

VALÉRIA BONGANHA

**EFEITOS DO TREINAMENTO COM PESOS SOBRE A
DENSIDADE MINERAL ÓSSEA, FORÇA MUSCULAR E
VARIÁVEIS FUNCIONAIS NA MENOPAUSA**

**CAMPINAS
2009**

VALÉRIA BONGANHA

EFEITOS DO TREINAMENTO COM PESOS SOBRE A DENSIDADE MINERAL ÓSSEA, FORÇA MUSCULAR E VARIÁVEIS FUNCIONAIS NA MENOPAUSA

Dissertação apresentada à Faculdade de Educação Física, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do Título de Mestre em Educação Física, área de concentração Atividade Física, Adaptação e Saúde, linha de pesquisa: Qualidade de Vida e Atividade Física.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Vera Aparecida Madruga.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA FEF - UNICAMP

B641r Bonganha, Valéria.
Efeitos do treinamento com pesos sobre a densidade mineral óssea, força muscular e variáveis funcionais na menopausa / Valéria Bonganha. -- Campinas, SP: [s.n], 2009.

Orientador: Vera Aparecida Madruga.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física.

1. Menopausa. 2. Treinamento com peso. 3. Densidade óssea. 4. Força muscular. 5. Oxigênio-Consumo. I. Madruga, Vera Aparecida. II. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física. III. Título.

(dilsa/fef)

Título em inglês: Response of the resting metabolic rate, bone mineral density, muscle strength and oxygen uptake after 16 week resistance training in postmenopausal women.

Palavras-chave em inglês (Keywords): Menopause; Resistance training; Bone density; Muscular Strength; Oxygen-Consumption.

Área de Concentração: Atividade Física, Adaptação e Saúde.

Titulação: Mestrado em Educação Física.

Banca Examinadora: Marcelo de Castro César. Mara Patrícia Traina Chacon-Mikahil. Vera Aparecida Madruga.

Data da defesa: 22/06/2009.

VALÉRIA BONGANHA

**EFEITOS DO TREINAMENTO COM PESOS SOBRE A
DENSIDADE MINERAL ÓSSEA, FORÇA MUSCULAR E
VARIÁVEIS FUNCIONAIS NA MENOPAUSA**

Este exemplar corresponde à redação final da
Dissertação de Mestrado defendida por Valéria
Bonganha e aprovada pela Comissão Julgadora em
22/06/2009.


Vera Aparecida Madruga
Orientadora

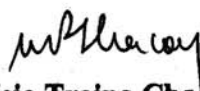
Campinas
2009

COMISSÃO JULGADORA

Vera aparecida Madruga
Orientadora



Marcelo de Castro Cesar
Banca Examinadora (titular)



Mara Patrícia Traina Chacon Mikahil .
Banca Examinadora (titular)

DEDICATÓRIA

Como em todos nós, existem pessoas na nossa vida que nos marcam para sempre. Quer através da "ajuda" que nos dão no dia a dia, quer na "ajuda" que nos deram durante toda/ou parte da nossa existência. Esta "ajuda" para mim significa tudo àquilo que podemos desejar dos que nos rodeiam, amor, compreensão, carinho e muito apoio nas horas mais difíceis. Penso que nunca ser tarde para se mostrar a gratidão e assim dedico este meu humilde trabalho a eles.

Dedico este trabalho à minha família que, muito para ele contribuíram:

Ao meu Pai, exemplo de pessoa integral, de uma humildade sem igual, que me ensinou a ter tantos dos predicados que ele possui, e agradeço-lhe os exemplos de realidade que me tem mostrado de como deve ser o verdadeiro caráter de um ser humano e por tudo aquilo que me tem transmitido e que ainda continua a transmitir, o meu muito obrigada.

À minha mãe, exemplo vivo de uma verdadeira lutadora, incansável, trabalhadora, detentora de características que marcam qualquer filho, lutando sempre ao lado da família. Obrigada por tudo aquilo que me tens transmitido e por todos os valores que só se adquirem com uma boa educação.

A minha irmã, que sempre me apoiou em tudo e que é e sempre será minha melhor amiga, obrigada.

AGRADECIMENTOS

Embora uma dissertação seja, pela sua finalidade acadêmica, um trabalho individual, há contributivos de natureza diversa que não podem nem devem deixar de ser realçados. A conquista tem que ser dividida com todos os que contribuíram, de forma direta ou indireta para a concretização e conclusão deste projeto. A todos gostaria de expressar os meus sinceros agradecimentos:

A minha orientadora professora Dra. Vera Aparecida Madruga, um grande exemplo de dedicação e seriedade, foi quem me motivou ainda na graduação a me dedicar a carreira acadêmica e acreditando em mim e dando-me a oportunidade de seguir em frente e estar aqui hoje. Obrigada por me proporcionar belos exemplos durante esses anos todos!

A aluna e amiga Renata Maria de Oliveira Botelho que participou durante toda a realização dessa pesquisa, dividindo assim todas as angustias e prazeres de pesquisar.

Aos amigos (Claudinei, Cleiton, Giovana), exemplos de profissionalismo e de amizade sincera e verdadeira durante esses anos.

A Miguel Soares Conceição, que se aventurou nesta cidade em busca de um sonho, ajudou em todo o árduo período de treinamento. Sua “força” foi de muita importância.

Agradeço especialmente a Eduardo Aldegheri Paschoal, meu namorado, que esteve junto a mim, durante todo o processo, pelo estímulo, amizade, carinho, críticas, sugestões e paciência nestes anos.

Ao Projeto de Musculação da FEF pela concessão do espaço físico para o treinamento desenvolvido.

À Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp, pela parceria, na avaliação Cardiológica e da Densitometria Óssea.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado concedida, e ao CNPq pelo suporte parcial do projeto.

À prof^a. Celene Fernandes Bernardes e equipe pela execução das análises bioquímicas.

Agradecimento aos membros da banca que aceitaram o convite para contribuir na finalização deste trabalho e às mulheres que participaram, voluntariamente, deste estudo, e que sem elas nada disso seria possível.

Agradeço a Deus, e com muita fé consegui chegar até aqui. Para os crentes, Deus está no princípio das coisas. Para os cientistas, no final de toda reflexão.

**"Há homens que lutam um dia e são bons.
Há outros que lutam um ano e são melhores.
Há os que lutam muitos anos e são muito bons.
Porém, há os que lutam toda a vida.
Esses são os imprescindíveis".**

Bertolt Brecht

BONGANHA, Valéria. **Efeitos do treinamento com pesos sobre a densidade mineral óssea, força muscular e variáveis funcionais na menopausa.** Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

RESUMO

O presente estudo analisou as respostas dos indicadores de força, densidade mineral óssea (DMO), taxa metabólica de repouso (TMR), composição corporal e capacidade aeróbia ($\dot{V}O_2$ máximo e limiar anaeróbio) após intervenção de 16 semanas de treinamento com pesos (TP). Participaram desta pesquisa 22 voluntárias, na pós-menopausa (12 meses sem menstruações) subdivididas em dois grupos: grupo treinado (GT n=12) e grupo controle (GC n=10). O programa de TP teve frequência de três sessões semanais em dias alternados, compreendendo 10 exercícios para membros superiores, inferiores e tronco, sendo realizado três séries de 10 repetições máximas (RM) na etapa 1 e três séries de 8 RM na etapa 2. Os níveis de força foram mensurados pelo teste de 1-RM, a composição corporal foi obtida pelo método de espessura de dobras cutâneas, a avaliação da DMO foi realizada por Densitometria Radiológica de Dupla Energia nas regiões da coluna lombar e colo do fêmur, a TMR e o $\dot{V}O_2$ máximo foram obtidos por meio de calorimetria indireta, sendo a TMR calculada por meio da equação de Weir (1949). O $\dot{V}O_2$ máximo foi obtido durante teste de esforço progressivo em esteira até a exaustão. Para análise dos dados foi utilizado o teste de *Kruskal-Wallis*, para avaliar os efeitos do TP intra e intergrupos e a correlação de *Spearman* nas correlações utilizadas. Os resultados encontrados mostraram aumentos com diferenças estatisticamente significantes para as cargas levantadas nos testes de 1-RM para supino e leg press no GT e nenhuma modificação foi encontrada para o GC. Não foram obtidas diferenças significantes para os valores de DMO, tanto da coluna quanto do fêmur, da TMR e do $\dot{V}O_2$ pico e limiar anaeróbio em ambos os grupos. O treinamento com pesos foi eficaz para aumentar a força muscular, entretanto 16 semanas de intervenção não foram suficientes para provocar alterações significantes na DMO, na TMR e na capacidade aeróbia.

Palavras-Chave: menopausa; treinamento com pesos; taxa metabólica de repouso; densidade mineral óssea; força muscular; consumo de oxigênio.

BONGANHA, Valéria. **Effects of resistance training on bone mineral density, muscle strength and functional variables in menopause.** Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

ABSTRACT

This study examined the adaptive responses of indicators of strength, bone mineral density (BMD), the resting metabolic rate (RMR) and aerobic capacity ($\dot{V}O_2$ max and anaerobic threshold) after 16 weeks intervention resistance training program (RT). Participated 22 postmenopausal women (12 months without menstruation), subdivided in two groups: trained group (GT n = 12) and control group (GC n = 10). The RT period had frequency of three sessions per week on alternate days, with 10 exercises for upper limbs and lower limbs, and performed three sets of 10 repetitions maximum (RM) in step 1 and three sets of 8 RM in step 2. The levels of strength were measured by the 1-RM test, body composition was obtained by the method of skinfolds, the assessment of BMD was performed by densitometry of Radiological Dual Energy in the regions of lumbar spine and the femoral neck, and the RMR and $\dot{V}O_2$ max were obtained by indirect calorimetry and the RMR calculated using equation of Weir (1949). The $\dot{V}O_2$ max was obtained during progressive test on a treadmill until exhaustion. For statistical analysis we used the Kruskal-Wallis test to assess the effects of intra and inter RT and the Spearman correlation to the correlations used. The results showed statistically significant differences increase for the load being strength in the 1-RM tests and supine leg press for the GT and no change was found to GC. No significant differences were obtained for the BMD of the spine on both the femur, $\dot{V}O_2$ peak and the TMR in both groups. RT was effective to increase muscle strength, but 16 weeks were not sufficient to cause changes in BMD, in TMR and aerobic capacity.

Keywords: menopause; resistance training; resting metabolic rate; bone mineral density; muscular strength.

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 2.1. Secreção de estrogênio durante a vida sexual da mulher. Adaptado de Guyton e Hall (2002).</i>	43
<i>Figura 2.2 Modelo teórico da relação entre a intensidade do treinamento com pesos (% de 1-RM) e nível de hipertrofia muscular esperada (adaptado de FRY, 2004).</i>	66
<i>Figura 3. Delineamento do estudo: E = etapas do estudo, M = momentos entre as etapas do estudo.</i>	77

LISTA DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 5.1. Evolução da carga de treino no exercício supino (GT).....</i>	<i>93</i>
<i>Gráfico 5.2 Evolução da carga de treino no exercício leg press (GT).....</i>	<i>93</i>
<i>Gráfico 5.3. Evolução da carga de treino no exercício rosca direta(GT).</i>	<i>94</i>

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores médios e desvio-padrão das características da amostra estudada.	75
Tabela 2. Classificação da amostra, valores totais e percentuais (%).	76
Tabela 3. Valores médios, desvio-padrão e variação percentual ($\Delta\%$) das variáveis antropométricas e componentes da composição corporal entre os grupos e momentos MI e MF do estudo.	89
Tabela 4. Valores médios, desvio-padrão e variação percentual ($\Delta\%$) da somatória das dobras cutâneas, divididas em seguimentos corporais, entre os grupos e momentos MI e MF do estudo.	90
Tabela 5. Coeficiente de correlação (r) e coeficiente de determinação (r^2) entre CC e MG, entre os grupos e momentos do estudo.	90
Tabela 6. Valores médios, desvio-padrão e variação percentual ($\Delta\%$) das cargas levantadas (kg) nos testes de 1-RM e da carga total levantada nos três testes, entre os grupos e momentos do estudo.	91
Tabela 7. Coeficiente de correlação(r) e coeficiente de determinação (r^2) entre indicadores de força muscular e componentes da composição corporal, entre os grupos e momentos do estudo.	92
Tabela 8. Valores médios, desvio-padrão e variação percentual ($\Delta\%$) da DMO na região da coluna lombar, entre os grupos e momentos do estudo.	94
Tabela 9. Classificação do desvio-padrão, em relação ao adulto jovem (score-T,) da DMO da coluna lombar, entre os grupos e momentos do estudo, segundo OMS (1994).	95
Tabela 10. Valores médios, desvio-padrão e variação percentual ($\Delta\%$) da DMO na região do colo do fêmur, os grupos e momentos do estudo.	96
Tabela 11. Classificação do desvio-padrão, em relação ao adulto jovem (score-T,) da DMO do colo do fêmur, entre os grupos e momentos do estudo.	96
Tabela 14. Modelos de regressão linear da coluna, composição corporal e indicadores de força muscular.	99
Tabela 15. Modelos de regressão linear da coluna, composição corporal e indicadores de força muscular.	99
Tabela 16. Coeficiente de correlação (r) e coeficiente de determinação (r^2) entre DMO do colo do fêmur e coluna lombar, e $\dot{V}O_2$ pico, entre os grupos e momentos do estudo.	100

Tabela 17. Valores médios e desvio-padrão da TMR diária, e relativa à MCT, MG, e MM, entre os grupos e momentos do estudo.....	100
Tabela 20. Valores médios, desvio-padrão e variação percentual ($\Delta\%$) das variáveis cardiorrespiratórias, entre os grupos e momentos do estudo.....	102
Tabela 21. Coeficiente de correlação (r) e coeficiente de determinação (r^2) entre o $\dot{V}O_2$ pico absoluto (L/min), a idade, e os componentes da composição corporal, entre os grupos e momentos do estudo.....	103
Tabela 22. Coeficiente de correlação (r) e coeficiente de determinação (r^2) entre o $\dot{V}O_2$ pico absoluto (L/min), leg press e Σ -força, entre os grupos e momentos do estudo.....	104
Tabela 23. Coeficiente de correlação (r) e coeficiente de determinação (r^2) entre o tempo, velocidade no teste de esteira e o leg press, entre os grupos e momentos do estudo.	104

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMB – Área Muscular do Braço
CC – Circunferência de Cintura
DC – Dobras Cutâneas
DCT – Dobra Cutânea Tricipital
DEXA – Absortometria Radiológica de Duplo Feixe de Raios-X
DMO – Densidade Mineral Óssea
E – Estatura
E1 – Etapa 1
E2 – Etapa 2
EPOC – Excess Post-Exercise on Oxygen Consumption
FISEX – Laboratório de Fisiologia do Exercício
GE – Gasto Energético
GED – Gasto Energético Diário
FSH – Hormônio Folículo-Estimulante
LH – Homônio Luteinizante
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IMC – Índice de Massa Corporal
MCT – Massa Corporal Total
MF – Momento Final
MG – Massa Gorda
MI – Momento Inicial
MM – Massa Magra
MT – Momento de Transição
 $\dot{V}CO_2$ – Produção de Gás Carbônico
 $\dot{V}O_2$ – Consumo de Oxigênio
QR – Quociente Respiratório
r – Coeficiente de Correlação
 r^2 – Coeficiente de Determinação
RM – Repetições Máximas
TMR – Taxa Metabólica de Repouso

TP – Treinamento com Pesos

TRH – Terapia de Reposição Hormonal

Σ -9DC – Somatório de Nove Dobras Cutâneas

Σ -TR – Somatória de Dobras Cutâneas Tronco

Σ -MS - Somatória de Dobras Cutâneas Membros Superiores

Σ -MI - Somatória de Dobras Cutâneas de Membros Inferiores

Σ -F – Somatório de Força

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	35
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	41
2.1 A Menopausa.....	43
2.2 Os Hormônios Femininos	45
2.3 Menopausa e Composição Corporal	47
2.4 Menopausa e Densidade Mineral Óssea	50
2.5 Menopausa e Taxa Metabólica de Repouso.....	55
2.6 Menopausa e Capacidade Aeróbia.....	59
2.8 Menopausa e Treinamento com Pesos.....	63
3. OBJETIVOS	69
3.1 Objetivo Geral	71
3.2 Objetivos Específicos	71
4. MATERIAL E MÉTODOS	73
4.1 Voluntárias Estudadas	75
4.2 Planejamento Geral da Investigação	75
4.3. Aspectos Éticos da Pesquisa.....	77
4.4. Delineamento do Estudo.....	77
4.5. Protocolos e Testes de Avaliação	78
4.5.1 Avaliação Antropométrica e Composição Corporal	78
4.5.2. Avaliação dos Indicadores de Força Muscular	79
Teste de uma repetição máxima (1-RM).....	79
4.5.3. Avaliação da Densidade Mineral Óssea.....	80
4.5.4. Avaliação da Taxa Metabólica de Repouso	81
4.5.5. Avaliação Aeróbia durante o Exercício Dinâmico	82
4.5.5.1 Método de análise para determinação do Limiar de Anaerobiose (LA)	83
4.6. Protocolo de Treinamento com Pesos.....	83
4.7. Análise dos Dados	85
5. RESULTADOS	87
5.1 Antropometria e Composição Corporal	89
5.2 Indicadores de Força Muscular	90
5.2.1 Evolução da Carga de Treinamento	92
5.3 Densidade Mineral Óssea	94
5.4 Taxa Metabólica de Repouso.....	100
5.5 Variáveis Cardiorrespiratórias	102
6. DISCUSSÃO	105
6.1 Antropometria e Composição Corporal	107
6.2 Força Muscular	109
6.3 Densidade Mineral Óssea	112
6.4 Taxa Metabólica de Repouso.....	117
6.5 Avaliação Aeróbia	119
REFERÊNCIAS	127
APÊNDICES.....	159
APÊNDICE A	161
ANEXOS	163
Anexo A. Parecer Comitê de Ética em Pesquisa	165
Anexo B. Artigo Publicado.....	167
Anexo C. Artigo Publicado.....	175

1. INTRODUÇÃO

Concordando com diversos indicadores populacionais mundiais, os dados divulgados pelo IBGE (2007) mostram que a população brasileira vem envelhecendo gradualmente nas últimas décadas, reduzindo a proporção de jovens e crianças.

A consequência de uma vida mais longa é a ocorrência da fase de envelhecimento, um processo biológico, lento e gradativo, caracterizado por um progressivo declínio da reserva funcional dos diversos sistemas orgânicos (EHSANI, 1987), influenciado por fatores sócio-ambientais (SANDOVAL, 2002), pode levar o indivíduo a um maior acometimento de doenças crônicas não transmissíveis e a inúmeras alterações no desempenho de tarefas motoras, afetando a saúde de maneira geral (BARBOSA et al., 2002; WEY; GERSH, 1987).

As modificações decorrentes do processo de envelhecimento ocorrem inevitavelmente em homens e mulheres, entretanto nas mulheres, o processo de envelhecimento está associado à menopausa, o que acarreta efeitos ainda mais acentuados (JOVINE et al., 2006).

A menopausa é o fim do período reprodutivo da vida da mulher. Essa fase é marcada por diversas alterações no organismo feminino, tanto fisiológicas, quanto somáticas e psicológicas (ALDRIGHI; ALDRIGHI; ALDRIGHI, 2002; MAMERI-FILHO et al., 2005).

Dentre as alterações provenientes da menopausa destacam-se as endócrinas causadas pelo declínio da atividade ovariana, as biológicas ocorridas em consequência da diminuição da fertilidade e as clínicas devido a alterações do ciclo menstrual até atingir a menopausa (GREEN et al., 2002; WANG et al., 2007).

As implicações com o fim da produção de hormônios femininos são muitas, devido às diversas funções que esses hormônios exercem no organismo da mulher. Existem receptores de estrogênios, por exemplo, no sistema nervoso central e nos tecidos ósseos. Os hormônios também são importantes para controlar a saúde global da mulher, já que participa da síntese de proteínas, da distribuição de gordura corporal, do controle do colesterol e da preservação do cálcio nos ossos (DELANEY, 2006; HURLEY; ROTH, 2000).

Nesta fase da vida, as mulheres são mais susceptíveis a aquisição de doenças cardiovasculares, em especial a doença arterial coronariana, particularmente pela deficiência na produção de estrógenos (CHRISTODOULAKOS et al., 2006). Também apresenta diminuição do gasto energético diário e da TMR (FIATARONE et al., 1990; HADDOCK et al., 2000; STERNFELD et al., 2005; TREVISAN; BURINI, 2007).

Uma das mais evidentes alterações que ocorrem com o aumento da idade cronológica na mulher é o aumento do peso corporal, com diminuição na força e MM (sarcopenia), incremento da gordura corporal e diminuição da DMO (BEMBEN et al., 2000; DELANEY, 2006; FIATARONE et al., 1990; HADDOCK et al., 2000; HUANG et al., 2006; JOVINE et al., 2006; KEMMLER et al., 2002; ORSATTI et al., 2008; STERNFELD et al., 2005).

A sarcopenia, associada às alterações ósteomusculares são significantes para a qualidade de vida e independência dos indivíduos em fase de envelhecimento, pois acarretam déficit no andar e na mobilidade, e conseqüentemente, dificuldades em realizar tarefas comuns do cotidiano. Estima-se que 25% dos idosos antes dos 70 anos são acometidos por sarcopenia (BAUMGARTNER et al., 1998).

Há uma constante busca de medidas de tratamento e prevenção aos efeitos decorrentes da menopausa. Uma maneira bastante difundida na última década foi a TRH (BORELLI; ALMEIDA, 2005; GORODESKI, 2002; HADDOCK et al., 2000).

Em contrapartida aos benefícios da TRH, está uma maior incidência de cânceres em usuárias, principalmente após cinco anos contínuos de uso da terapia, portanto ainda não há um consenso sobre sua indicação (CALLEJON et al., 2005; DOHERTY; CUSHING-HAUGEN; SALTZMAN, 2007; WHI, 2002).

Tem-se observado dentre as principais estratégias para reduzir ou reverter os processos fisiológicos observados no envelhecimento, a prática de exercícios físicos regulares (ZAGO et al., 2000).

Atualmente, já se sabe que os benefícios TP não estão atrelados apenas ao aumento da força (AHMAD, 2000), mas também à densidade mineral óssea (HURLEY; ROTH, 2000), à na composição corporal (BEMBEN et al., 2000), na flexibilidade e na resistência muscular (ADAMS et al., 2001).

Existe uma grande necessidade de estudos que possam encontrar maneiras de minimizar as perdas fisiológicas decorrentes do processo de envelhecimento e da menopausa em mulheres, seja com estratégias de intervenção ou medidas de prevenção, em busca de um envelhecimento saudável.

Após estas considerações iniciais, será apresentada a seguir uma breve revisão da literatura, no intuito de discutir os principais aspectos dos temas abordados nesse estudo: menopausa, hormônios femininos, DMO, TMR, composição corporal, $\dot{V}O_2$, perfil lipídico e TP.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A Menopausa

Durante a vida reprodutiva da mulher, ocorre o ciclo menstrual, que tem duração de aproximadamente 28 dias, podendo ser mais curto ou mais longo, marcado por alterações rítmicas mensais na secreção de hormônios femininos. Esse ciclo percorre toda a vida da mulher até a chegada da menopausa (CHARKOUDIAN; JOHNSON, 2000; CHAVES; SIMÃO; ARAÚJO, 2002).

Por volta de 40 a 50 anos, os ciclos menstruais começam a ficar irregulares, e a ovulação deixa de ocorrer durante muito desses ciclos. Após alguns meses ou anos, os ciclos cessam completamente. Esse período, no qual a liberação de hormônios femininos chega a quase zero é denominado menopausa (GUYTON; HALL, 2002).

A figura 1 ilustra a secreção de estrogênio durante toda a vida sexual da mulher. Pode-se observar que durante a puberdade ocorre nível crescente de secreção de estrogênio, ocorrendo variação cíclica durante os ciclos sexuais mensais. Nos primeiros anos da vida reprodutiva da mulher há um aumento adicional da secreção de estrogênio, posteriormente, com o passar dos anos há uma diminuição progressiva de estrogênio até chegar a quase zero após a menopausa.

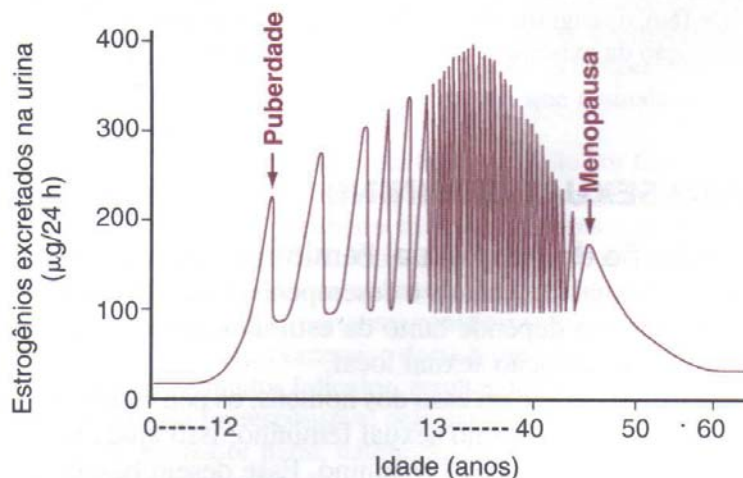


Figura 2.1. Secreção de estrogênio durante a vida sexual da mulher. Adaptado de Guyton e Hall (2002).

A fase de transição entre o período reprodutivo e não-reprodutivo da vida da mulher é conhecido como climatério. Do ponto de vista clínico, o climatério pode ser definido como o conjunto de alterações orgânicas e psicológicas provocadas pela diminuição gradual da produção dos hormônios femininos (estrogênio e progesterona) pelos ovários, o que causa o fim dos ciclos menstruais (SOUZA et al., 2000).

A menopausa é o fim do período reprodutivo da vida da mulher. Essa fase é marcada por diversas alterações no organismo feminino, dentre elas, fisiológicas, somáticas e psicológicas, em consequência da queda progressiva da função ovariana, com diminuição na produção de seus hormônios (ALDRIGHI, ALDRIGHI; ALDRIGHI, 2002; MAMERI-FILHO et al., 2005).

O climatério está dividido em três fases: perimenopausa, menopausa e pós-menopausa. A perimenopausa é caracterizada pelo surgimento progressivo de alguns sintomas como irregularidade menstrual, ondas de calor, suores abundantes, depressão e também alterações urogenitais, inicia-se nesse período a síndrome climatérica. A menopausa representa a última menstruação e depois da parada menstrual definitiva, ocorre o que chamamos de pós-menopausa, que seguirá pelo resto da vida da mulher (ALDRIGHI; ALDRIGHI; ALDRIGHI, 2002; MAMERI-FILHO et al., 2005).

As secreções de hormônios ovarianos são estimuladas pelos hormônios gonadotrópicos da hipófise anterior, o hormônio folículo-estimulante (FSH) e hormônio luteinizante (LH). Na menopausa ocorre o “esgotamento” dos ovários, os hormônios gonadotrópicos não são inibidos pelo estrogênio, e são produzidos em grande quantidade e de modo contínuo, mas não há folículos a serem estimulados (GUYTON; HALL, 2002).

Muitos fatores têm sido atribuídos à antecipação da idade da menopausa destacando o estado socioeconômico, a etnia, o uso de contraceptivos orais, a idade da menarca e os antecedentes familiares. Outros fatores, como a histerectomia prévia, o estado nutricional, as grandes altitudes e o tabagismo também exercem importante papel nesse processo (ALDRIGHI et al., 2005).

Em sua fase inicial, 75% das mulheres sofrem algum tipo de experiência relacionada à falta de estrogênio, como ondas de calor, incontinência urinária, ressecamento da pele, secura vaginal e distúrbios do sono. Também são relatados freqüentemente casos de irritabilidade, perda de concentração e da libido e depressão. Em cerca de 30% delas os

sintomas são severos. Em longo prazo, o déficit hormonal está relacionado ao aumento da adiposidade e diminuição da MM, a maior incidência de doenças cardiovasculares, osteoporose, cânceres e doenças cognitivas e demenciais, como o Mal de Alzheimer (NAHAS et al., 2003; ZAHAR et al., 2005).

As conseqüências do decréscimo da produção dos hormônios femininos são muitas, pois eles exercem funções em quase todo o organismo da mulher. Portanto o organismo precisa se adaptar às novas condições hormonais para a manutenção da saúde e qualidade de vida de maneira geral.

A seguir serão abordados alguns aspectos importantes dos hormônios femininos no corpo da mulher.

2.2 Os Hormônios Femininos

Os hormônios femininos exercem diversas funções no organismo da mulher. Existem receptores de estrogênios, no sistema nervoso central, nos tecidos ósseos, no sistema cardiovascular, no músculo esquelético, entre outros. Os hormônios também são importantes para controlar a saúde global da mulher, já que participa da síntese de proteínas e do metabolismo energético, da distribuição de gordura corporal, do controle do colesterol e da preservação do cálcio nos ossos (DELANEY, 2006; HURLEY; ROTH, 2000).

Os hormônios sexuais femininos, particularmente o estrógeno, exercem múltiplos efeitos no sistema cardiovascular que atribuem cardioproteção às mulheres (DANTAS, 2005).

Existem receptores de estrogênios (α e β) no sistema nervoso central e nos tecidos ósseos. Os receptores de estrógenos (assim como de testosterona e progesterona) são classificados como receptores intracelulares e ativadores de fatores de transcrição nuclear. A ativação desses receptores por seus antagonistas afeta a expressão gênica por atuarem em seqüências específicas de genes-alvo e por modularem os eventos transcripcionais, afetando-os tanto positiva quanto negativamente (CERAVOLO et al., 2007). Esses fatores podem explicar os efeitos do estrogênio sobre o sistema

cardiovascular, assim como do metabolismo energético nas mulheres (CERAVOLO et al., 2007; HACKNEY; MUOIO; MEYER, 2000).

Entre as diversas funções que os estrogênios exercem no organismo feminino, destaca-se a atuação sobre o substrato energético, no repouso e durante o exercício, regulando o metabolismo de carboidratos e lipídios (HACKNEY; MUOIO; MEYER, 2000).

O estrógeno pode promover efeitos benéficos sobre o sistema cardiovascular indiretamente, diminuindo os níveis de colesterol total e aumentando os níveis de HDL, ou agindo diretamente no tecido vascular, modulando as funções do músculo liso e do endotélio. Através desses mecanismos, o estrógeno pode causar diminuição da resistência periférica e inibição da proliferação da musculatura lisa vascular, bem como pode prevenir a formação das placas de ateroma. Considerando que esses fatores são determinantes no desenvolvimento de doenças cardiovasculares, a redução de estrogênio pode traduzir-se em grande impacto em termos de eventos cardiovasculares nas mulheres (CHRISTODOULAKOS; LAMBRINOUDAKI; BOTSIS, 2006; DANTAS, 2005; GORODESK, 2002; HADDOCK et al., 2000; PILOTE et al., 2007; TEED, 2007).

Alguns estudos mostram que a mulher na fase adulta tem menor risco de desenvolver patologias cardíacas comparadas aos homens. Entretanto, isso só acontece até a menopausa, e após este evento, os riscos tornam-se maiores nas mulheres. O efeito protetor pode ser atribuído aos níveis de estrogênio circulantes agindo sobre o sistema cardiovascular (BARRET-CONNOR; BUSH, 1991; DAVY; MINICLEIR; TAYLOR, 1996; FARAG; NELESEN; PARRY, 2002; McCUBBIN; HELFER; SWITZER, 2002; SCHILLACI; VERDECCHIA; BORGIONI, 1998).

A diminuição da força muscular tem sido atribuída à depleção dos hormônios femininos, visto que ele participa do processo de síntese de proteínas na mulher (LEMOINE et al., 2002).

O estrogênio possui um efeito anabólico protéico, que se difere da testosterona, pois produzem efeitos exclusivamente em poucos órgãos, como útero, mama, e o esqueleto e em certas áreas adiposas do corpo, ao passo que a testosterona tem efeito anabólico protéico mais generalizado no homem. Devido a esse efeito o estrogênio pode

contribuir para o aumento da TMR nas mulheres, de forma não tão potencializada quanto à testosterona nos homens (GUYTON; HALL, 2002).

2.3 Menopausa e Composição Corporal

As mudanças na dimensão e composição corporal das mulheres na pós-menopausadas são marcantes, especialmente a diminuição da MM e o incremento da gordura corporal. Essas alterações também ocorrem com o avanço da idade, mas acentuam-se com a chegada na menopausa (DE LORENZI et al., 2005; JANSSEN et al., 2002; STERNFELD et al., 2005).

A redução da área de secção transversa do músculo e da força muscular, conhecida como sarcopenia, associada às alterações ósteomusculares são significantes para a qualidade de vida e independência dos indivíduos em fase de envelhecimento. Há uma estimativa de que 25% dos idosos abaixo dos 70 anos são acometidos por sarcopenia (BAUMGARTNER et al., 1998).

Não obstante, a redução da MM com o envelhecimento também está associada aos decréscimos do GER e da oxidação da gordura corporal. A MM é responsável por cerca de 30% do GER (NAIR, 2005).

Neste sentido, as alterações metabólicas e funcionais decorrentes da sarcopenia têm forte contribuição para o aumento nos estoques de gordura corporal, especialmente na região abdominal (HUNTER; MCCARTHY; BAMMAN, 2004).

Tendo em vista as principais alterações morfológicas, funcionais e metabólicas, decorrentes da sarcopenia, o TP, tem sido amplamente recomendado por diferentes organizações de saúde (ACSM, 2002; AHA, 2001).

A menopausa está associada a uma redistribuição da gordura corporal com uma tendência de acúmulo de tecido adiposo abdominal, mais especificamente visceral e concomitante diminuição da gordura periférica (DONATO et al., 2006; GAMBACCIANI et al., 2001; PICHÉ et al., 2008; WELLS, 2007).

A gordura abdominal pode ser dividida em intra-abdominal (visceral) e subcutânea (DESCHENES et al., 2003). A forte correlação da quantidade de tecido adiposo

visceral com distúrbios metabólicos e riscos cardiovasculares, a torna fator de risco mais forte que a inatividade física para tais doenças (EKELUND et al., 2007; YATAGAI; NAGASAKA; TANIGUCHI, 2003).

A tendência de centralização do acúmulo de gordura corporal contribui potencialmente para o aumento da incidência de doenças metabólicas, diabetes mellitus tipo 2 e doenças cardiovasculares (PICHÉ et al., 2008). O padrão de distribuição da gordura corporal tem mostrado maior importância que a quantidade de gordura corporal total em si para o risco de distúrbios metabólicos e doenças cardiovasculares, também para mulheres na pré-menopausa (KABIR et al., 2005, WONG; JANSSEN; ROSS, 2003).

Antecedentes pessoais de obesidade, hipertensão arterial, diabetes e história familiar de diabetes relacionam-se com a obesidade e ao padrão andróide de distribuição de gordura corporal em mulheres na pós-menopausa (RASKIN et al., 2000).

A gordura abdominal/visceral é metabolicamente mais ativa que as demais, liberando grandes quantidades de ácidos graxos livres na circulação portal, reduzindo a extração hepática de insulina, ocasionando hiperinsulinemia periférica (KABIR et al., 2005).

Além disso, é marcada por um maior fluxo sanguíneo, maior responsividade à noradrenalina, e menor sensibilidade ao efeito antilipolítico da insulina. Também exerce maior atividade simpática do sistema nervoso e um aumento da taxa de lipólise quando comparados ao tecido adiposo subcutâneo. Estas características desempenham um papel importante no desenvolvimento de várias complicações metabólicas (GUEDES; GUEDES, 2006; WONG; JANSSEN; ROSS, 2003).

Existem algumas especulações sobre a causa da redistribuição da gordura corporal nas mulheres. Uma delas está relacionada ao efeito do estrogênio, que influencia a adiposidade gluteofemoral. A atividade da lipoproteína lipase nas mulheres em idade reprodutiva é maior no tecido adiposo gluteofemoral do que em tecido adiposo abdominal, mas esse efeito diminui após a menopausa, aumentando os níveis de gordura abdominal (DOUCHI et al., 2002).

Outra suposta explicação seria que quando os níveis de estrogênio diminuem ocorre um aumento na atividade da lipoproteína lipase, o que provavelmente

contribui para o aumento nos níveis de ácidos graxos livres e acúmulo de gordura abdominal (MAYES; WATSON, 2004).

A circunferência da cintura é um preditor de doença metabólica e risco de obesidade independentemente do IMC e da gordura corporal total (SAMPAIO et al., 2007). Apesar da existência de métodos mais complexos, esta medida é um indicador simples e fidedigno da presença de gordura abdominal relacionando-se fortemente com as causas de mortalidade em homens e mulheres de meia-idade (BIGAARD et al., 2003; PERRY et al., 1997; RANKINEN et al., 1999).

Segundo a literatura, o aumento da adiposidade nas mulheres também está relacionado ao aumento do risco de câncer de mama (AHN et al., 2007; FEIGELSON et al., 2004; KREBS et al., 2006; LAHMANN et al., 2003; LAM et al., 2000).

Altos valores de IMC, associados a medidas de circunferência de cintura elevadas, mostraram risco aumentado de câncer de mama em mulheres de 35 a 50 anos, que não utilizavam TRH (AHN et al., 2007).

A idade cronológica e o envelhecimento do ovário contribuem para mudanças substanciais na composição corporal como aumento da adiposidade, diminuição da MM e aumento da circunferência da cintura, alterações que podem elevar o risco de doenças metabólicas (SOWERS et al., 2007).

Alterações na composição corporal em mulheres são provocadas pelo avanço da idade, enquanto outras mudanças estão mais relacionadas à menopausa. A diminuição da massa magra está diretamente ligada à chegada da menopausa enquanto o aumento da adiposidade parece estar mais ligado ao avanço da idade (DOUCHI et al., 2002).

Vale destacar que o método de avaliação da composição corporal pode ter influencia direta nas alterações. O método com maior precisão e que consegue avaliar pequenas mudanças na composição corporal é a DEXA, enquanto outros métodos como DC pode ser impreciso em pequenas alterações (HOUTKOOPE et al., 2000).

Alterações na composição corporal podem manter ou prevenir o aumento da MCT decorrente do processo de envelhecimento, além de colaborar para a diminuição de incidência de doenças crônico-degenerativas, geralmente agravadas com a chegada da

menopausa nas mulheres (GIBBONS et al., 2004; HALLAL et al., 2003; LEAL; FONSECA, 2007).

Os efeitos do TP sobre os componentes da composição corporal ainda são controversos.

Algumas disparidades nos resultados encontrados na literatura podem ser atribuídos ao método de avaliação empregado nas pesquisas como a de espessura de dobras cutâneas (BARBOSA et al., 2001), a bioimpedância elétrica (BARBOSA et al., 2001; SILVA et al., 2006), a DEXA, a ressonância magnética e a pletismografia (KRAEMER; RATANESS, 2004; VINCENT; BRAITH, 2002; HUNTER et al., 2001).

Varias pesquisas não encontraram modificações significantes nos componentes da composição corporal após intervenção com TP (BARBOSA et al., 2001, BARBOSA et al., 2002; SILVA et al., 2006, KRAEMER; RATANESS, 2004; VINCENT; BRAITH, 2002; HUNTER et al., 2001).

Contudo, vários estudos confrontam a tais resultados, encontrando incrementos significativos na MM com concomitante redução na MG (BOCALINI et al., 2009; CAMPBELL et al., 1994; CAMPBELL et al., 1999; FIATARONE et al., 1990) ou encontraram aumento na MM sem alterações significantes na MG (TREVISAM; BURINI, 2007; ORSATTI et al., 2008) em resposta ao TP.

Frente à disparidade dos resultados encontrados dos efeitos do TP sobre os componentes da composição corporal, em mulheres na fase de envelhecimento, faz-se necessário mais investigações a esse respeito.

2.4 Menopausa e Densidade Mineral Óssea

A formação da estrutura óssea é o resultado de um processo dinâmico de formação e reabsorção do tecido ósseo. Esse processo ocorre ao longo da vida, com fases de maior formação (adolescência) e outras de maior reabsorção óssea (envelhecimento). Esses processos têm duração de três a seis meses (CADORE; BRETANO; KRUEL, 2005).

O excesso de reabsorção óssea em relação à formação provoca perdas de minerais ósseos da matriz, o que ocasiona a diminuição da DMO. Esse processo é

associado ao avanço da idade e à ocorrência da menopausa. A concomitância da menopausa ao avanço da idade faz com que a perda mineral óssea nas mulheres seja mais acentuada em comparação aos homens (BEMBEN et al., 2000; VINCENT; BRAITH, 2002).

Segundo a literatura, a partir dos 30 anos de idade inicia-se um processo de redução da massa óssea de 0,5% ao ano, que é denominado de osteopenia. Com o processo da menopausa, as mulheres têm um déficit de aproximadamente 8% na massa óssea por década, enquanto que os homens na mesma faixa etária perdem cerca de 3% num mesmo período (FRISCHENBRUDER; ROSE, 1996).

Estudos constataram que a fixação de cálcio está diretamente ligada aos níveis de estrogênio (HUMPHRIES et al., 2000). O hormônio sexual feminino possui influência sobre o metabolismo ósseo por estimular a atividade osteoblástica (formação óssea). Essa ação é sugerida pela existência de receptores estrogênicos nessas células, além disso, o estrogênio inibe algumas citocinas, responsáveis pela proliferação de osteoclastos (reabsorção óssea) (WELLS, 2007).

A pesquisa realizada por Petit; Prior; Barr, (1999) constatou-se que baixos índices de estrogênio acentuam a perda mineral óssea em mulheres na pós-menopausa. O hormônio sexual feminino tem papel importante na reabsorção óssea e pode influenciar a resposta adaptativa dos ossos ao exercício.

A perda mineral óssea acelera-se na perimenopausa e continua acentuada nos primeiros anos da pós-menopausa. Essa fase se tornou o fator de risco mais importante para a diminuição da DMO em mulheres de meia-idade (FINKELSTEIN et al., 2007). O TP iniciado no período que antecede à menopausa mostrou compensar as mudanças negativas na DMO que ocorrem nessa fase de transição (KEMMLER et al., 2005).

Segundo a literatura (FINKELSTEIN et al., 2007, MIYABARA et al., 2007) a MCT é considerada fator determinante para o nível de DMO na menopausa, quanto maior o peso corporal, menor é a perda mineral óssea. A diminuição dos minerais da matriz óssea também pode ser modulada por fatores genéticos, que regulam os receptores de estrogênios (SALMÉN et al., 2000).

A massa óssea diminuída (osteopenia) pode evoluir para a osteoporose que é caracterizada pela diminuição da massa óssea por unidade de volume do osso

mineralizado, aumentando a fragilidade dos ossos e a susceptibilidade à fraturas (CADORE; BRETANO; KRUEL, 2005).

A osteoporose é uma doença que atinge a maioria das mulheres na menopausa, principalmente as inativas fisicamente, tornando-se motivo de preocupação da saúde pública (CHAVES et al., 2005).

O tabagismo, no que tange à osteoporose, pode atuar diretamente na matriz óssea, reduzindo a atividade osteoblástica, acentuando a perda mineral óssea nas mulheres. Assim os hábitos tabagistas podem antecipar a chegada da menopausa e com isso menores níveis de hormônios femininos circulantes e conseqüentemente início antecipado da sarcopenia e osteopenia (ALDRIGHI et al., 2005).

A osteoporose está relacionada a vários fatores de risco como: baixo peso corporal, raça branca, sexo feminino, idade avançada, tabagismo, baixa ingestão de cálcio, inatividade física, paridade, menopausa precoce e história materna de osteoporose (LEWIN et al., 1997; NOF, 2002).

A análise da DMO de 473 mulheres na pós-menopausa mostrou alta prevalência de osteopenia e osteoporose. A maior idade, menor escolaridade, menarca tardia, menopausa precoce e menor IMC foram identificados como fatores de risco para diminuição da massa óssea nessa população (COSTA-PAIVA et al., 2003).

Um estilo de vida ativo na juventude colabora para um alto pico de massa óssea, contribuindo preventivamente na diminuição do risco de fraturas na fase de envelhecimento (LEWIN et al., 1997; MIYABARA et al., 2007).

Mulheres com DMO elevada demonstram menor susceptibilidade a fraturas. Os fatores que parecem contribuir para valores elevados de DMO são: sobrepeso, paridade, uso de TRH e alto índice de atividade física na adolescência (PESONEN et al., 2005).

A DMO sofre influência das variáveis da composição corporal e dentre elas a MM e a MCT (MIYABARA et al., 2007) parecem ser as variáveis que exercem maior influência sobre a DMO (BINDER; KOHRT, 2000; CHAVES et al., 2005).

O estudo de Tankó et al. (2005) mostrou que mulheres na pós-menopausa, com osteoporose, têm um risco aumentado para eventos cardiovasculares, sendo o risco de doenças proporcional à gravidade da osteoporose no momento do diagnóstico, mostrando

que possivelmente a osteoporose tem influência sobre essa doença (WHITNEY et al., 2004).

Nesse sentido, Ordu Gokkaya; Koseoglu; Albayrak, (2008) avaliaram a função pulmonar de mulheres com osteoporose e os resultados mostraram capacidade aeróbia diminuída em mulheres com osteoporose quando comparadas a mulheres sem a doença.

Os efeitos benéficos da atividade física sobre o tecido ósseo tanto em indivíduos jovens, quanto na prevenção e tratamento da osteoporose são evidentes. Entretanto os mecanismos pelos quais a atividade física estimula o aumento da DMO ainda são investigados (CADORE; BRETANO; KRUEL, 2005; CUSSLER et al., 2003; MIYABARA et al., 2007; OCARINO; SEKARIDES, 2006; STENGEL et al., 2005).

Os efeitos da atividade física sobre a DMO variam de acordo com a modalidade de exercício praticada. Para estimular positivamente a DMO, o exercício precisa ser de alta intensidade e grande volume, principalmente com sobrecarga atuante. Por isso o TP tem sido muito utilizado para estimular a DMO e conseqüentemente a prevenção da osteoporose (HUMPHRIES et al., 2000).

O TP provoca estímulos osteogênicos devido ao estresse mecânico gerado nos ossos. Mas o processo fisiológico responsável pela resposta a esse esforço não é claramente explicado (CADORE; BRETANO; KRUEL, 2005).

Algumas investigações a esse respeito abordam o efeito piezoelétrico ósseo, que são sinais bioquímicos que parecem refletir um campo elétrico, possivelmente pela sobrecarga aplicada. Em outras palavras, essas ações mecânicas geram diferenças no potencial elétrico dos ossos que agem como um campo elétrico, estimulador da atividade celular, levando à deposição de minerais nos pontos de estresse (ASTRAND; RODAHL, 2006; MAIMON et al., 2003).

As regiões com maior quantidade de osso trabecular, como a coluna lombar, respondem melhor ao exercício, possivelmente por serem metabolicamente mais ativas. As regiões com maior quantidade de osso cortical, como o fêmur, também apresentam resposta de aumento na DMO ao exercício (KEMMLER et al., 2002). Esse efeito da atividade física na DMO geralmente ocorre especificamente nos locais que

suportam o estresse, embora se tenha observado um efeito sistêmico da atividade física na DMO (GOING et al., 2003).

A prevenção para a osteoporose pós-menopáusia dá-se através da inibição do processo de reabsorção óssea, seja com terapia medicamentosa, terapia de reposição hormonal, exercício físico, ou de uma combinação entre elas (CHOI; IM; KIM, 2008).

Pesquisas analisando a incidência de fraturas do quadril em mulheres na pós-menopausa mostraram que a ingestão de cálcio tem menor influência na prevenção dessas fraturas que a ingestão adequada de vitamina D (FESKANICH; WILLETT; COLDITZ, 2003).

Estudos têm demonstrado o efeito positivo do TP sobre a DMO de mulheres na pós-menopausa. Essas mudanças provocadas pelo TP variam de acordo com o tempo de intervenção bem como da intensidade de treinamento proposta (BINDER; KOHRT, 2000; CADORE; BRETANO; KRUEL, 2005; CUSSLER et al., 2003; DELANEY, 2006; DOUCHI et al., 2002; JOVINE et al., 2006; KERR et al., 2001; MEZQUITA-RAYA et al., 2001; SEEMAN, 2008; STENGEL et al., 2005; VINCENT; BRAITH, 2002).

Os estudos com TP, realizados com alta intensidade parecem exercer melhor resposta para aumento da DMO, comparados aos realizados com intensidade leve (HUMPHRIES et al., 2000; PETRANICK; BERG, 1997; VINCENT; BRAITH, 2002). As pesquisas que envolviam um longo tempo de intervenção mostraram-se mais eficazes para aumento da DMO em relação aos programas de curta duração (ASIKAINEN, KUKKONEN-HARJULA; MIILUNPALO, 2004; HUMPHRIES et al., 2000; KERR et al., 2001).

Bocalini et al. (2009) realizou uma intervenção de 24 semanas de TP em mulheres menopausadas brasileiras, onde os resultados encontrados mostraram melhora dos parâmetros da composição corporal, aumento da força muscular e somente a manutenção da DMO.

Dentre os exercícios físicos, o TP tem sido a forma mais difundida em relação à manutenção e aumento da DMO, sendo o impacto de outras formas de exercício menos eficazes para preservar a DMO nesta população. A caminhada, por exemplo,

exerceu um efeito positivo sobre a preservação da DMO na região do fêmur, entretanto o mesmo efeito não ocorreu na DMO da região da coluna lombar (JAMES; CARROLL, 2008).

Outros estudos mostraram disparidade nos efeitos do TP sobre a DMO, em diferentes regiões corporais analisadas. A região do colo do fêmur mostrou maior responsividade ao TP em relação à região da coluna lombar (RYAN et al., 2004; VINCENT; BRAITH, 2002).

Ressalta-se que mudanças na DMO dependem de vários fatores, como a prática regular de atividade física, ingestão adequada de cálcio e vitamina D, níveis hormonais femininos e fatores genéticos (FESKANICH; WILLETT; COLDITZ, 2003; LEWIN et al., 1997).

Os estudos encontrados sobre TP na tentativa de melhorar ou preservar a DMO, apresentam resultados inconsistentes no que se refere a metodologia do TP: quanto a alta e baixa intensidade (HUMPHRIES et al., 2000; VINCENT; BRAITH, 2002), quanto ao tempo de duração (BOCALINI et al., 2009; CUSSLER et al., 2003; KEMMLER et al., 2004) suplementação de cálcio (CUSSLER et al., 2003; KERR et al., 2001), e ou suplementação vitamínica (FESKANICH; WILLETT; COLDITZ, 2003), TRH (KOMULAINEN et al., 2000) e poucos avaliaram o efeito isolado do exercício físico (BOCALINI et al., 2009; ROSSATO et al., 2007), justificando assim a necessidade de estudos sobre o efeito isolado do TP sobre a DMO, bem como num período curto de intervenção.

2.5 Menopausa e Taxa Metabólica de Repouso

A taxa mínima de energia consumida para manter as funções fisiológicas vitais no estado de repouso é conhecida como a taxa metabólica basal (MELBY, 1993; McARDLE; KATCH; KATCH, 2008). Nessas condições não estão incluídos os efeitos térmicos dos alimentos, e o gasto calórico com atividade física.

O período pós-absortivo compreende o período onde os macronutrientes não estão mais sendo absorvidos para o interior dos tecidos. Esse período pode durar cerca

de 10 a 12 horas após a última refeição (ALBERTIN-LEHEUDRE; GOULET; DIONE et al., 2008; LEAL; FONSECA, 2007).

A TMR se refere à soma dos processos metabolicamente ativos necessários para manter a homeostase e as funções corporais no estado de repouso (McARDLE; KATCH; KATCH, 2008)

A medida da TMR é realizada de 3 a 4 horas após refeição leve, sem qualquer realização de atividade física previa. Sendo assim o valor da TMR está ligeiramente acima dos valores basais.

A TMR representa o principal componente do gasto energético diário (GED), podendo corresponder entre 60 a 75% do gasto total. Participam também do GED o efeito térmico dos alimentos, $\approx 10\%$ do GED, e gasto energético (GE) com atividade física (agudo ou crônico), entre 15 a 30% do GED (FOREAUX; PINTO; DÂMASO, 2006).

A determinação da TMR depende, em grande parte, da quantidade de MM e também pelo GED dos tecidos metabolicamente ativos como coração, cérebro, rins e fígado (GALLAGHER et al., 2006; NELSON et al., 1992), mostrando diferenças entre a etnia branca e negra. Nos negros a MM possui maior influência na estimativa da TMR que os órgãos, comparados aos brancos.

A idade e o sexo são fatores determinantes para o metabolismo de repouso. As mulheres, por exemplo, apresentam gasto energético de repouso cerca de 5 a 10% menor em relação ao gasto energético em homens, em consequência das diferenças metabólicas específicas de ambos os sexos (FERRARO et al., 1992).

A idade parece ter uma relação inversa com a TMR. Essa relação está atribuída a fatores tais como a quantidade diminuída de MM e concomitante aumento da massa gorda (MG), conteúdos de fluidos corporais, alterações na temperatura corporal, alterações hormonais, área corporal total, inatividade física e fatores genéticos (ANTUNES et al., 2005).

O decréscimo da TMR com a idade, especificamente nas mulheres, também pode ser resultado das alterações na composição corporal causadas pela menopausa (DAY et al., 2005). A partir dos 20 anos de idade a TMR tem declínio de cerca de 2% por década nas mulheres e a diminuição da MM tem influência direta nessa redução (ARMELLINI et al., 2000).

A fase da menopausa parece contribuir de maneira mais significativa para o decréscimo da TMR que o processo de envelhecimento em si, devido à diminuição dos níveis de hormônios femininos (ALBERTIN-LEHEUDRE; GOULET; DIONE, 2008).

As alterações na composição corporal provenientes da menopausa podem influenciar a diminuição da TMR, devido à redução da MM, o aumento e redistribuição da gordura corporal, e subsequente aumento da MCT (JANSSEN et al., 2002; STERNFELD et al., 2005). As alterações na DMO e o uso de TRH também possuem correlações fortes com a TMR (ALBERTIN-LEHEUDRE; GOULET; DIONE, 2008; ANDERSON et al., 2001; CHOI; PAI, 2003; DAY et al., 2005).

Embora seja atribuída somente à MM uma função metabolicamente ativa, há investigações sobre efeitos semelhantes para a MG. Sendo assim a TMR pode ter correlação positiva com a quantidade de gordura corporal. A quantidade de gordura corporal parece não ser a variável mais relacionada com a TMR e sim a sua localização no corpo, principalmente na região abdominal no que se refere às mulheres (LUHRMANN; HERBERT; NEUHAUSER-BERTHOLD, 2001).

Estudo realizado por Trevisan e Burini (2007) buscou avaliar os efeitos da atividade física sobre a TMR e mostrou que o exercício mais abordado é o TP, por sua característica hipertrófica.

Um assunto muito discutido atualmente é o efeito EPOC ocasionado pelo TP, fator que influencia diretamente a TMR, aumentando o GE mesmo após o término da atividade física (FOREAUX; PINTO; DÂMASO, 2006; MATSUURA; MEIRELLES; GOMES, 2006; RYAN et al., 1995).

Contudo o TP pode influenciar diretamente o aumento da TMR e a intensidade do exercício parece ter maior magnitude sobre o EPOC que a duração (BORSHEIM; BAHR, 2003; HUNTER; MCCARTHY; BAMMAN, 2004).

Pesquisa realizada por Luhrmann; Herbert; Neuhauser-Berthold (2001) buscou avaliar as relações da gordura abdominal e periférica com a TMR, mas os resultados mostraram que somente a gordura localizada na região abdominal teve influência sobre a TMR em mulheres.

Um estudo não muito recente (SPARTI et al., 1997) mostrou que a MG é também um importante preditor da TMR, explicando 2% a 3% da variabilidade de sua

estimativa. Estes resultados também confirmam as observações da pesquisa de Tataranni e Ravussin (1995), realizada com jovens e pessoas de meia-idade, onde os resultados mostraram que a MG corresponde entre 1% a 10% da variabilidade da TMR.

Santa-Clara et al. (2006) avaliaram a resposta da TMR, após seis meses de exercícios aeróbios, em mulheres americanas, na pós-menopausa, caucasianas e africanas. O programa de treinamento não foi suficiente para alterar os valores da TMR, assim como para a manutenção da mesma.

Estudos realizados em populações jovens (DOLEZAL; POTTEIGER, 1998; POTTEIGER et al., 2008) mostraram que o exercício físico, treinamento concorrente e TP, influenciaram um aumento nos valores da TMR, em períodos curtos de intervenção, 10 e 16 semanas, respectivamente.

Osterberg e Melby (2000) avaliaram o efeito agudo do TP sobre o EPOC e a TMR em mulheres jovens. A TMR mostrou valores elevados um dia após a realização dos exercícios. Já para o EPOC os resultados mostraram elevação modesta, mas não prolongadas dos valores.

Poehlman et al. (2002) avaliaram o efeito agudo e crônico de diferentes protocolos de treinamento, TP e treinamento concorrente, sobre o gasto energético diário de mulheres jovens. O GED mostrou sofrer maior influência da energia gasta na realização dos exercícios em comparação ao gasto energético crônico após a realização dos mesmos.

No que se referem à população idosa, alguns resultados sobre a resposta da TMR, após programas de exercícios, ainda são controversos. Antunes et al. (2005) após seis meses de programa de exercícios aeróbios em homens idosos, não encontrou em seus resultados o aumento dos valores da TMR.

Hunter et al. (2000) avaliaram o efeitos de 26 semanas de TP sobre o GER de homens e mulheres idosos, e os resultados encontrados mostraram aumento sobre o GER, entretanto a TMR não foi avaliada nesse estudo.

A pesquisa realizada por Trevisam e Burini (2007), avaliou o efeito de 16 semanas de TP sobre a composição corporal e GER de mulheres na pós-menopausa, encontrando alterações positivas e significantes em relação aos componentes da composição corporal e GER. Entretanto a amplitude de idade população estudada envolveu

mulheres na meia-idade e idosas, o que dificulta a generalização dos resultados encontrados.

Perante as disparidades dos estudos encontrados, no que se refere à população em questão, metodologia e tipo de treinamento proposto bem como o tempo ideal de intervenção, surge a necessidade de novos estudos para avaliar o efeito do TP sobre a TMR de mulheres na pós-menopausa.

2.6 Menopausa e Capacidade Aeróbia

O declínio da capacidade aeróbia, notadamente expressa pelo $\dot{V}O_2$ máximo e limiar anaeróbio, está entre as principais e mais importantes alterações fisiológicas decorrentes do processo de envelhecimento tanto para homens quanto para mulheres (FLEG et al., 2005).

O $\dot{V}O_2$ máximo é determinado pela capacidade do sistema cardiovascular em fornecer sangue oxigenado para o trabalho muscular, refletindo no débito cardíaco máximo e a capacidade do músculo em extrair o oxigênio do sangue (WEISS et al., 2006). Também pode ser descrito como a quantidade máxima de oxigênio que pode ser captado, transportado e consumido pelo metabolismo celular enquanto o indivíduo realiza um exercício dinâmico envolvendo uma grande porcentagem da massa muscular corporal (FLETCHER et al., 2001; WEISS et al., 2006).

O termo LAn (limiar anaeróbio) foi introduzido por Wasserman e McLroy (1964) e definido como a intensidade de esforço anterior ao aumento exponencial do lactato no sangue em relação aos níveis de repouso. Representa a zona de transição metabólica, onde estima-se a maior ou menor participação de cada uma das vias metabólicas em exercícios progressivos (McLLELLAN, 1985).

O limiar anaeróbio pode ser determinado de forma não invasiva pelas alterações de trocas gasosas e ventilatórias que ocorrem no exercício. Em um teste de esforço de carga progressiva, a ventilação pulmonar aumenta proporcionalmente ao aumento do consumo de oxigênio até determinada intensidade, acima da qual passa a aumentar acima das necessidades metabólicas (hiperventilação). Essa intensidade

correspondente ao limiar anaeróbio, pois a análise de amostras seriadas de sangue obtidas durante o teste revelou aumento concomitante da concentração plasmática de lactato (WASSERMAN; McILROY, 1964).

Nas últimas décadas, limiares metabólicos tem sido alvo de diversas investigações dentro da fisiologia do exercício, sendo considerados parâmetros extremamente importantes para a avaliação da capacidade aeróbia e utilizado na prescrição da intensidade do treinamento, bem como no controle dos efeitos do treinamento e também na predição de desempenho físico (JACOBS, 1986; KINDERMANN; SIMON; KEUL, 1979; MEYER; GABRIEL; KINDERMANN, 1999; KEITH; JACOBS; MCLELLAN, 1992; GASKILL et al., 2001; COYLE, 1995, COULE et al., 1991; ROECKER et al., 1998; SOUZA et al., 2008).

Numerosos estudos demonstram um declínio no $\dot{V}O_2$ máximo tanto em indivíduos treinados quanto não-treinados por década de vida (FITZGERALD et al., 1997; FLEG; LAKKATA, 1988; HAWKINS; WISWELL, 2003; STATHOKOSTAS et al., 2004; WEISS et al., 2006).

Uma análise longitudinal de 10 anos, que avaliou a taxa de declínio do $\dot{V}O_2$ em homens e mulheres funcionalmente independentes, mostrou uma taxa de declínio do $\dot{V}O_2$ de 7% em mulheres e uma taxa mais acentuada para homens com cerca de 14% de declínio, no período avaliado (STATHOKOSTAS et al., 2004).

Fleg et al. (2005) analisaram longitudinalmente o declínio do $\dot{V}O_2$ pico em 375 mulheres e 435 homens de idades entre 21 a 87 anos. A taxa de declínio da capacidade aeróbia dos adultos não se mostrou constante, como assumida por estudos outros transversais, mas acelera-se acentuadamente com a idade a cada década, especialmente nos homens, independentemente de hábitos de atividade física.

O declínio do $\dot{V}O_2$ está ligado a adaptações centrais e periféricas, como a diminuição da FC e a redução da MM (HAWKINS; WISWELL, 2003).

A diminuição do débito cardíaco e da diferença arteriovenosa de oxigênio tem igual importância no declínio do $\dot{V}O_2$ que acompanha o processo de envelhecimento (WEISS et al., 2006). A diminuição da MM, também observada nesse período, pode explicar grande parte desse declínio, em indivíduos não treinados (FLEG; LAKATTA, 1988).

Esse declínio do $\dot{V}O_2$ está associado à diminuição da independência funcional, da qualidade de vida e conseqüentemente de maiores incidências de doenças cardiovasculares e outras causas de mortalidade (HAWKINS; WISWELL, 2003). Embora a idade seja grande responsável por esse declínio, decréscimos na atividade física vigorosa e massa muscular exacerbam esse processo (TOTH et al., 1994).

Eskurza et al. (2002) avaliou o declínio da capacidade aeróbia máxima associados com a idade, e os resultados encontrados não mostraram diferença nas taxas de declínio em mulheres saudáveis, treinadas ou não treinadas.

Os treinamentos, aeróbio e com pesos, induzem adaptações musculares distintas (TANAKA; SWENSEN, 1998) podendo ser antagônicas para a melhoria da força e da performance aeróbia (CHTARA et al., 2005).

O TP é constituído de cargas elevadas e baixo número de repetições, enquanto o treinamento aeróbio envolve baixa carga e elevado número de repetições. Como resultado dessas diferenças, cada treinamento promove adaptações fisiológicas distintas nos músculos treinados (CHTARA et al., 2005).

Algumas adaptações do TP são: hipertrofia das fibras musculares, aumento de proteínas contráteis, redução da densidade mitocondrial, diminui a atividade do metabolismo de enzimas oxidativas, efeito mínimo sobre a densidade capilar e conversão de fibras de contração muscular rápida (tipo II) para as fibras de contração muscular lenta (tipo I) (CHTARA et al., 2005; MILLET et al., 2002; TANAKA; SWENSEN, 1998).

Nesse sentido, as adaptações promovidas pelo treinamento aeróbio são: pouca ou nenhuma hipertrofia muscular, aumento do conteúdo mitocondrial, aumento das enzimas oxidativas, possibilidade de conversão de fibras de contração muscular rápida (tipo II) para as fibras de contração muscular lenta (tipo I) (CHTARA et al., 2005; MILLET et al., 2002; TANAKA; SWENSEN, 1998).

Os primeiros estudos que avaliaram os efeitos do TP sobre o desempenho de corrida foi desenvolvido em indivíduos não treinados, o que limitou que os resultados fossem aplicados em indivíduos treinados. Contudo esses resultados mostraram que o TP melhora a força de membros inferiores e isso resulta em melhor desempenho na esteira (economia de corrida), entretanto essas adaptações não são acompanhadas de incrementos

no $\dot{V}O_2$ máximo (GETTMAN et al., 1978; HICKSON; ROSENKOETTER; BROWN, 1980).

A economia de corrida, ou de movimento, pode ser definida como o custo de oxigênio ($\dot{V}O_2$) para uma dada velocidade submáxima de corrida (DANIELS, 1985). O TP de explosão tem sido bem reportado para promover melhorias na economia de corrida (SAUNDERS et al., 2004).

Entretanto, o estudo de Guglielmo et al. (2009), que utilizou prescrições do TP, para melhorar a força ou a explosão, mostrou que o treinamento de força portou-se de maneira mais efetiva promover a economia de corrida.

O TP, com ênfase na adaptação neural, realizados em atletas de endurance, foi eficaz no incremento da força muscular e esta por sua vez promoveu melhoras na capacidade aeróbia através da economia de movimento (HOFF; GRAN; HELGERUD, 2002).

Em mulheres ciclistas jovens, a força de agachamento mostrou melhora significativa após 12 semanas de TP, realizado com alta intensidade e poucas repetições, entretanto não foi suficiente para promover melhora no desempenho aeróbio (BISHOP et al., 1999).

Dionne et al. (2004) comparou mulheres jovens e idosas, após seis meses de TP, e somente as mulheres jovens obtiveram aumento significativo do $\dot{V}O_2$ máximo após a intervenção.

Por outro lado, Kallinen et al. (2002) não observaram modificações significantes no $\dot{V}O_2$ máximo de idosas com idade entre 76 e 78 anos após 18 semanas de TP.

Ades et al. (1996) verificaram, após 12 semanas de TP, melhorias significantes no tempo de caminhada a 80% do $\dot{V}O_2$ máximo na ordem de 38% em idosas com 65 a 78 anos, sem que tenha ocorrido alteração no $\dot{V}O_2$ máximo. Os resultados também indicaram que a melhora do tempo de caminhada estava significativamente relacionada com os aumentos da força muscular.

Além disso, a maioria dos resultados que encontraram melhoras no $\dot{V}O_2$ máximo, quando analisados em termos relativos ($\dot{V}O_2$ máximo/kg de peso corporal), não são significantes. A melhora dos mecanismos periféricos como a força de membros

inferiores e consequentemente a melhoria da economia de corrida ou de movimento, influenciados pelo TP, apresenta respostas controversas quanto à melhora da potência e capacidade aeróbia. As disparidades são encontradas entre atletas e indivíduos não treinados, especificidade do esporte, gênero, idade e tempo de intervenção.

Não foram encontradas na literatura, pesquisas que avaliaram os efeitos do TP, sobre a capacidade e potência aeróbia especificamente em mulheres na pós-menopausa. Surge assim, a necessidade de estudos para avaliar a resposta do $\dot{V}O_2$ após intervenção com o TP para a população em questão.

2.8 Menopausa e Treinamento com Pesos

O envelhecimento está associado a declínios na capacidade funcional de sistemas neuromusculares, resultando em diminuição da força máxima e potência muscular (IZQUIERDO et al., 2001).

O músculo esquelético está sujeito a vários estresses durante as atividades de vida diária. A capacidade de adaptação e remodelação proporciona proteção contra tais estresses. Essas adaptações ocorrem na estrutura muscular, incluindo mudanças na transcrição de uma série de proteínas. Falhas nesses processos são notadas em indivíduos idosos e podem ser prejudiciais aos mesmos. Os músculos esqueléticos tornam-se menores e mais fracos com a idade. Esta perda de massa muscular resulta em uma redução da capacidade de gerar força e realizar as tarefas da vida diária (CLOSE et al., 2005).

O TP tem sido amplamente utilizado com o objetivo de proporcionar modificações corporais positivas, desde a preparação de atletas de alto rendimento, até para ocasionar benefícios à saúde das pessoas em geral (ACSM, 2002; AHA, 2001). Os principais benefícios do TP para a saúde incluem combate à sarcopenia, a redução de fatores de riscos de doenças cardiovasculares, prevenção da osteoporose, e aumentar a autonomia de movimentos dos idosos (ACSM, 2002; FIATARONE; EVANS, 1993; OUELLETTE et al., 2004).

O TP pode ser uma intervenção, mesmo em curto período, eficaz para melhora da força e potência musculares (ELLIOT; SALE; CABLE, 2002; FIATARONE et

al., 1990; FIELDING et al., 2002; HURLEY; ROTH, 2000; SIGNORILE et al., 2005) e das estruturas musculares que são deterioradas pelo avanço da idade (GABRIEL et al., 2006). Conforme a musculatura esquelética torna-se mais forte, suportando cargas mais elevadas, os ligamentos, tendões e ossos também tendem a se adaptar para resistirem trabalhos de maior intensidade (STONE, 1988; WARBURTON; GLEDHILL; QUINNEY, 2001).

Estudos investigaram os efeitos do TP sobre o risco de doenças relacionadas ao envelhecimento, onde o TP mostrou ser uma intervenção efetiva contra à sarcopenia e à osteoporose, pois contribui para o aumento da força muscular e da DMO. Outros efeitos como a redução da resistência à insulina, diminuição da gordura total e abdominal, aumento da TMR, redução do risco de quedas, melhora da dor provocada pela osteoartrite e efeitos benéficos sobre a pressão arterial também foram encontrados. (HURLEY; ROTH, 2000; RHODES et al., 2000).

Os benefícios do TP não são atrelados apenas ao aumento da força (AHMAD, 2000), mas também à DMO (CUSSLER et al., 2003; DOUCHI et al., 2002), ao sistema cardiovascular, às mudanças na composição corporal (BEMBEN et al., 2000), à flexibilidade e à resistência (ADAMS et al., 2001; BERTOVIĆ et al., 1999).

As recomendações da prescrição para o TP, com objetivo de hipertrofia muscular, diferenciam-se de acordo com o nível de treinamento dos praticantes (iniciantes, intermediários e avançados) e de acordo com a intensidade do TP que está dividida em: intensidade leve (60-70% de 1-RM), intensidade moderada (70-80% de 1-RM) e intensidade alta (70-100% de 1-RM, com ênfase em 70-85% de 1-RM) (ACSM, 2002).

Entretanto os benefícios do TP parecem ser dependentes da intensidade do treinamento realizado. Estudos mostram diferenças entre os benefícios do treinamento de baixa e alta intensidade sobre a composição corporal, DMO e indicadores de força (BEMBEN et al., 2000; ELLIOT; SALE; CABLE, 2002; SILVA et al., 2006; VINCENT; BRAITH, 2002).

O TP de alta intensidade mostrou melhores resultados sobre a DMO que o treinamento de baixa intensidade. Após seis meses de intervenção constatou-se aumento na remodelação óssea, que ao longo do tempo pode levar a alterações na DMO de mulheres na pós-menopausa (VINCENT; BRAITH, 2002).

O treinamento de intensidade baixa mostrou-se eficaz para alterações na força muscular, entretanto não foi satisfatório sobre alterações no perfil lipídico de mulheres na pós-menopausa (ELLIOT; SALE; CABLE, 2002). Também não demonstrou adaptações positivas para a função locomotora em idosos (MIAN et al., 2007).

Segundo Bembem et al. (2000) o treinamento de baixa intensidade mostrou melhora significativa para a força e hipertrofia muscular e pode ser prescrito quando o treinamento de alta intensidade é contra-indicado.

As quedas nos idosos, muitas causam fraturas, que acabam acarretando dependência para viver, com altos índices de morbidade e mortalidade. Nesse sentido contatou-se o TP como eficaz para prevenção de quedas e melhora no equilíbrio de idosos (RHONDA ORR et al., 2008).

O tempo de intervenção também parece ter influência significativa sobre os efeitos do TP. Um estudo mostra que 12 semanas de intervenção com o TP promovem melhoras significativas na força muscular, tanto de membros superiores quanto inferiores, entretanto não demonstraram alterações na composição corporal de mulheres idosas (SILVA et al., 2006).

No entanto, estudos encontrados na literatura sobre TP, possuem grande diversidade nos protocolos de treinamento utilizados, dificultando a interpretação dos resultados. Além disso, há também diferença entre as pesquisas no que se refere à magnitude do treinamento, que envolve volume e intensidade (MARX et al., 2001).

A prescrição de treinamentos através de intensidades fixas em relação a % de 1-RM pode ser uma limitação em pesquisas envolvendo TP, visto que alguns estudos mostram que o número de repetições para dado % de 1-RM pode ser diferente para diversos exercícios, o que pode gerar intensidades diferentes entre os grupamentos musculares envolvidos no programa de TP (BIRD, TARPENNING; MARINO, 2005; HOEGER et al., 1987; PEREIRA; GOMES, 2003).

A prescrição por zonas de repetições máximas (RM) é um meio alternativo de se quantificar a intensidade do esforço. Por definição, RM é a maior carga que um indivíduo pode levantar para uma determinada amplitude de repetições (FRY, 2004).

Os ganhos de força decorrentes do TP, inicialmente são atribuídos às adaptações neurais, posteriormente, a partir da sexta e sétima semana, a hipertrofia muscular passa a exercer progressivamente maior parcela de contribuição nos aumentos de força muscular (PHILLIPS, 2000).

Contudo, a real velocidade e inter-relações com que cada um desses processos contribui para o aumento da força muscular ainda não estão bem estabelecidas. A literatura aponta que conjuntamente com as adaptações neurais, a hipertrofia muscular é a principal moduladora dos níveis de força muscular (HÄKKINEN; ALEN; KOMI, 1985; KRAEMER; DESCHENES; FLECK, 1988; McCARTHY; POZNIAK; AGRE, 2002).

Na Figura 2, é possível observar o modelo teórico da relação entre a intensidade do treinamento com pesos e nível de hipertrofia muscular esperada.

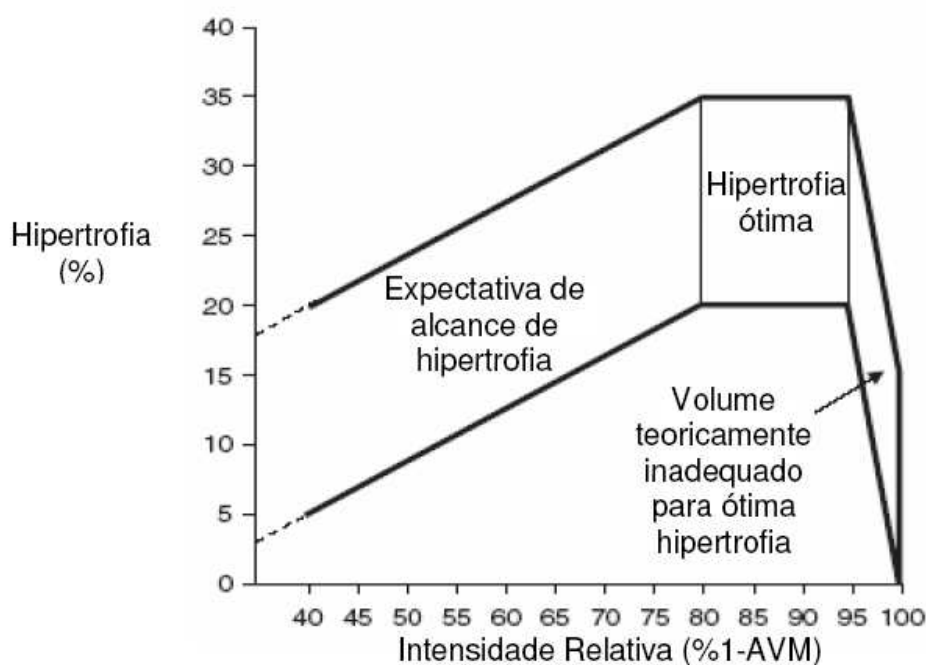


Figura 2.2 Modelo teórico da relação entre a intensidade do treinamento com pesos (% de 1-RM) e nível de hipertrofia muscular esperada (adaptado de FRY, 2004).

Embora testes de uma repetição máxima (1-RM) sejam frequentemente utilizados para a avaliação da força muscular, acredita-se que os resultados obtidos possam ser afetados pela falta de familiarização prévia, mesmo em sujeitos com experiência em exercícios com pesos.

O trabalho de familiarização é importante mesmo em indivíduos treinados, sendo recomendado por Dias et al. (2005) de duas a três sessões.

Embora a prescrição por RM apresente vantagens em relação à prescrição baseada em % de 1-RM, pois não exige sucessivos testes de 1-RM para reajustes de carga, existe pouca informação a respeito do impacto dessa prescrição no comportamento da força muscular e em pessoas na fase de envelhecimento (SILVA et al., 2006).

Existe ainda a necessidade de mais pesquisas utilizando a prescrição por zona alvo de RM em populações em fase de envelhecimento.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

- Analisar o efeito do TP sobre indicadores de força muscular, taxa metabólica de repouso, densidade mineral óssea e capacidade aeróbia de mulheres na pós-menopausa, após 16 semanas de intervenção.

3.2 Objetivos Específicos

- Analisar o efeito do TP sobre os componentes da composição corporal (massa corporal total, massa magra, massa gorda, percentual de gordura, soma de dobras cutâneas e área muscular do braço);
- Analisar as correlações existentes entre os indicadores de força muscular e a composição corporal (massa magra e massa gorda) e indicador de hipertrofia (área muscular de braço);
- Analisar as relações entre a TMR e a composição corporal (circunferência de cintura, massa magra, massa gorda, gordura relativa, soma de dobras cutâneas), $\dot{V}O_2$ pico e indicadores de força muscular;
- Analisar as correlações entre a DMO, componentes da composição corporal, $\dot{V}O_2$ pico e indicadores de força muscular.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Voluntárias Estudadas

Participaram da pesquisa, 22 voluntárias, clinicamente saudáveis, subdivididas em dois grupos: grupo treinado (GT) n=12, e grupo controle (GC) n=10.

A tabela 1 apresenta as características iniciais da amostra estudada, como idade, estatura, tempo e idade de ocorrência da menopausa.

Tabela 1. Valores médios e desvio-padrão das características da amostra estudada.

VARIÁVEIS	GT	GC
Idade (anos)	53,66 ± 3,65	52,73 ± 7,18
Tempo de Menopausa (anos)	6,83 ± 3,86	7,5 ± 5,98
Idade da Menopausa (anos)	46,83 ± 4,42	45,72 ± 5,88

4.2 Planejamento Geral da Investigação

Foram pré-selecionadas inicialmente 81 voluntárias, destas foram aprovadas 54 voluntárias. Dentre elas 15 voluntárias desistiram de participar por motivos diversos. Iniciaram a pesquisa 39 voluntárias, somente 33 completaram o tempo total da intervenção e apenas 22 realizaram todos os testes e assim foram incluídas nesse estudo.

Como critérios de inclusão, as voluntárias deveriam estar na pós-menopausa (ausência mínima de 12 meses de menstruações), não ser ativas fisicamente, não terem participado regularmente de nenhum programa de TP ao longo dos últimos seis meses precedentes ao início do experimento e não fazer uso de qualquer tipo de TRH.

Os critérios de exclusão foram: cardiopatias graves, obesidade mórbida, Diabetes Mellitus e problemas ósteomusculares severos. Para tal, as voluntárias foram submetidas a exames clínicos realizados por médico especialista do Hospital das Clínicas da UNICAMP.

A tabela 2 apresenta a distribuição no GT e GC segundo o tipo de menopausa, hábitos tabagistas e paridade.

Tabela 2. Classificação da amostra, valores totais e percentuais (%).

Classificação		GT		GC	
		Total	%	Total	%
Menopausa	Natural	6	50	9	90
	Cirúrgica	6	50	1	10
Tabagismo	Não	9	75	10	100
	Sim	3	25	0	0
Filhos	0	0	0	2	20
	1	4	33,3	1	10
	2	3	25	4	40
	3	5	41,7	1	10
	>4	0	0	2	20

Todas as voluntárias foram aconselhadas a não mudar o padrão dos hábitos alimentares no decorrer da pesquisa, entretanto nenhuma restrição ou aconselhamento alimentar foi realizado.

As avaliações funcionais foram realizadas nas dependências do Laboratório Fisiologia do Exercício (FISEX) e na área destinada à sala de musculação da Faculdade de Educação Física da UNICAMP, foram subdivididas em sessões experimentais, de forma que, os protocolos de avaliação de uma mesma sessão não interferissem nos resultados uns dos outros. Nenhuma das voluntárias fazia uso de qualquer medicação que pudesse interferir nas respostas fisiológicas dos testes. A avaliação inicial e as reavaliações posteriores foram realizadas num mesmo período do dia, procurando evitar uma possível interferência de variações circadianas.

4.3. Aspectos Éticos da Pesquisa

Após as voluntárias serem esclarecidas e conscientizadas sobre a proposta deste estudo, onde os procedimentos realizados comprometeram-se com o máximo de benefícios e o mínimo de danos e riscos, as voluntárias que concordaram em participar do mesmo, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Ainda em relação aos aspectos éticos deste projeto, um ponto importante a ser levantado, refere-se a relevância social da pesquisa com vantagens significativas para as voluntárias envolvidas, o que garante a igual consideração dos interesses das duas partes, adequando-se aos princípios científicos que a justifiquem, fundamentada na experimentação prévia, obedecendo a metodologia adequada proposta, cujo detalhamento faz parte do termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice A).

A presente pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP (parecer CEP- FCM/UNICAMP nº 248/2004, com adendo em 2007).

4.4. Delineamento do Estudo

O estudo teve duração total de 20 semanas divididas da seguinte maneira:

Semana 1 – Familiarização ao treinamento;

Semana 2 – Teste de 1-RM- momento inicial (MI);

Semana 3 à 10 - E1;

Semana 11 – Teste de 1-RM e reavaliações – momento transição (MT);

Semana 12 à 19 – E2;

Semana 20 – Teste de 1-RM e avaliações finais - momento final (MF).

Momentos	MI		E1								MT	E2								MF
Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Figura 3. Delineamento do estudo: E = etapas do estudo, M = momentos entre as etapas do estudo.

4.5. Protocolos e Testes de Avaliação

4.5.1 Avaliação Antropométrica e Composição Corporal

A avaliação da MCT e da E foi realizada de acordo com os procedimentos descritos por Gordon et al. (1989). Foram avaliadas também, medidas de circunferências bilaterais do corpo todo de acordo com as técnicas convencionais, descritas por Callaway et al. (1988).

A partir das medidas da MCT e da E calculou-se o IMC, utilizando-se a seguinte equação:

$$\text{IMC} = \text{MCT} / E^2$$

A composição corporal foi obtida pela técnica de mensuração das espessuras de dobras cutâneas. Para tal, estas dobras foram aferidas na região peitoral, abdominal, coxa, subescapular, tricipital, bicipital, axilar média, suprailíaca e panturrilha média. Tais medidas foram realizadas com a utilização de um adipometro calibrado, da marca Lange, de acordo com as técnicas descritas por Heyward e Stolarczyk (2000).

A partir das medidas antropométricas e dobras cutâneas, foi calculada a densidade corporal (JACKSON; POLLOCK; WARD, 1980) e convertido em percentual de gordura pela fórmula de Siri (1961). Para o cálculo da MG foi utilizada a seguinte equação:

$$\text{MG (kg)} = (\text{MCT} \times \% \text{ gordura}) / 100$$

A MM foi estimada utilizando-se a seguinte equação (GUEDES; GUEDES, 2006):

$$\text{MM (kg)} = \text{MCT} - \text{MG}$$

A área muscular do braço (AMB) foi calculada de acordo com a equação de Frisancho (1984):

$$\text{AMB (cm}^2\text{)} = [\text{CBD} - (\pi * \text{DCT})]^2 / 4 * \pi * 6,5$$

Onde CBD= circunferência do braço direito em cm, e DCT= dobra cutânea tricipital em cm. A AMB foi utilizada como indicador de hipertrofia muscular.

O somatório das nove dobras cutâneas está representado por: Σ -9DC. Este foi subdividido por compartimentos corporais: tronco (Σ -TR), membros superiores (Σ -MS) e membros inferiores (Σ -MI) e representam a soma das seguintes dobras cutâneas:

- Σ -9DC = peitoral, abdominal, coxa, subescapular, tricipital, bicipital, axilar média, suprailíaca e panturrilha média;
- Σ -TR = peitoral, axilar média, subescapular, suprailíaca, abdominal;
- Σ -MS = tricipital, bicipital;
- Σ -MI = coxa, panturrilha média.

4.5.2. Avaliação dos Indicadores de Força Muscular

Teste de uma repetição máxima (1-RM)

Os indicadores de força muscular foram determinados por meio do teste de uma repetição máxima (1-RM) em três exercícios, envolvendo os segmentos do tronco, membros inferiores e membros superiores. A ordem de execução dos exercícios testados foi a seguinte: supino em banco horizontal, leg press e rosca direta, respectivamente e a padronização adotada foi conforme Clarke (1973). Esses três exercícios foram escolhidos, pois envolvem grupos musculares de cada segmento corporal (tronco, membros superiores e inferiores).

Antes de executar cada exercício foi realizada uma série de aquecimento (10 repetições), com aproximadamente 50% da carga estimada para a primeira tentativa no teste de 1-RM. Após dois min do aquecimento, o teste era iniciado. As voluntárias foram orientadas a executar duas repetições, caso fossem completadas as duas na primeira tentativa, ou mesmo se não fosse completada uma única repetição, uma segunda tentativa era executada após um intervalo de recuperação de três a cinco min, conforme recomendação de Richmond et al. (2004). A carga da segunda tentativa era aumentada (caso fosse realizado duas repetições) ou diminuída (caso não fosse completada uma única repetição) àquela empregada na tentativa anterior.

Tal procedimento foi repetido novamente em uma terceira tentativa e caso ainda não fosse determinada a carga referente a uma única repetição máxima, uma nova

sessão de teste era realizada após 48 horas. Caso a repetição máxima fosse encontrada na primeira ou na segunda tentativa, era dada oportunidade adicional para a voluntária, na expectativa de valores maiores ainda serem alcançados. O número máximo de tentativas foi fixado em três, para que a fadiga muscular gerada não comprometesse os resultados finais do teste. Portanto, a carga registrada como 1-RM foi aquela na qual a voluntária conseguiu realizar uma única repetição (CLARK, 1973).

Previamente ao início do estudo foi empregado um protocolo de familiarização ao treinamento e o teste de 1-RM foi repetido em duas sessões, com intervalo mínimo de 48 horas, na tentativa de reduzir os efeitos de aprendizagem e estabelecer a reprodutibilidade dos testes nos três exercícios. Todas as voluntárias foram testadas, em situação semelhante ao protocolo adotado.

4.5.3. Avaliação da Densidade Mineral Óssea

Para a avaliação da DMO foi realizada uma parceria com o Departamento de Radiologia do Hospital das Clínicas da UNICAMP.

A avaliação da DMO foi realizada através da técnica de Absortometria Radiológica de Duplo Feixe de Raios-X (DEXA) em equipamento da marca Lunar, modelo DPX (*Lunar Radiation Corporation*, Madison, Wisconsin, USA). Foram analisadas as regiões da coluna lombar e do fêmur proximal do hemicorpo direito, segundo recomendações *International Society for Clinical Densitometry* (ISCD, 2007).

Foi utilizado o T-score para a classificação da DMO segundo a definição da Organização Mundial de Saúde (OMS) desde 1994, onde os critérios atualmente utilizados nos laudos de densitometria óssea em todo o mundo estão baseados no desvio-padrão em relação ao adulto jovem (KANIS, 1994). Os critérios são os seguintes:

- normal: desvio-padrão de até $-1,00$;
- osteopenia: desvio-padrão compreendido entre $-1,00$ até $-2,50$;
- osteoporose: desvio-padrão menor ou igual a $-2,50$.

4.5.4. Avaliação da Taxa Metabólica de Repouso

A determinação da TMR foi realizada por meio do consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$) e da produção de gás carbônico ($\dot{V}CO_2$), utilizando-se calorimetria indireta de circuito aberto pelo sistema de análise de gases (Ultima CPX, MedGraphics, USA).

As voluntárias foram orientadas a não realizar exercícios físicos, não ingerir alimentos cafeinados, bebidas com substâncias estimulantes, e ou, bebida alcoólica nas 24 horas antecedentes ao teste. As avaliações foram realizadas entre sete e nove horas da manhã, após 12 horas jejum. Também foi orientado a não realizar esforço físico algum até a sua chegada ao local da avaliação.

O teste foi realizado no FISEX, com a temperatura ambiente em torno de 23°C. Para este teste, as voluntárias usavam uma máscara facial conectada ao analisador de gases, permanecendo em silêncio, na posição supina, evitando se mexer durante 30 min, para que fosse captado a respiração à respiração, também durante o teste elas não poderiam dormir. O analisador de gases era calibrado antes de cada teste. Foram desprezados os 10 min iniciais.

Antes do início de cada teste foram coletadas medidas de FC e PA, bem como da temperatura axilar, para assegurar as condições fisiológicas necessárias para a realização do teste.

O GER diário (kcal/dia) foi calculado pela equação de Weir (1949):

$$GER = [(3,941 * \dot{V}O_2) + (1,106 * \dot{V}CO_2)] * 1440,$$

Onde: $\dot{V}O_2$ = valor médio consumido (litros/minuto) e $\dot{V}CO_2$ = valor médio expirado (litros/minuto), obtidos durante os 20 min computados para a análise.

4.5.5. Avaliação Aeróbia durante o Exercício Dinâmico

O protocolo de avaliação da potência aeróbia foi padronizado para a obtenção das variáveis fisiológicas, realizado em esteira rolante (modelo 645 – Quinton Inst Co Seattle-WA, USA), utilizando protocolo de teste tipo rampa, com incremento de velocidade de 0,3 km/h a cada 30s, de forma que a velocidade aumentasse 0,6 km/h a cada minuto e inclinação constante de 1% (JONES; DOUST, 1996). Foi realizado aquecimento a uma velocidade inicial de 4 km/h, por 2 min.

Durante o protocolo, a voluntária estava conectada ao analisador de gases expirados da marca MedGrafics, modelo CPX-Ultima, (USA), de onde foram obtidas as amostras do ar expirado respiração a respiração.

Foram obtidos os valores de $\dot{V}O_2$, atingidos na exaustão física. Os valores do $\dot{V}O_2$ foram expressos em valores relativos (ml/kg/min) e absolutos (litros/min).

Utilizamos a denominação de valores picos ($\dot{V}O_2$ pico) e não de valores máximos, pois em nenhuma das voluntárias estudadas observou-se a saturação do consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$ máximo), não ocorrendo dessa forma, um platô dos valores de $\dot{V}O_2$ (TAYLOR; BUSKIRK; HENSCHER, 1954), devido a interrupção do teste provavelmente por fadiga muscular (WASSERMAN et al., 1994).

Para considerar que durante o teste as voluntárias atingiram o $\dot{V}O_2$ pico, foram adotados os seguintes critérios: razão das trocas respiratórias $\geq 1,10$; variação de ± 5 bpm de frequência cardíaca máxima prevista para a idade (HICKSON; ROSENKOETTER; BROWN, 1980); quando as voluntárias atingiam a exaustão física que as impedia, voluntariamente, de continuar o esforço, ou seja, a percepção subjetiva de esforço > 17 (BORG, 2000).

Foram obtidos também os valores da velocidade máxima atingida na esteira (km/h) e tempo total de teste (min).

4.5.5.1 Método de análise para determinação do Limiar de Anaerobiose (LA)

Em condições submáximas, utilizando-se método de análise da inflexão das curvas de produção de dióxido de carbono e da ventilação, ou seja, onde ocorria a perda da linearidade destas variáveis em relação ao incremento linear do $\dot{V}O_2$, foi possível obter o limiar de anaerobiose (LA) pelo método ventilatório (WASSERMAN et al., 1973; WASSERMAN et al., 1999).

A determinação do LA foi realizada pelo método de inspeção visual (WASSERMAN et al., 1999). Para tanto, foram analisados os gráficos v-slope, equivalentes ventilatórios ($\dot{V}E/\dot{V}O_2$ e $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$), ventilação minuto ($\dot{V}E$) e razão das trocas respiratórias (RER) em função do tempo. Três observadores independentes determinaram o LA para cada voluntária, e a média entre os valores observados foi utilizada.

Os limiares foram expressos em valores absolutos $\dot{V}O_2$ no LA (L/min), e valores relativos $\dot{V}O_2$ no LA (mL/kg/min).

4.6. Protocolo de Treinamento com Pesos

O TP teve duração de 16 semanas, divididas em duas etapas: Etapa 1 (E1) e Etapa 2 (E2). A diferença entre as etapas foi a intensidade, forma de ordenação e prescrição dos exercícios, como detalhadas a seguir:

- E1: a prescrição dos exercícios foi de maneira alternada por segmentos, onde realizou-se três séries de 10 repetições máximas (RM) com pausa entre as séries de um minuto;
- E2: a prescrição dos exercícios foi de maneira localizada por articulação com três séries de 8 RM e intervalo entre as séries de um minuto e trinta segundos.

Essa prescrição seguiu as recomendações dos estudos apresentados pelo ACSM (2002, p. 374).

A intensidade da carga foi determinada por meio de zona alvo de RM e não em valores percentuais de 1-RM. As voluntárias foram sempre estimuladas a utilizarem

uma carga que possibilitasse a realização do número máximo de repetições estabelecidas (BIRD, TARPENNING; MARINO, 2005).

A carga foi semanalmente reajustada, onde eram realizadas duas séries de 10 ou 8 RM, de acordo com a respectiva etapa, e na terceira e última série as voluntárias realizavam o maior número de repetições possível, desde que a técnica de execução do movimento fosse mantida. Para cada repetição atingida além das RM propostas, era aumentado um quilo de carga para membro inferior e meio quilo para membro superior. Esse reajuste foi executado sempre no último dia de treino da semana, e tornou possível que o número de repetições fosse sempre mantido, entretanto com uma progressão gradativa da carga utilizada (RODRIGUES; ROCHA, 1985).

Inicialmente foi empregado um protocolo de familiarização ao protocolo de treinamento onde foram realizadas duas séries de 10 repetições em todos os exercícios propostos, com carga moderada. Esta fase antecedeu os protocolos de avaliação de 1-RM, objetivando a não subestimação dos resultados obtidos (DIAS et al., 2005; McARDLE; KATCH; KATCH, 2008).

Os exercícios propostos foram: 1) mesa extensora; 2) mesa flexora; 3) supino horizontal com barra livre; 4) puxada frente na polia; 5) rosca direta com barra livre; 6) extensão de tríceps com barra w na polia, 7) leg press horizontal; 8) abdominais, 9) elevação lateral e 10) panturrilha. A ordem dos exercícios físicos realizados obedeceu dos maiores para os menores grupos musculares.

Para os exercícios abdominais e panturrilha foram prescritos três séries de 15 repetições durante todo o período experimental.

O TP foi realizado em três sessões semanais, em dias alternados e com duração de aproximadamente 60 min/sessão. As voluntárias foram supervisionadas por professores de Educação Física durante todo o período experimental, de modo que cada professor pôde acompanhar no máximo três voluntárias.

4.7. Análise dos Dados

A análise dos dados foi realizada utilizando-se o pacote estatístico “BIOESTAT” versão 5.0. O nível de significância adotado para todas as análises foi de $p \leq 0,05$.

A normalidade da amostra foi verificada pelo teste de *Shapiro-Wilks*. Algumas variáveis não aderiam à curva normal, portanto foram utilizados testes não-paramétricos para todas as análises realizadas.

A estatística descritiva foi usada para apresentação dos resultados em média \pm DP.

Para a comparação intra e intergrupos foi utilizado o teste de *Kruskall-Wallis*.

As correlações existentes entre as variáveis foram analisadas por meio do coeficiente de correlação de *Spearman*.

O teste de *Friedman* foi utilizado para comparar a evolução da carga dos indicadores de força nas 16 semanas de treinamento.

A regressão linear foi utilizada para avaliar quais variáveis estavam relacionadas com a DMO.

5. RESULTADOS

5.1 Antropometria e Composição Corporal

Na tabela 3 são apresentados os valores das variáveis antropométricas e dos componentes da composição corporal, para ambos os grupos e momentos inicial (MI) e final (MF) do estudo.

Não foram encontradas modificações estatisticamente significantes para as variáveis antropométricas e da composição corporal, tanto entre os grupos, quanto entre os momentos do estudo.

Tabela 3. Valores médios, desvio-padrão e variação percentual ($\Delta\%$) das variáveis antropométricas e componentes da composição corporal entre os grupos e momentos MI e MF do estudo.

Variáveis	GT				GC			
	MI	MF	$\Delta\%$	p	MI	MF	$\Delta\%$	p
Estatura (m)	1,57 \pm 0,05	---	---	---	1,60 \pm 0,03	---	---	---
MCT (kg)	64,7 \pm 8,3	64,9 \pm 8,6	0,4	ns	67,3 \pm 8,6	66,8 \pm 8,0	-0,7	ns
IMC (kg/m²)	26,1 \pm 3,0	26,1 \pm 2,8	0,4	ns	26,3 \pm 2,9	26,1 \pm 2,8	-0,6	ns
% Gordura	33,9 \pm 3,6	32,1 \pm 4,7	-5,3	ns	34,4 \pm 4,8	32,5 \pm 3,2	-5,7	ns
CC (cm)	80,5 \pm 9,9	80,9 \pm 8,8	0,2	ns	80,3 \pm 7,2	81,4 \pm 6,4	1,4	ns
MM (kg)	42,5 \pm 3,8	43,8 \pm 3,6	3,0	ns	43,8 \pm 3,5	45,0 \pm 4,2	2,6	ns
MG (kg)	24,1 \pm 4,8	21,2 \pm 5,4	-4,4	ns	23,5 \pm 5,9	21,9 \pm 4,3	-6,9	ns
AMB (cm²)	27,6 \pm 2,3	27,8 \pm 1,9	0,4	ns	27,7 \pm 1,8	27,1 \pm 1,3	-2,4	ns

MCT= massa corporal total; IMC= índice de massa corporal; % Gordura= percentual de gordura; MM= massa magra; MG= massa gorda; AMB= área muscular do braço.

A tabela 4 apresenta os valores da somatória de dobras cutâneas, divididos em segmentos corporais.

Nenhuma modificação significativa foi encontrada entre os grupos e entre os momentos analisados no estudo.

Tabela 4. Valores médios, desvio-padrão e variação percentual ($\Delta\%$) da somatória das dobras cutâneas, divididas em seguimentos corporais, entre os grupos e momentos MI e MF do estudo.

Variáveis (mm)	GT				GC			
	MI	MF	$\Delta\%$	p	MI	MF	$\Delta\%$	p
Σ - 9 DC	217,9 \pm 33,7	201,3 \pm 40,3	-7,6	ns	230,3 \pm 53,0	231,0 \pm 35,2	0,32	ns
Σ - TR	131,7 \pm 28,7	120,2 \pm 33,1	-8,7	ns	139,4 \pm 30,8	141,5 \pm 15,3	1,5	ns
Σ - MS	49,8 \pm 8,7	48,2 \pm 10,5	-9,4	ns	54,4 \pm 16,4	54,9 \pm 13,0	0,9	ns
Σ - MI	36,4 \pm 7,5	33,0 \pm 7,4	-3,3	ns	36,5 \pm 11,0	34,6 \pm 8,3	-5,0	ns

Σ -9 DC=soma de 9 dobras cutâneas; Σ -TR= soma de dobras do tronco (axilar média, peitoral, subescapular, suprailíaca e abdominal); Σ -MS= soma de dobras do membro superior (bicipital e tricipital); Σ -MI= soma de dobras do membro inferior (coxa medial e perna medial).

A tabela 5 apresenta os valores de correlação entre a MG e a CC, nos MI e MF, em ambos os grupos.

Foram encontradas correlações positivas significantes entre a MG e a CC, tanto no MI quanto no MF, em ambos os grupos.

Tabela 5. Coeficiente de correlação (r) e coeficiente de determinação (r^2) entre CC e MG, entre os grupos e momentos MI e MF do estudo.

CC x MG	GT			GC		
	r	$r^2\%$	p	r	$r^2\%$	p
MI	0,84¥	70,6	0,0006*	0,87¥	75	0,0009*
MF	0,70¥	49	0,009*	0,83¥	69	0,002*

¥Correlação positiva forte (CALLEGARI-JACQUES, 2003). *p<0,05.

5.2 Indicadores de Força Muscular

Os resultados dos testes de 1-RM, que representam os indicadores de força muscular, estão apresentados na tabela 6.

Foram encontrados aumentos significantes na carga levantada nos exercícios supino, *leg press* horizontal e no Σ -F, que representa a soma dos três testes

realizados somente para o GT. Não foi encontrada modificação estatisticamente significativa para os valores da rosca direta.

Não foram encontradas modificações estatisticamente significantes para os valores de todos os testes de 1-RM do GC, nos momentos analisados no estudo.

Tabela 6. Valores médios, desvio-padrão e variação percentual ($\Delta\%$) das cargas levantadas (kg) nos testes de 1-RM e da carga total levantada nos três testes, entre os grupos e momentos MI e MF do estudo.

Variáveis (kg)	GT				GC			
	MI	MF	$\Delta\%$	p	MI	MF	$\Delta\%$	p
Supino	37,2 \pm 7,6	47,7 \pm 7,3*	28,2	$\leq 0,05$	38,3 \pm 6,1§	37,7 \pm 6,6†	-1,56	ns
Leg Press	124,7 \pm 15,9	175,3 \pm 41,9*	40,6	$\leq 0,05$	140,0 \pm 24,6	151,0 \pm 24,0	7,85	ns
Rosca	24,1 \pm 4,2	27,9 \pm 4,1	15,9	ns	23,1 \pm 3,4§	22,5 \pm 3,3†	-2,59	ns
Σ-Força	185,9 \pm 23,1	250,9 \pm 49,8*	35,0	$\leq 0,05$	201,3 \pm 26,9	211,2 \pm 29,0	4,91	ns

*representa diferença estatisticamente significativa em relação ao momento inicial, § em relação ao MF do GT, † em relação ao MF do GT.

Os valores das correlações entre os indicadores de força e os componentes da composição corporal estão apresentados na tabela 7, para os grupos e momentos analisados.

No momento inicial, as correlações (AMB x Rosca direta, MM x Σ -Força, MG x Σ -Força) apresentaram valores com diferença significantes estatisticamente, somente para o GT.

No momento final a correlações AMB x Rosca direta continuou a apresentar valor significativo, somente para o GT.

Não foram encontradas correlações significantes em nenhuma das variáveis analisadas para o GC, em ambos os momentos do estudo.

Tabela 7. Coeficiente de correlação(r) e coeficiente de determinação (r^2) entre indicadores de força muscular e componentes da composição corporal, entre os grupos e momentos MI e MF do estudo.

Variáveis	Momentos	GT			GC		
		r	r ² %	p	r	r ² %	p
AMB x Rosca	MI	0,749¥	56	0,005*	-0,190	3,6	0,59
	MF	0,654¥	42,7	0,02*	0,05	0,25	0,880
MM x Σ -Força	MI	0,580#	33,7	0,04*	0,201	4,0	0,577
	MF	0,100	1	0,769	0,231	5,3	0,520
MG x Σ -Força	MI	0,741¥	55	0,006*	0,268	7,2	0,453
	MF	0,503	25,3	0,09	0,194	3,7	0,590

¥Correlação positiva forte; # correlação positiva regular (CALLEGARI-JACQUES, 2003). *p<0,05.

5.2.1 Evolução da Carga de Treinamento

Os Gráficos 5.1, 5.2 e 5.3 mostram a evolução da carga de treinamento nos exercícios supino, leg press e rosca direta, respectivamente, para o GT.

Os Gráficos apresentam um aumento gradual das cargas de treino, durante as 16 semanas de intervenção. Foram encontrados aumentos significantes em relação à carga inicial, a partir da oitava semana progredindo até a última sessão de treino, nos três exercícios analisados.

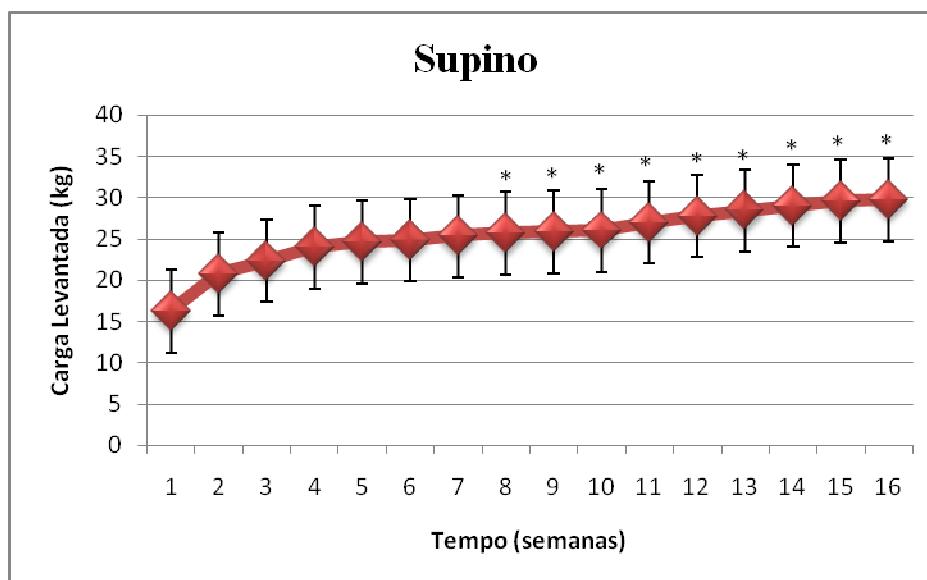


Gráfico 5.1. Evolução da carga de treino no exercício supino (GT)

*diferença estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$) em relação à semana 1.

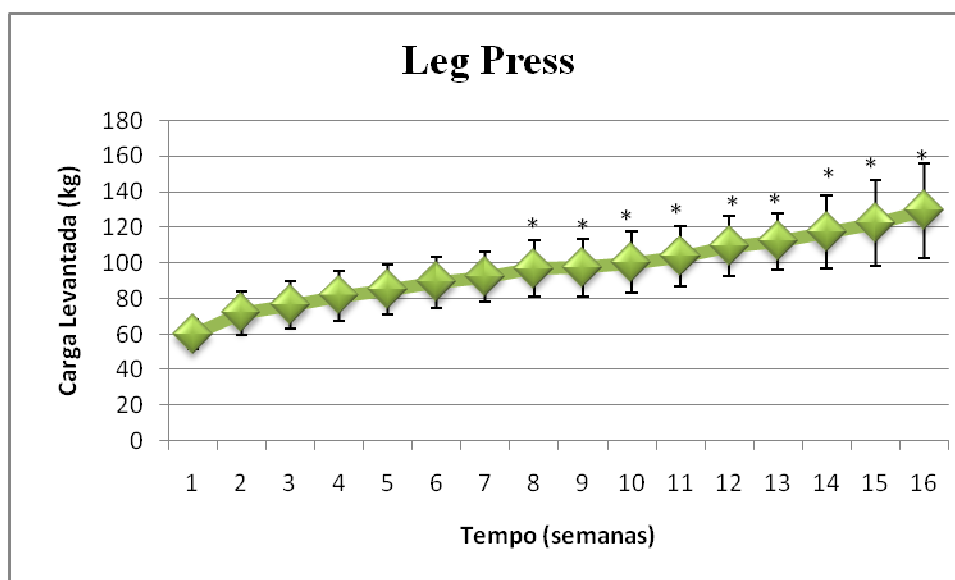


Gráfico 5.2 Evolução da carga de treino no exercício leg press (GT)

*diferença estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$), em relação à semana 1.

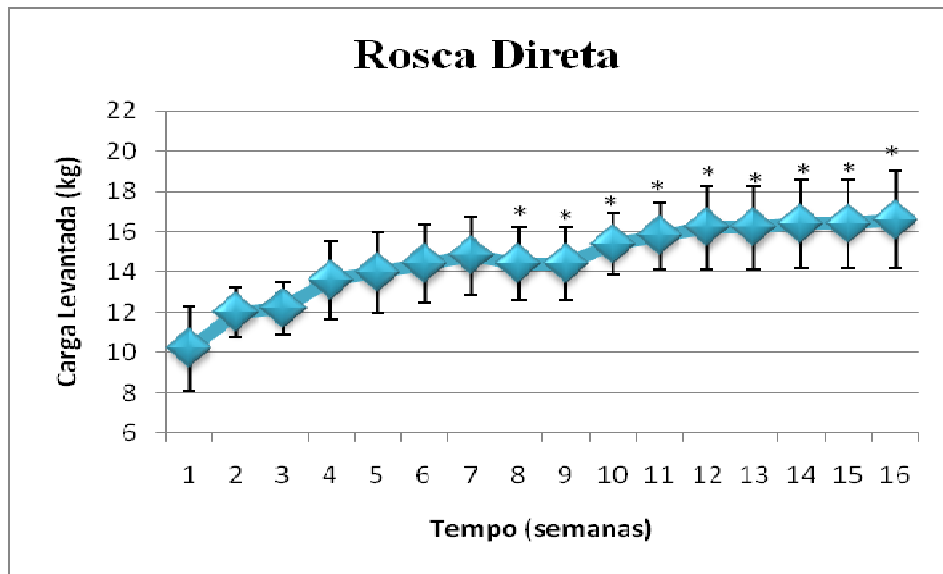


Gráfico 5.3. Evolução da carga de treino no exercício rosca direta (GT).

*diferença estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$), em relação à semana 1.

5.3 Densidade Mineral Óssea

Os valores da DMO da coluna lombar estão apresentados na tabela 8, onde pode ser visualizado que não foram encontradas modificações estatisticamente significantes para os valores da DMO da coluna, tanto entre os grupos, quanto entre os momentos do estudo.

Tabela 8. Valores médios, desvio-padrão e variação percentual (Δ %) da DMO na região da coluna lombar, entre os grupos e momentos MI e MF do estudo.

Coluna Lombar	GT				GC			
	MI	MF	$\Delta\%$	p	MI	MF	$\Delta\%$	p
L1-L4 (g/cm ²)	0,985 \pm 0,132	0,986 \pm 0,131	0,14	ns	1,047 \pm 0,115	1,022 \pm 0,07	-2,3	ns

A tabela 9 mostra a classificação percentual do desvio-padrão da DMO da coluna lombar, em relação à densidade de um adulto jovem para a mesma região, em valores percentuais e totais, em ambos os grupos e momentos analisados.

Tabela 9. Classificação do desvio-padrão, em relação ao adulto jovem (score-T,) da DMO da coluna lombar, entre os grupos e momentos MI e MF do estudo, segundo OMS (1994).

Classificação (DP) – Coluna Lombar		MI		MF	
		Total	% do Total	Total	% do Total
GT	Normal	3	25	4	33,3
	Osteopenia	7	58,3	5	41,7
	Osteoporose	2	16,7	3	25
GC	Normal	4	40	2	20
	Osteopenia	5	50	7	70
	Osteoporose	1	10	1	10

No GT houve um aumento no percentual da DMO normal e osteoporose para essa região. Já em relação à classificação osteopenia houve redução do percentual, onde uma voluntária que pertencia à classificação osteopenia no MI foi classificada como normal no MF. Outra voluntária que no MI foi classificada como osteopenia, foi classificada como osteoporose no MF.

No GC houve diminuição do percentual da classificação normal, aumento do percentual de osteopenia e nenhuma modificação para o percentual de osteoporose para essa região.

Os valores da DMO do colo do fêmur, para ambos os grupos e momentos analisados, estão apresentados na tabela 10.

Não foram encontradas modificações estatisticamente significantes, tanto entre os grupos, quanto entre os momentos do estudo.

Tabela 10. Valores médios, desvio-padrão e variação percentual ($\Delta\%$) da DMO na região do colo do fêmur, os grupos e momentos MI e MF do estudo.

Fêmur	GT				GC			
	MI	MF	$\Delta\%$	p	MI	MF	$\Delta\%$	p
Colo (g/cm ²)	0,877 \pm 0,10	0,877 \pm 0,10	0,01	ns	0,936 \pm 0,08	0,952 \pm 0,10	1,78	ns

A tabela 11 mostra a classificação do desvio-padrão da DMO do colo do fêmur em relação à densidade de um adulto jovem para a mesma região, em valores percentuais e totais, em ambos os grupos e momentos analisados.

Tabela 11. Classificação do desvio-padrão, em relação ao adulto jovem (score-T,) da DMO do colo do fêmur, entre os grupos e momentos MI e MF do estudo.

Classificação (DP) – Colo Fêmur		MI		MF	
		Total	% do Total	Total	% do Total
GT	Normal	7	58,3	6	50
	Osteopenia	4	33,3	6	50
	Osteoporose	1	8,3	0	0
GC	Normal	9	90	9	90
	Osteopenia	1	10	1	10
	Osteoporose	0	0	0	0

No GT ocorreu uma redução no percentual de DMO normal e osteopenia para essa região, no MF do estudo. Já em relação à classificação de osteopenia ocorreu um aumento após o treinamento, onde uma voluntária que pertencia à classificação normal no MI foi classificada como osteopenia no MF. Outra voluntária que no MI foi classificada como osteoporose, foi classificada como osteopenia no MF.

No GC não foi encontrada modificação significativa para os valores de DP (T-score) entre os momentos do estudo.

Os valores obtidos nas correlações entre a DMO da coluna lombar, indicadores de força muscular e composição corporal são mostrados na tabela 12.

A DMO da coluna mostrou correlação significativa somente com o teste de 1-RM no leg press, para o GT no MF do estudo.

Não foi encontrada correlação significativa entre as variáveis no GC nos momentos MI e MF do estudo.

Tabela 12. Coeficientes de correlação (r) e coeficiente de determinação (r^2) entre a DMO da coluna lombar, indicadores de força muscular e componentes da composição corporal, entre os grupos e momentos MI e MF do estudo.

Variáveis	Momentos	GT			GC		
		r	r ² %	p	r	r ² %	p
DMO Coluna x Leg	MI	0,465	21,6	0,128	-0,342	11,7	0,332
	MF	0,768¥	58,9	0,004*	-0,152	2,3	0,674
DMO Coluna x MM	MI	0,259	6,7	0,417	-0,309	9,5	0,384
	MF	0,147	2,1	0,649	0,04	0,16	0,907
DMO Coluna x MG	MI	0,329	10,8	0,217	0,09	0,81	0,802
	MF	0,182	3,31	0,542	0,200	4	0,579

¥Correlação positiva forte (CALLEGARI-JACQUES, 2003). *p<0,05.

Os valores obtidos nas correlações entre a DMO do colo do fêmur, indicadores de força muscular e composição corporal são mostrados na tabela 13.

No GT foi encontrada correlação positiva significativa entre a DMO do fêmur e a MM, em ambos os momentos do estudo. Não foi encontrada correlação positiva significativa entre a DMO do fêmur e o leg press e entre a DMO do fêmur e a MG, em ambos os grupos e momentos analisados no estudo.

No GC nenhuma correlação positiva significativa foi encontrada.

Tabela 13. Coeficiente de correlação (r) e coeficiente de determinação (r^2) entre a DMO do colo do fêmur, indicadores de força muscular e componentes da composição corporal, entre os grupos e momentos MI e MF do estudo.

Variáveis	Momentos	GT			GC		
		r	r ² %	p	r	r ² %	p
DMO Fêmur x Leg press	MI	0,324	10,5	0,304	-0,122	1,5	0,736
	MF	0,549	30,1	0,06	-0,317	10	0,372
DMO Fêmur x MM	MI	0,734	53,8	0,007*	-0,381	14,5	0,276
	MF	0,657	43,1	0,02*	-0,333	11,1	0,346
DMO Fêmur x MG	MI	0,490	24,0	0,106	-0,297	8,8	0,404
	MF	0,406	16,5	0,191	-0,318	10,1	0,276

‡Correlação positiva forte (CALLEGARI-JACQUES, 2003). *p<0,05.

Para análise da regressão linear foram propostos três modelos de regressão linear na tentativa de comprovar quais fatores são determinantes para os níveis de DMO da coluna lombar e colo do fêmur:

Modelo 1 - foram incluídos os fatores: idade, MCT, MM e leg press.

Modelo 2 - foi excluído o leg press e incluídos os fatores: idade, MCT, MM.

Modelo 3 - foi excluído a MM: idade, MCT e leg press.

Para esta análise, as voluntárias foram agrupadas em um único grupo (n=22), considerando apenas a condição inicial (MI).

A tabela 14 apresenta os valores da regressão linear para a DMO da coluna lombar. Os valores de r^2 total mostram que o primeiro (68,58%) e o terceiro (55,43%) modelo tiveram maior peso na determinação da DMO, e que o segundo modelo foi o menos expressivo.

Tabela 14. Modelos de regressão linear da coluna lombar, composição corporal e indicadores de força muscular.

DMO Coluna (L1-L4)	Modelo 1		Modelo 2		Modelo 3	
	β	r^2 (%)	β	r^2 (%)	β	r^2 (%)
Idade	0,599*	35,88	0,322	10,36	0,584*	34,10
MCT	0,120	1,44	0,126	1,58	0,09	0,81
MM	-0,06	-0,36	0,092	0,84	---	---
Leg	0,477	22,75	---	---	0,453	20,52
r^2 Total	---	68,58	---	12,78	---	55,43

* diferença estatisticamente significativa $p \leq 0,05$.

A tabela 15 apresenta os valores da regressão linear para a DMO do colo do fêmur. Os valores de r^2 total apontam que os três modelos mostraram-se semelhantes na determinação da DMO do colo do fêmur. Entretanto os modelos apresentaram baixa determinação do nível de DMO em relação aos valores encontrados para a coluna lombar.

Tabela 15. Modelos de regressão linear do colo do fêmur, composição corporal e indicadores de força muscular.

Colo Fêmur	Modelo 1		Modelo 2		Modelo 3	
	β	r^2 (%)	β	r^2 (%)	β	r^2 (%)
Idade	0,252	6,35	0,149	2,22	0,343	11,76
MCT	0,022	0,04	0,02	0,04	0,194	3,76
MM	0,392	15,36	0,449	20,16	---	---
Leg	0,177	3,13	---	---	0,322	10,36
r^2 Total	---	24,88	---	22,42	---	25,88

*diferença estatisticamente significativa $p \leq 0,05$.

A tabela 16 mostra a correlação entre a DMO do colo do fêmur e coluna lombar com o $\dot{V}O_2$ pico absoluto, entre os grupos e momentos analisados do estudo.

No GT foi encontrada correlação positiva significativa entre a DMO da coluna com o $\dot{V}O_2$ pico no MF, e do fêmur com o $\dot{V}O_2$ pico no MI, $p < 0,05$.

No GC não foram encontradas correlações significantes entre as variáveis.

Tabela 16. Coeficiente de correlação (r) e coeficiente de determinação (r^2) entre DMO do colo do fêmur e coluna lombar, e $\dot{V}O_2$ pico, entre os grupos e momentos MI e MF do estudo.

Variáveis	Momentos	GT			GC		
		r	(r^2)	p	r	(r^2)	p
Coluna x $\dot{V}O_2$ pico	MI	0,308	9,5	0,331	-0,425	18,1	0,220
	MF	0,601¥	36,1	0,039*	-0,345	12	0,328
Fêmur x $\dot{V}O_2$ pico	MI	0,580#	33,6	0,048*	0,05	0,25	0,880
	MF	0,462	21,3	0,131	-0,357	12,7	0,310

¥Correlação positiva forte; # correlação positiva regular (CALLEGARI-JACQUES, 2003). * $p < 0,05$.

5.4 Taxa Metabólica de Repouso

Na tabela 17 estão apresentados os valores da TMR diária, para ambos os grupos e momentos analisados. Estão apresentados também os valores da TMR relativas a massa corporal (MCT), relativas a gordura corporal absoluta (MG) e a massa magra (MM).

Não foram encontradas modificações estatisticamente significantes, tanto entre os grupos, quanto entre os momentos MI e MF, para todos os valores da TMR analisados.

Tabela 17. Valores médios, desvio-padrão e variação percentual ($\Delta\%$) da TMR diária, TMR relativa a MCT, a MG, e a MM, entre os grupos e momentos do estudo.

TMR	GT				GC			
	MI	MF	$\Delta\%$	p	MI	MF	$\Delta\%$	p
TMR	1051,5±133,7	1106,4±141,9	5,2	ns	1099,5±139,4	1103,2±223,3	0,3	ns
TMR/MCT	16,3 ± 1,8	17,2 ± 2,0	4,9	ns	16,5 ± 2,8	16,7 ± 3,8	0,98	ns
TMR/MG	49,0 ± 9,1	55,29 ± 14,7	2,0	ns	48,8 ± 14,5	51,5 ± 15,9	-2,0	ns
TMR/MM	24,8 ± 2,6	25,3 ± 2,5	12,8	ns	25,2 ± 3,2	24,6 ± 5,1	5,5	ns

TMR= kcal/dia; TMR/MCT=kcal/dia/kg; TMR/MG= kcal/dia/kg; TMR/MM= kcal/dia/kg.

Os valores das correlações entre a TMR diária, idade, CC e componentes da composição corporal estão apresentadas na tabela 18.

No GT, a TMR diária apresentou correlação significativa com a CC em ambos os momentos do estudo e correlação significativa da TMR diária com o IMC no momento final do estudo. No GC não foi encontrada correlação significativa.

Tabela 18. Coeficiente de correlação (r) e coeficiente de determinação (r^2) entre a TMR diária, a idade e componentes da composição corporal, entre os grupos e momentos do estudo.

Variáveis	Momentos	GT			GC		
		r	r ² (%)	p	r	r ² (%)	p
TMR x Idade	MI	-0,470	22	0,123	-0,04	0,16	0,907
	MF	-0,359	13	0,252	0,03	0,09	0,933
TMR x CC	MI	0,480	23,04	0,106	-0,200	4	0,570
	MF	0,780¥	62,2	0,002*	-0,333	11	0,346
TMR x MCT	MI	0,476	22,6	0,118	0,133	1,76	0,712
	MF	0,413	17	0,183	0,03	1,76	0,933
TMR x IMC	MI	0,622¥	38,6	0,03*	-0,175	3,0	0,627
	MF	0,497	24,7	0,101	-0,06	0,36	0,854
TMR x MM	MI	0,315	10	0,319	0,212	4,5	0,556
	MF	0,385	14,8	0,217	0,01	0,01	0,960
TMR x MG	MI	0,462	21,3	0,131	-0,127	1,6	0,726
	MF	0,406	16,5	0,191	-0,248	6,2	0,488
TMR x Σ 9 DC	MI	0,521	27,1	0,08	-0,236	5,6	0,510
	MF	0,524	27,5	0,08	-0,273	7,5	0,444
TMR x % Gord	MI	0,476	22,6	0,118	-0,03	0,09	0,933
	MF	0,510	26	0,09	-0,200	4	0,579

¥Correlação positiva forte; # correlação positiva regular (CALLEGARI-JACQUES, 2003). * $p < 0,05$

Os valores da correlação entre a TMR diária e o $\dot{V}O_2$ pico, entre os momentos e os grupos, estão apresentados na tabela 19. Não foram encontradas correlações significantes entre a TMR e o $\dot{V}O_2$ pico, tanto entre os grupos, quanto entre os momentos do estudo.

Tabela 19. Coeficiente de correlação (r) e coeficiente de determinação (r^2) entre a TMR diária e o $\dot{V}O_2$ pico absoluto (L/min), entre os grupos e momentos do estudo.

Variáveis	Momentos	GT			GC		
		r	r ² (%)	p	r	r ² (%)	p
TMR x $\dot{V}O_2$ pico	MI	0,362	13	0,245	0,419	17,5	0,227
	MF	0,476	22,6	0,118	0,478	22,8	0,161

5.5 Variáveis Cardiorrespiratórias

A tabela 20 apresenta os dados referentes às variáveis cardiorrespiratórias em ambos os momentos e grupos do estudo.

Não foram encontradas modificações estatisticamente significantes para as variáveis analisadas tanto entre os momentos, quanto entre os grupos do estudo.

Tabela 20. Valores médios, desvio-padrão e variação percentual ($\Delta\%$) das variáveis cardiorrespiratórias, entre os grupos e momentos do estudo.

Variáveis	GT				GC			
	MI	MF	$\Delta\%$	p	MI	MF	$\Delta\%$	p
$\dot{V}O_2$ pico (L/min)	1,9 ± 0,2	1,9 ± 0,05	1,82	ns	1,8 ± 0,3	1,6 ± 0,3	-5,2	ns
$\dot{V}O_2$ pico (ml/kg/min)	28,4 ± 2,9	28,9 ± 4,4	- 0,16	ns	26,4 ± 6,6	25,0 ± 5,2	-7,3	ns
Tempo (min)	9,6 ± 1,1	10,8 ± 1,6	13,3	ns	9,0 ± 1,1	9,0 ± 1,6	-0,3	ns
Velocidade (km/h)	8,6 ± 0,7	9,4 ± 0,9	9,6	ns	8,3 ± 0,6	8,1 ± 0,9	-2,9	ns
$\dot{V}O_2$ no LA (ml/kg/min)	15,5 ± 3,9	14,7 ± 5,6	1,4	ns	14,8 ± 2,9	14,9 ± 3,8	0,54	ns
$\dot{V}O_2$ no LA (L/min)	0,9 ± 0,2	1,0 ± 0,2	6,8	ns	0,97 ± 0,10	0,9 ± 0,2	-1,02	ns
FC no LA (bpm)	129,6 ± 15,5	133,0 ± 16,3	4,14	ns	133,0 ± 14,3	130,6 ± 13,5	1,2	ns
Tempo no LA (min)	5,8 ± 1,5	6,0 ± 3,4	2,8	ns	5,2 ± 1,0	5,3 ± 1,4	-2,0	ns
Velocidade no LA (km/h)	6,2 ± 0,7	6,4 ± 0,9	0,98	ns	6,0 ± 0,6	5,9 ± 0,8	-1,8	ns

Na tabela 21 estão apresentados os valores da correlação entre o $\dot{V}O_2$ pico absoluto com a idade e os componentes da composição corporal em ambos os grupos e momentos do estudo.

No GT, foram encontradas correlações significantes entre o $\dot{V}O_2$ pico e a MCT, em ambos os momentos do estudo.

O IMC apresentou correlação significativa com o $\dot{V}O_2$ pico em ambos os momentos do estudo no GT.

O $\dot{V}O_2$ pico apresentou correlação significativa com a MG no momento inicial do estudo no GT.

Não foram encontradas correlações significantes entre as variáveis para o GC.

Tabela 21. Coeficiente de correlação (r) e coeficiente de determinação (r^2) entre o $\dot{V}O_2$ pico absoluto (L/min), a idade, e os componentes da composição corporal, entre os grupos e momentos do estudo.

Variáveis	Momentos	GT			GC		
		r	r^2 (%)	p	r	r^2 (%)	p
$\dot{V}O_2$ pico x Idade	MI	-0,341	11,6	0,279	-0,376	14,3	0,282
	MF	-0,093	0,86	0,773	-0,539	29	0,107
$\dot{V}O_2$ pico x MCT	MI	0,545	29,7	0,06	-0,259	6,7	0,469
	MF	0,587#	34,4	0,04*	0,187	3,5	0,603
$\dot{V}O_2$ pico x IMC	MI	0,594#	35,2	0,04*	-0,267	7,12	0,455
	MF	0,734¥	53,8	0,006*	0,163	2,65	0,651
$\dot{V}O_2$ pico x MG	MI	0,566#	31,6	0,05*	-0,522	27,2	0,120
	MF	0,531	28,1	0,07	-0,115	1,78	0,751
$\dot{V}O_2$ pico x MM	MI	0,448	20,0	0,143	0,09	0,81	0,789
	MF	0,573	32,8	0,051	0,321	10,3	0,365

¥Correlação positiva forte; # correlação positiva regular (CALLEGARI-JACQUES, 2003). * $p < 0,05$.

A tabela 22 apresenta os valores de correlações entre o $\dot{V}O_2$ pico absoluto e o indicador de força muscular no leg press (1-RM) e Σ -força muscular em ambos os grupos e momentos do estudo.

Foram encontradas correlações significantes ($p < 0,05$) entre o $\dot{V}O_2$ pico e o leg press e entre o $\dot{V}O_2$ pico e o Σ -força no momento final do estudo somente para o GT.

Tabela 22. Coeficiente de correlação (r) e coeficiente de determinação (r^2) entre o $\dot{V}O_2$ pico absoluto (L/min), leg press e Σ -força, entre os grupos e momentos do estudo.

Variáveis	Momentos	GT			GC		
		r	r^2 (%)	p	r	r^2 (%)	p
$\dot{V}O_2$ pico x Leg	MI	0,408	16,6	0,187	-0,101	1,02	0,780
	MF	0,743¥	55,2	0,006*	0,341	11,6	0,334
$\dot{V}O_2$ pico x Σ -força	MI	0,448	20,0	0,145	-0,08	0,64	0,807
	MF	0,818¥	66,9	0,001*	0,364	13,24	0,300

¥ Correlação positiva forte (CALLEGARI-JACQUES, 2003). * $p < 0,05$.

Na tabela 23 são apresentados os valores das correlações entre o tempo e a velocidade atingidos no teste de esteira e o indicador de força muscular no exercício leg press (1-RM), em ambos os grupos e momentos do estudo.

Não foram encontradas modificações estatisticamente significantes para essas variáveis analisadas tanto entre os grupos, quanto entre os momentos do estudo.

Tabela 23. Coeficiente de correlação (r) e coeficiente de determinação (r^2) entre o tempo, velocidade no teste de esteira e o leg press, entre os grupos e momentos do estudo.

Variáveis	Momentos	GT			GC		
		r	r^2 (%)	p	r	r^2 (%)	p
Tempo x leg	MI	0,131	1,7	0,686	-0,157	2,46	0,645
	MF	-0,020	0,04	0,930	-0,014	0,01	0,968
Velocidade x leg	MI	0,113	1,27	0,727	0,193	3,72	0,569
	MF	-0,271	7,34	0,390	0,014	0,01	0,968

6. DISCUSSÃO

Há uma crescente busca de medidas preventivas frente aos efeitos degenerativos do processo de envelhecimento que são mais exacerbados nas mulheres devido a sua concomitância ao processo da menopausa.

A presente pesquisa buscou elucidar algumas lacunas a respeito dos efeitos do TP, num período de intervenção relativamente curto, como estratégia de prevenção às modificações corporais ocasionadas pelo processo da menopausa, e seus benefícios para a melhora da condição física de mulheres que vivem nessa fase.

6.1 Antropometria e Composição Corporal

Após 16 semanas de TP não foram encontradas alterações estatisticamente significantes referentes à antropometria e aos componentes da composição corporal, DMO e TMR tanto no GT quanto no GC.

Vários autores relatam que o processo da menopausa tem forte influência nas alterações dos componentes da composição corporal (DONATO et al., 2006; GAMBACCIANI et al., 2001; PICHÉ et al., 2008; WELLS, 2007). O padrão de distribuição corporal sofre modificações pela ausência do estrogênio, e há uma redistribuição da gordura corporal da periferia para o centro, conhecida como obesidade andróide, padrão de obesidade encontrado nos homens. Entretanto a análise da soma das dobras cutâneas, divididas em compartimentos corporais não apresentou mudanças significantes tanto para o GT quanto para o GC.

Os aumentos da MM, embora pequenos e estatisticamente não significantes, observados nesse estudo provavelmente foram consequência da dificuldade em aumentar o processo de síntese protéica encontrada em mulheres na pós-menopausa, devido à ausência do estrogênio para modular essa função (HUNTER et al., 2004), bem como o tempo de intervenção proposto nesse estudo.

A medida da circunferência da cintura no GT, que apesar de não estatisticamente significativa, permaneceram em torno de 80 cm, preconizado para caracterização da síndrome metabólica descrito no National Cholesterol Education Program - NCEP (2001).

Maestá et al. (2007) encontrou diminuição significativa da circunferência de cintura de mulheres na pós-menopausa após 16 semanas de TP. Os autores avaliaram o efeito da suplementação de isoflavonas sobre a composição corporal e perfil lipídico. Os resultados encontrados mostraram também o aumento de MM, nos grupos treinados, independentemente do uso da suplementação.

A correlação significativa encontrada para os grupos e momentos analisados no estudo entre a CC e a MG, nos mostra que a quantidade de gordura corporal total está fortemente associada à gordura abdominal, em mulheres de meia-idade e na pós-menopausa.

Essa relação não apresenta um benefício para a população em questão, visto que a gordura localizada na região abdominal, principalmente a gordura visceral, é um fator de risco para distúrbios metabólicos e doenças cardiovasculares (EKELUND et al., 2007; YATAGAI et al., 2003). O padrão de distribuição da gordura corporal tem mostrado maior importância que a quantidade de gordura corporal total em si para tais doenças (KABIR et al., 2005, WONG; JANSSEN; ROSS, 2003).

O estudo de Rossatto et al. (2007) não encontram diferenças significantes nos componentes da composição corporal após 20 semanas de treinamento concorrente em mulheres na peri-menopausa. Embora com uma intervenção de tempo superior, e a realização de exercícios aeróbios em concomitância aos exercícios com pesos, esses resultados corroboram aos resultados encontrados no presente estudo.

Silva et al. (2006) após 12 semanas de TP não encontraram alteração significativa nos componentes da composição corporal (gordura absoluta e relativa, MM) em mulheres idosas, concordando aos achados desse estudo.

Rhodes et al. (2000) após um ano de intervenção não encontrou alterações significantes na composição corporal de mulheres idosas submetidas a um programa de TP, corroborando aos achados desse estudo, bem como outras pesquisas acima relacionadas.

Os resultados encontrados no presente estudo em relação aos componentes da composição corporal estão de acordo com os resultados encontrados em outras pesquisas que utilizaram diferentes técnicas de avaliação da composição corporal, como: dobras cutâneas (BARBOSA et al., 2001), a bioimpedância elétrica (BARBOSA et

al., 2001; SILVA et al., 2006), a DEXA, a ressonância magnética e a pletismografia (KRAEMER; RATANESS, 2004; VINCENT; BRAITH, 2002; HUNTER et al., 2001).

No entanto, existem vários estudos, utilizando diferentes técnicas de avaliação, que contradizem tais resultados, encontrando incrementos significativos na MM com concomitante redução na MG (BOCALINI et al., 2009; CAMPBELL et al., 1994; CAMPBELL et al., 1999; FIATARONE et al., 1990) ou que encontraram aumento na MM sem alterações significantes na MG (TREVISAM; BURINI, 2007; ORSATTI et al., 2008) em resposta ao TP.

As modificações na composição corporal, principalmente de conteúdos de MG e MM são influenciados pela ingestão alimentar, fator que não foi controlado nessa pesquisa, embora todas as voluntárias foram orientadas a não mudarem os padrões de hábitos alimentares durante toda a intervenção. Esse fato é de extrema importância para avaliar os efeitos do tempo e do TP sobre a composição corporal.

As variações dos resultados encontrados mostram que ainda existe a necessidade de mais investigações a esse respeito.

6.2 Força Muscular

A resposta adaptativa dos indicadores de força após 16 semanas de TP encontradas nesse estudo mostra que o TP utilizado foi uma metodologia de treino eficiente no aumento da força muscular. Os resultados encontrados apontam aumentos significantes nos indicadores de força muscular (leg press, supino reto e Σ -força) entre os momentos do estudo, evidenciando a eficácia do TP proposto, em relação à prescrição por zona alvo de treinamento que possibilita ajustes de cargas periódicos (sobrecargas) sem a necessidade de reavaliações (SILVA et al., 2006).

O aumento da força muscular foi constatado somente para o GT, reforçando a eficiência do TP prevenção quanto à diminuição da força e atuando assim na diminuição do risco de quedas e fraturas na população em processo de envelhecimento (FIATARONE; EVANS, 1993).

Os percentuais de modificação ($\Delta\%$) exibidos na tabela 6 mostram que o valor do supino teve aumento de aproximadamente 28%, o leg press de 40% e a rosca

direta de 16% (ns), mostrando a eficácia do TP os ganhos de força muscular, visto que o GC não apresentou modificações expressivas.

Como a AMB, um indicador de hipertrofia muscular, não apresentou modificação significativa sugere-se que o ganho de força muscular, ocorreu de forma independente da hipertrofia muscular. Esse fato pode ser explicado especialmente pela adaptação neural ao treinamento de força (HÄKKINEN et al., 1998).

Desta forma, os ganhos de força muscular (leg press, supino reto e Σ -força) não foram acompanhados pelo aumento de MM (FRONTERA et al., 1988; HAKKINEN et al., 1998) e sim devido ao aumento da coordenação, tanto intra, como intermuscular durante a execução do movimento (SALE, 1988).

No estudo de Candow e Burke (2007) foi verificado o aumento da MM em homens e mulheres na faixa etária de 27 a 58 anos de idade, após serem submetidos a um período de seis semanas de TP. Estes dados contrariam os relatos da literatura, onde a MM demonstra aumento mais expressivo após a sexta ou sétima semana de treinamento (PHILLIPS, 2000). Tais resultados consolidam que realmente existe uma maior facilidade de ganho de MM em indivíduos mais jovens (HÄKKINEN et al., 1998).

O aumento do recrutamento e sincronização de unidades motoras, a melhoria da coordenação dos grupos musculares antagonistas, aumento da frequência de estimulação, podem ser os responsáveis pelo aumento significativo da força muscular nos momentos iniciais do treinamento, podendo perdurar por várias semanas, como no caso desse estudo (McCARTHY et al., 2002).

Não há na literatura ainda (FRONTERA et al., 1988; HAKKINEN et al., 1998; MORITANI; VRIES, 1979) um consenso a respeito da participação dos componentes neurais e hipertróficos nos incrementos de força na população em processo de envelhecimento, os achados desse estudo somam-se as respostas controversas das informações encontradas nessas investigações.

Os resultados do presente estudo confrontam com algumas pesquisas (FRONTERA et al., 1988; HAKKINEN et al., 1998) que sugerem existir uma estabilização dos ganhos de força a partir do momento em que o componente neural do treinamento perde importância. E ao mesmo tempo corrobora aos achados de Frontera et al. (1988) que não encontrou platô nos ganhos de força após 12 semanas de TP em homens idosos.

As diferenças encontradas nos resultados dos indicadores de força muscular, onde somente a rosca direta não apresentou aumentos significantes, podem estar relacionadas à dimensão das estruturas envolvidas na execução dos movimentos e no respectivo volume da massa muscular.

Exercícios que dependem de um menor número de articulações envolvidas, como a rosca direta, pode ter uma contribuição maior dos componentes neurais, sendo que estes, aparentemente diminuem mais precocemente (DIAS et al., 2005), exigindo uma maior contribuição dos componentes hipertróficos para ganhos adicionais de força muscular (CHILLIBECK et al., 1998).

Ressalta-se que as intensidades da carga de treino nos exercícios avaliados (leg press, supino reto e rosca direta), neste estudo, foram semelhantes devido à prescrição por zona alvo de RM, visto que a prescrição em relação a percentuais de 1-RM pode gerar um número de repetições diferentes para diversos exercícios, provocando intensidades diferenciadas entre os grupamentos musculares envolvidos (BIRD; TARPENNING; MARINO, 2005).

Resultados semelhantes ao do presente estudo mostram o aumento da força muscular em mulheres na pós-menopausa, em diferentes períodos de intervenção.

A pesquisa realizada por Barbosa et al. (2002) com mulheres idosas que participaram de um programa de TP, mostrou que aumentando progressivamente a intensidade do TP há aumento significativo na força muscular.

Os aumentos significantes encontrados para a força muscular, na presente pesquisa, são semelhantes também aos resultados encontrados por Trevisan e Burini (2007) e Orsatti et al. (2008), estudos estes que envolveram 16 semanas de intervenção de TP em mulheres na pós-menopausa.

Por meio do coeficiente de determinação ($r^2 \times 100$), exibidos na tabela 7, pode-se verificar que 56% e 42,7% do resultado encontrado na rosca direta, no MI e MF respectivamente, podem ser explicados pela quantidade de MM presente no membro superior. A menor correlação no MF pode indicar que o componente neural passou a ter maior participação nos níveis de força alcançados nesse exercício, no MF, visto que os ganhos significativos de força muscular não foram acompanhados por ganhos significativos de MM.

Os resultados encontrados no presente estudo corroboram com os achados de Westphal et al. (2006) realizado com mulheres jovens treinadas, que mostrou correlação significativa entre a área de secção transversa do braço e no teste de 1-RM no supino.

Na população jovem o componente neural parece diminuir sua participação nos ganhos de força precocemente em relação aos idosos, visto que o aumento de MM nos jovens iniciam-se mais rapidamente.

Desconsiderando os componentes da composição corporal e o indicador de hipertrofia muscular, as cargas de treino (supino, leg press e rosca direta) mostram a efetividade do programa de TP em aumentar a força muscular (Gráficos 5.1, 5.2 e 5.3), sendo um ponto muito positivo nessa faixa etária, onde o decréscimo da força muscular é mais acentuado e compromete a qualidade de vida desses indivíduos.

Esses resultados reforçam ainda mais as controvérsias sobre o tempo de participação dos componentes neurais e hipertróficos para os ganhos de força, principalmente quando se trata de uma população em processo de envelhecimento, quando comparados aos resultados obtidos em jovens.

6.3 Densidade Mineral Óssea

Embora o TP tenha sido recomendado para proporcionar aumento ou manutenção da massa óssea não foram encontrados aumentos significantes na DMO tanto da coluna lombar quanto do colo do fêmur, para ambos os grupos.

O estudo de revisão de Petranick e Berg (1997) sugere que o TP é ineficiente para mostrar melhoras na DMO, principalmente por causa da intensidade de treino utilizada que na maioria dos programas de TP, variando estas entre 60-70% de 1-RM. Outra limitação encontrada pelos autores é o tempo de intervenção com TP, que em poucos estudos foram superiores há um ano. Entretanto seria importante ressaltar que outros benefícios são atrelados ao TP como a diminuição do risco de quedas, o aumento da independência funcional e consequentemente uma melhor qualidade de vida para a população que está envelhecendo.

A prescrição do TP no presente estudo foi superior à faixa de intensidade relatada por Petranick e Berg (1997), entretanto o tempo de intervenção pode ter sido fator limitante para o aumento da DMO nas regiões analisadas, cuja recomendação dos autores é que o tempo seja superior a 12 meses de intervenção.

A sensibilidade do método de avaliação da DMO também pode interferir na interpretação dos resultados, visto que são necessários cerca 12 a 24 meses para verificação de alterações importantes na DMO, utilizando em especial a técnica de DEXA.

Segundo Humphries et al. (2000) existem outras técnicas mais sensíveis para avaliar a perda óssea e as alterações decorrentes de tratamentos preventivos, medicamentoso ou com exercícios físicos, como os marcadores bioquímicos do metabolismo ósseo, analisados em amostras sanguíneas, que podem verificar alterações em menor prazo, ou seja, em períodos de dois a seis meses.

Entre os marcadores bioquímicos do tecido ósseo existem os marcadores de formação óssea analisados pelo soro (osteocalcina, fosfatase alcalina total, fosfatase alcalina específica para o metabolismo ósseo, peptídeos do procólágeno tipo I) e os marcadores de reabsorção óssea analisados no plasma (fosfatase ácida târtaro-resistente, piridolina e desoxipiridolina, N e C telopeptídeos do colágeno tipo I) além de marcadores analisados na urina (cálcio, hidroxiprolina e hidroxilisina, piridolina e desoxipiridolina, N e C telopeptídeos do colágeno tipo I) (CADORE; BRETANO; KRUEL, 2005).

Os marcadores bioquímicos do metabolismo ósseo constituem importantes ferramentas na avaliação da atividade de remodelação óssea, pois acusam as mudanças mais rapidamente do que os métodos tradicionais. Como ainda são alvo de pesquisas, apesar de já estarem em uso na prática médica, devem ser utilizados como medidas complementares à densitometria óssea.

Vários autores relatam que marcadores bioquímicos do metabolismo ósseo vêm sendo muito utilizados como um meio possivelmente mais dinâmico de avaliação dos efeitos do exercício físico na DMO (CREIGHTON et al., 2001; HUMPHRIES et al., 2000; VINCENT; BRAITH, 2002).

A Sociedade Internacional de Densitometria Clínica (ISCD, 2007) recomenda que as avaliações das DMO sejam realizadas no prazo de um ano após a intervenção, seja terapia medicamentosa ou com exercícios físico. Prazos menores devem

ser utilizados somente em casos especiais como em pacientes com uso de glicocorticóides ou doentes renais crônicos após serem transplantados. Essa recomendação deve-se à variação mínima significativa entre as medidas, em que as reavaliações somente são indicadas onde a mudança esperada for maior que a variação.

O tempo necessário para que as estruturas ósseas respondam a um programa de treinamento ainda não está bem claro na literatura, mas estudos com duração semelhante ao deste trabalho (CADORE; BRETANO; KRUEL, 2005; HARTARD et al., 1996; HUMPHRIES et al., 2000) também fracassaram na perspectiva de encontrar melhorias nos componentes ósseos após programas de exercícios.

Bocalini et al. (2009) realizaram uma intervenção de 24 semanas de TP em mulheres menopausadas brasileiras, onde os resultados encontrados mostraram somente a manutenção da DMO, corroborando aos achados dessa pesquisa.

Rossato et al. (2007) não encontraram modificações estatisticamente significantes na DMO após 20 semanas de treinamento concorrente em mulheres na perimenopausa, resultados semelhantes a este estudo.

A pesquisa de Rhodes et al. (2002) após um ano de intervenção com TP não encontraram modificações significantes na DMO de mulheres idosas.

Os estudos que avaliaram o efeito do TP e conseguiram aumento significativo da massa óssea, tiveram tempo de intervenção superior a 12 meses e combinação com outros tratamentos como a TRH ou a suplementação de cálcio (GOING et al., 2003; MADDALOZZO et al., 2006).

As controvérsias sobre os efeitos do TP em relação à DMO, também são encontradas em diferentes regiões corporais analisadas. A região do colo do fêmur mostrou maior responsividade ao TP em relação à região da coluna lombar (RYAN et al., 2004; VINCENT; BRAITH, 2002).

A diferença encontrada nas correlações entre a DMO da coluna lombar e do colo do fêmur, após as 16 semanas de TP nesse estudo, em relação à força muscular (leg press) somam-se as respostas controversas da DMO em cada região analisada, após intervenção com TP. Foi encontrado nesse estudo correlação significativa ($r=0,768$ e $p\leq 0,004$) entre a coluna e o leg press ambos no MF do estudo, no GT.

As correlações significantes entre o colo do fêmur e a MM, em ambos os momentos do estudo, concordam com os resultados encontrados na pesquisa de Chaves et al. (2005), onde a MM mostrou ser a variável mais determinante para a DMO de mulheres idosas.

Pesquisa realizada por Sherk et al. (2008) mostrou correlação significativa entre a DMO do fêmur e a MM, em mulheres na pós-menopausa, semelhantes aos achados desse estudo.

Resultados semelhantes foram relatados nas pesquisas de Blain et al. (2001) e Gentil et al. (2007) que encontraram forte associação entre a DMO do fêmur com a MM, corroborando com os resultados da presente pesquisa.

Associação entre a DMO do colo do fêmur e a força muscular (leg press) também foram mostrados em outras pesquisas (BLAIN et al., 2001; SHERK et al. 2008), concordando com os resultados encontrados no presente estudo.

Blain et al. (2001) encontraram uma ação específica da MM na DMO do colo do fêmur além da ação da gravidade, mesma ação não ocorre com a MG; contudo os mecanismos desta não estão bem estabelecidos. Entretanto outra investigação mostrou que tanto a MM, quanto a MG podem afetar a DMO, e que condições patológicas/fisiológicas, podem modular essa relação (GNUD et al., 2007).

Rhodes et al. (2000) não encontraram correlações significantes entre a DMO da coluna e colo do fêmur com a força de leg press para o grupo de mulheres idosas que realizaram TP durante 12 meses. Nenhuma correlação significativa foi encontrada para o grupo controle, concordando com os resultados dessa pesquisa.

Os estudos encontrados na literatura que abordaram o TP para melhorar ou preservar a DMO apresentam disparidades quanto à metodologia do TP: como a alta e baixa intensidade (HUMPHRIES et al., 2000; VINCENT; BRAITH, 2002), e o tempo de duração (BOCALINI et al., 2009; CUSSLER et al., 2003; KEMMLER et al., 2004).

Outro aspecto que deve ser levado em consideração na prescrição do TP é quanto ao tipo de contração muscular realizada. O estudo de Hawkins et al. (1999) comparou o TP excêntrico e concêntrico, com mesma carga relativa, e o TP excêntrico mostrou ser mais efetivo o aumento da DMO. A realização dos exercícios com pesos desse

estudo foi composta por igual participação das fases de contração muscular concêntrica e excêntrica.

Associado a esses fatores também está o fato de que o tecido ósseo apresenta uma resposta adaptativa mais lenta a cargas de trabalho quando comparado a outros sistemas, como, por exemplo, o muscular e o cardiovascular (ROSSATO et al., 2007).

Ordu Gokkaya; Koseoglu; Albayrak (2008) em sua pesquisa com mulheres idosas com osteoporose encontrou associação entre a DMO da coluna e colo do fêmur e o $\dot{V}O_2$, mostrando que as idosas apresentavam função pulmonar diminuída, diferentemente dos resultados encontrados no presente estudo, possivelmente pelas voluntárias estarem numa faixa etária diferente.

Os modelos de regressão linear propostos tanto para a coluna lombar quanto para o colo do fêmur, mostram que as regiões sofrem diferentes influências de fatores como a idade, massa corpórea, MM e força muscular.

Para a coluna lombar o primeiro modelo, onde foram incluídos todos os fatores citados acima, mostrou melhor determinação dos níveis de DMO encontrados para todas as voluntárias no MI do estudo. Além disso, a MCT, dentro todos os fatores foi o de menor determinação da DMO, contrariando as afirmações de alguns estudos (CHAVES et al., 2005; LEWIN et al., 1997).

Para o colo do fêmur, os três modelos apresentaram semelhança na determinação dos níveis de DMO nessa região. A MCT também mostrou ser pouco influente na determinação dos níveis de DMO dessa região. Os fatores que, segundo os modelos de regressão linear mostraram foram mais influentes na determinação da DMO foram a MM e a idade.

A DMO femoral da amostra total estudada está acima do limiar de fratura, taxado por volta de $0,600 \text{ g/cm}^2$ (Blain et al., 2001).

A associação da força muscular com a DMO, em mulheres na pós-menopausa, ainda necessita de maiores investigações na tentativa de elucidar os mecanismos envolvidos nessa relação.

6.4 Taxa Metabólica de Repouso

A TMR tem sido estudada por vários autores (FOREAUX; PINTO; DÂMASO, 2006; MEIRELLES; GOMES, 2006; TREVISAM; BURINI, 2007), onde tem-se evidenciado a importância do TP, por estimular o aumento da MM, como estratégia para aumentar o gasto energético de repouso e assim elevar os valores da TMR.

Entretanto no presente estudo, 16 semanas de TP de alta intensidade, não foram suficientes para promover mudanças benéficas em relação à TMR.

A partir da equação elaborada por Weir em 1949, estudos sobre TMR têm sido realizados (ANTUNES, et al., 2005; TREVISAM; BURINI, 2007; TATARANI; RAVUSSIN, 1995), contudo, ainda não estão completamente claros, quais são os componentes da composição corporal determinantes para a TMR.

Porém, como não foram encontradas modificações dos componentes da composição corporal nesse estudo, a resposta da TMR pode ter sido influenciada nesse sentido.

A correlação entre a TMR e os componentes da composição corporal mostrou correlação significativa entre a TMR e a CC em ambos os momentos para o GT. Este dado indica que a gordura abdominal pode ter influência na predição da TMR, independente do estado de treinamento, visto que outros indicadores de adiposidade como gordura relativa (%), MG e soma de dobras cutâneas não apresentaram correlações significantes com a TMR.

No entanto, vários trabalhos relatam que as relações da TMR com a CC ainda não estão bem elucidadas (NELSON et al., 1992; LUHRMANN; HEBERT; NEUHAUSER-BERTHOLD, 2001; TATARANI; RAVUSSIN, 1995), sendo os resultados apresentados no presente estudo, apenas indícios de tal comportamento.

Nesse sentido, Luhrmann; Hebert e Neuhauser-Berthold (2001) buscaram avaliar as relações da gordura abdominal e periférica com a TMR. Os resultados mostraram que somente a gordura localizada na região abdominal teve influência sobre a TMR em mulheres jovens.

Confrontando aos achados da literatura mencionados acima, os resultados aqui apresentados, inferem que a CC possui um papel com maior evidência do que a MG e MCT, na predição da TMR.

A investigação de Trevisam e Burini (2007) encontrou aumentos significantes na TMR após 16 semanas de TP em mulheres na pós-menopausa, confrontando aos achados desse estudo. Vale ressaltar que nesse mesmo estudo foram encontrados aumentos significantes da MM.

Ressalta-se que embora a semelhança com o estudo de Trevisam e Burini (2007), quanto ao gênero estudado, tipo de exercícios realizado e tempo de intervenção envolvido, a amplitude da idade da amostra avaliada pelos autores foi grande, (mulheres de meia-idade e idosas), o que dificulta a comparação com os resultados aqui encontrados.

Dionne et al. (2004) após seis meses de TP, em mulheres jovens e idosas, não encontraram modificações significantes na MCT, TMR e somente tendência a aumento da MM, corroborando aos resultados encontrados nesse estudo.

Estes resultados estão de acordo com resultados anteriores de Lemmer et al. (2001), que sugeriu um efeito de gênero na resposta da TMR após TP. Neste estudo os autores encontraram um aumento significativo na TMR após a intervenção apenas em homens idosos, o que também é confirmado no estudo de Hurley e Roth (2000).

Aumentos na TMR induzidas pelo TP foram significativamente maiores no sexo masculino em comparação ao feminino (LEMMER et al., 2001), mesmo quando são relativizados pela MM, sugerindo uma diferença relacionada ao sexo na resposta da TMR.

Outros mecanismos podem estar envolvidos na diferença da resposta da TMR encontrada entre gêneros. Por exemplo, a secreção de noradrenalina em resposta ao TP tem se demonstrado inalterada em mulheres na pós-menopausa (RYAN et al., 1995).

Desta forma, não há consenso sobre os efeitos do TP no aumento da TMR em mulheres na pós-menopausa, sendo sugeridas mais investigações a respeito e suas relações com os componentes da composição corporal são sugeridas.

6.5 Avaliação Aeróbia

O TP nessa pesquisa não mostrou influência positiva significantes na melhora do $\dot{V}O_2$ pico tanto em valores absolutos quanto relativos ao peso corporal. Embora tenha mostrado melhora de adaptações periféricas, observadas no tempo total de teste (13%) e na velocidade pico (9,6%) atingidos na exaustão física, o que reflete uma melhora na performance da corrida, não foram suficientes para promover melhora da aptidão aeróbia central, observada nos valores do $\dot{V}O_2$ pico no MF.

Apesar de o TP mostrar influência positiva no aumento dos níveis de força muscular de membros inferiores em torno de 25% e melhorar o desempenho no teste de esteira em torno de 10%, como retratado na literatura o tempo de exaustão obtido não é acompanhado de aumentos significantes no $\dot{V}O_2$ máximo (GETTMAN et al., 1978; HICKSON; ROSENKOETTER; BROWN, 1980).

As correlações positivas e significantes encontradas entre o $\dot{V}O_2$ pico absoluto, leg press ($r^2=55\%$), e o Σ -força ($r^2=66\%$), sugerem que a força muscular teve influência nos valores de $\dot{V}O_2$ pico encontrados no MF do estudo no GT.

Como não foi encontrada correlação significativa entre o tempo e a velocidade no teste de esteira com o $\dot{V}O_2$ pico absoluto, infere-se que a melhora da força muscular promoveu a economia de movimento, entretanto não desencadeou melhora do $\dot{V}O_2$ pico, corroborando aos resultados da pesquisa de Guglielmo, Greco e Denadai (2005). Os autores relatam que parte da variabilidade da economia de corrida tem sido associada a fatores antropométricos (distribuição da massa nos segmentos), fisiológicos (tipo de fibra muscular), biomecânicos e técnicos, o que pode influenciar a diferença de respostas entre os gêneros.

O estudo de Hagerman et al. (2000) encontrou melhora do $\dot{V}O_2$ máximo após 16 semanas de TP de alta intensidade em homens idosos. Esses resultados reforçam que há diferença de resposta do $\dot{V}O_2$ máximo entre os gêneros.

Pesquisa realizada com mulheres jovens (BISHOP et al., 1999) praticantes de ciclismo, que realizaram um programa de TP, com duração de 12 semanas, mostrou aumento da força de membros inferiores, entretanto, sem promover melhoras no desempenho aeróbio.

O TP com alto numero de repetições, parece ter maior influência no aumento do $\dot{V}O_2$ máximo em mulheres jovens, como realizado na pesquisa de Souza et al. (2008), onde os resultados mostraram aumento do $\dot{V}O_2$ máximo após 12 semanas de intervenção, indicando melhora da capacidade aeróbia, embora não encontraram modificações no limiar anaeróbio.

Os resultados encontrados nos estudos de Hoff, Gran e Helgerud (2002) e Millet et al. (2002), realizados em atletas de alto-rendimento, corroboram aos resultados encontrados na presente pesquisa, onde houve aumento da força e da economia de movimento, sem apresentar melhora do $\dot{V}O_2$ máximo

Chtara et al. (2005) avaliaram o efeito do exercício físico aeróbio e com pesos, isolados ou combinados, sobre a capacidade aeróbia de homens jovens. Os resultados da pesquisa sugerem que o TP associado ao treino aeróbio mostrou melhor influência sobre o $\dot{V}O_2$ máximo, do que os treinos isolados. Contudo os autores ressaltam que o tempo de treinamento é fundamental para as respostas positivas.

A intensidade prescrita influenciar nas respostas obtidas, visto que o estudo de Guglielmo, Greco e Denadai (2009) sugerem que o TP de alta intensidade tem melhor efeito sobre o $\dot{V}O_2$ máximo que o TP com característica de força explosiva.

Muitas indagações ainda persistem sobre esse assunto, e os mecanismos pelos quais o TP influencia a capacidade aeróbia ainda não estão bem elucidadas.

Os treinamentos, aeróbio e com pesos, induzem adaptações musculares distintas (TANAKA; SWENSEN, 1998) podendo ser antagônicas para a melhoria da força e da performance aeróbia (CHTARA et al., 2005).

O TP é constituído de cargas elevadas e baixo número de repetições, enquanto o treinamento aeróbio envolve baixa carga e elevado número de repetições. Como resultado dessas diferenças, cada treinamento promove adaptações fisiológicas distintas nos músculos treinados (CHTARA et al., 2005).

Algumas adaptações do TP são: hipertrofia das fibras musculares, aumento de proteínas contráteis, redução da densidade mitocondrial, diminui a atividade do metabolismo de enzimas oxidativas, efeito mínimo sobre a densidade capilar e conversão de fibras de contração muscular rápida (tipo II) para as fibras de contração muscular lenta (tipo I) (CHTARA et al., 2005; MILLET et al., 2002; TANAKA; SWENSEN, 1998).

Nesse sentido, as adaptações promovidas pelo treinamento aeróbio são: pouca ou nenhuma hipertrofia muscular, aumento do conteúdo mitocondrial, aumento das enzimas oxidativas, possibilidade de conversão de fibras de contração muscular rápida (tipo II) para as fibras de contração muscular lenta (tipo I) (CHTARA et al., 2005; MILLET et al., 2002; TANAKA; SWENSEN, 1998).

A escassez de estudos encontrados na literatura sobre TP e $\dot{V}O_2$ máximo, em mulheres na pós-menopausa, dificulta a comparação dos resultados encontrados.

Ainda existem controvérsias sobre os efeitos do TP em relação à indivíduos treinados e não treinados, entre indivíduos jovens e idosos e entre os gêneros.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados encontrados nessa pesquisa conclui-se que o programa de 16 semanas de TP foi eficaz para aumentar significativamente os níveis de força muscular, entretanto, esses resultados reforçam ainda mais as controvérsias sobre o tempo de participação dos componentes neurais e hipertróficos para os ganhos de força muscular, principalmente quando se trata de uma população em processo de envelhecimento, quando comparados aos resultados realizados em jovens.

Os resultados da composição corporal não mostraram modificações significantes após a intervenção, aumentando a disparidade dos resultados relatados na literatura.

No tocante à variável DMO, tanto da região da coluna quanto do colo do fêmur, o TP mostrou ter influência apenas para a manutenção dos valores. Foi obtida associação da força muscular e a DMO no grupo de mulheres na pós-menopausa estudado.

Comportamento semelhante foi encontrado para a TMR, contudo não há consenso sobre os efeitos do TP sobre a TMR em mulheres na pós-menopausa.

O TP nessa pesquisa não mostrou influência positiva no aumento do $\dot{V}O_2$ pico tanto em valores absolutos, quanto relativos ao peso corporal. Embora tenha mostrado melhoria de adaptações periféricas, observadas no tempo e na velocidade de corrida atingidos na exaustão física. Ainda existem controvérsias sobre os efeitos do TP em relação a indivíduos treinados e não treinados, entre indivíduos jovens e idosos e entre os gêneros.

Concluindo, pode-se inferir que existe a necessidade de mais investigações a respeito do TP em mulheres na pós-menopausa no sentido de prevenir os efeitos deletérios da menopausa e do envelhecimento.

REFERÊNCIAS

REFERENCIAS¹

ACSM - AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position stand: progression models in resistance training for healthy adults. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.34, n.2, p.364-380, 2002.

AHA – American Heart Association scientific statement. Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals. **Circulation**, v.104, n.14, p.1694-1740, 2001.

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

ADES, P.A. et al. Weight training improves walking endurance in healthy elderly persons. **Ann. Intern. Med.**, v.124, n.6, p.568-572, 1996.

AHMAD, K. Gentle weight training recommended for older hearts. **The Lancet**, [S.I.], v. 355, n.9204, p.629, 2000.

AHN, J. et al. Adiposity, adult weight change, and postmenopausal breast cancer risk. **Arch. Intern. Med.**, v.167, n.19, p.2091-2102, 2007.

ALDRIGHI, J.M.; ALDRIGHI, C.M.S.; ALDRIGHI, A.P.S.; Alterações sistêmicas do climatério. **Rev. Bras. Med.**, v.15, n.1, p.21, 2002.

ALDRIGHI, J.M. et al. Tabagismo e antecipação da idade da menopausa. **Rev. Ass. Med. Bras.**, v. 51, n.1, p.51-53, 2005.

¹ Baseadas na norma NBR 6023, de 2002, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

ANDERSON, E.J. et al. Body composition and energy balance: Lack of effects of short-term hormone replacement in postmenopausal women. **Metabolism**, v.50, n.3, p.265-269, 2001.

ANTUNES, H.K.M. et al. Análise da taxa metabólica basal de idosos do sexo masculino antes e seis meses após exercícios de resistência. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v.11, n.1, p.71-75, 2005.

ARMELLINI, F. et al. Post-absorptive resting metabolic rate and thermic effect of food in relation to body composition and adipose tissue distribution. **Metabolism**, v.149, n.1, p.6-10, 2000.

ASIKAJINEN, T-M.; KUKKONEN-HARJULA, K.; MIILUNPALO, S. Exercise for health for early postmenopausal women a systematic review of randomized controlled trials. **Sports Med.**, v.34, n.11, p.753-778, 2004.

ASTRAND, P-O. et al. **Tratado de fisiologia do trabalho**. Porto Alegre: Artmed, 2006. 560p.

AUBERTIN-LEHEUDRE, M.; GOULET, E.D.B.; DIONNE, I.J. Enhanced rate of resting energy expenditure in women using hormone replacement therapy: preliminary results. **J. Aging Physical Activity**, v.16, n.1, p.53-60, 2008.

BARBOSA, A.R. et al. Composição corporal e consumo alimentar de idosas submetidas a treinamento contra resistência. **Rev. Nutr.**, v.14, n.3, p.177-183, 2001.

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

BARRET-CONNOR, E.; BUSH, T.L. Estrogen and coronary heart disease in women. **JAMA**, v.265, 1991.

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

BEMBEN, D.A. et al. Musculoskeletal responses to high-and low-intensity resistance training in early postmenopausal women. **Med. Sci. Sports. Exerc.**, [S.I], v.32, n.11, p.1949-1957, 2000.

BERTOVIĆ, D.A. et al. Muscular strength training is associated with low arterial compliance and high pulse pressure. **Hypertension**, v. 33, n.6, p.1385-1391, 1999.

BIGAARD, J. et al. Waist circumference, BMI, smoking, and mortality in middle-aged men and women. **Obes. Res.**, v.11, n.7, p.895-903, 2003.

BINDER, E.F.; KOHRT, M. Relationship between body composition and bone mineral content and density in older women and men. **Orthopedic**, v.2, n.2, p.84-91, 2000.

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

BISHOP, D. et al. The effects of strength training on endurance performance and muscle characteristics. **Medical Sci. Sports. Exerc.**, v.31, n.6, p.886-891, 1999.

BLAIN, H. et al. Influence of muscle strength and body weight and composition on regional bone mineral density in healthy women aged 60 years and over. **Gerontology**, v.47, n.4, p.207-212, 2001.

BLAIR, S.N. et al. Influences of cardiorespiratory fitness and other precursors on cardiovascular disease and all-cause mortality in men and women. **JAMA**, v.17, p.205-210, 1996.

BOCALINI, D.S. et al. Strength training preserves the bone mineral density of postmenopausal women without hormone replacement therapy. **J. Aging Health**, v.21, n.3, p.519-527, 2009.

BORELLI, C.L.; ALMEIDA, P.G. Doenças cardiovasculares e as terapias de reposição hormonal. **Hipertensão**, v.8, n.3, p.91-94, 2005.

BORG, G. **Escalas de Borg para Dor e o Esforço Percebido**. São Paulo: Manole, 2000.

BORSHEIM, E.; BAHR, R. Effect of exercise intensity, duration and mode on post-exercise oxygen consumption. **Sports Med.**, v.33, n.14, p.1037-1060, 2003.

CADORE, L.C.; BRENTANO, M.A.; KRUEL, L.F.M. Efeitos da atividade física na densidade mineral óssea e na remodelação do tecido ósseo. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v.11, n.6, p.373-379, 2005.

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

CALLEGARI-JACQUES, S.M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

CALLEJON, D.R. et al. Hormone replacement therapy and hemostasis: effects in brazilian postmenopausal women. **Maturitas**, v.52, n.3, p.249-255, 2005.

CAMPBELL, W.W. et al. Increased protein requirements in elderly people: new data and retrospective reassessments. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.60, n.2, p.167-175, 1994.

CAMPBELL, A.J. et al. Falls prevention over 2 years: a randomized controlled trial in women 80 years and older. **Age Ageing**, v.28, n.6, p.513-518, 1999.

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

CERAVOLO, G.S. et al. Efeitos do estrógeno no sistema cardiovascular. **Hipertensão**, v.10, n.4, p.124-130, 2007.

CHTARA, M. et al. Effects of intra-session concurrent endurance training and strength training sequence on aerobic performance and capacity. **Br. J. Sports. Med.**, v.39, n.8, p.555-560, 2005.

CHARKOUDIAN N.; JOHNSON, J.M. Female reproductive hormones and thermoregulatory control of skin blood flow. **Exerc. Sport. Sci. Rev.**, v.18, n.3, p.108-112, 2000.

CHAVES, C.P.G.; SIMÃO, R.; ARAÚJO, C.G.S. Ausência de variação da flexibilidade durante o ciclo menstrual em universitárias. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v.8, n.6, p.212-218, 2002.

CHAVES, L.M. et al. Relação entre variáveis da composição corporal e densidade mineral óssea em mulheres idosas. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v.11, n.6, p.352-356, 2005.

CHILIBECK, P.D. et al. A comparison of strength and muscle mass increases during resistance training in young women. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v.77, n.2, p.170-175, 1998.

CHOI, H-J.; IM, J-A.; KIM, S-H. Changes in bone markers after one-weekly low-dose alendronate in postmenopausal women with moderate bone loss. **Maturitas**, v.60, n.2, p.170-176, 2008.

CHOI, J.W.; PAI, S.H. Bone mineral density correlation strongly with basal metabolic rate in postmenopausal women. **Clin. Chimica Acta**, v.333, n.1, p.79-84, 2003.

CHRISTODOULAKOS, G.E.; LAMBRINOUDAKI, I.V.; BOTSIS, D.C. The cardiovascular effects of selective estrogen receptor modulators. NY. **Acad. Sci.**, v.12, n.1092, p.374-384, 2006.

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

CLOSE, G.L. et al. Skeletal muscle damage with exercise and aging. **Sports Med.**, v.35, n.5, p.413-427, 2005.

COSTA-PAIVA, L. et al. Prevalência de osteoporose em mulheres na pós-menopausa e associação com fatores clínicos e reprodutivos. **Rev. Bras. Ginecol. Obstet.**, v.25, n.7, 507-512, 2003.

COYLE, E.F. Integration of the physiological factors determining endurance performance ability. **Exerc. Sport. Sci. Rev.**, v.63, p.23-25, 1995.

COYLE, E.F. et al. Physiological and biomechanical factors associated with elite endurance cycling performance. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.23, n.93-107, 1991.

CREIGHTON, D.L. et al. Weight-bearing exercise and markers of bone turnover in female athletes. **J. Appl. Physiol.**, v.90, n.2, p.565-570, 2001.

CUSSLER, E.C. et al. Weight lifted in strength training predicts bone change in postmenopausal women. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.35, n.1, p.10-17, 2003.

DANIELS, J.A. A physiologists view of running economy. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.17, n.3, p. 332-338, 1985.

DANTAS, A.P.V. Ações cardiovasculares dos hormônios sexuais femininos. **Hipertensão**, v.8, n.3, p.86-90, 2005.

DAVY, K.P; MINICLIER, N.L; TAYLOR, J.A. Elevated heart rate variability in physically active postmenopausal women: a cardioprotective effect? **Am. J. Physiol.**, v.271, n.2, p.455-460, 1996.

DAY, D.S. et al. Sex hormones suppression reduces resting energy expenditure and β -adrenergic support of resting energy expenditure. **J. Clin. Endocrinol. Metabolism**, v.90, n.6, p.3312-3317, 2005.

DESCHENES, D. et al. Subdivision of the subcutaneous adipose tissue compartment and lipid-lipoprotein levels in women. **Obes. Res.**, v.11, n.3, p.469-76, 2003.

DELANEY MF. Strategies for the prevention and treatment of osteoporosis during early postmenopause. **Am. J. Obst. Gynecol.**, v.194, n.S2, p.S12-S23, 2006.

DE LORENZI, D.R.S. et al. Prevalência de sobrepeso e obesidade no climatério. **Rev. Bras. Ginecol. Obstet.**, v.27. n.8, p.479-484, 2005.

DIAS, R.M.R. et al. Influência do processo de familiarização para avaliação da força muscular em testes de 1-RM. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v.11, n.1, p.34-38, 2005.

DIONNE, I.J. et al. Age-related differences in metabolic adaptations following resistance training in women. **Experimental Gerontology**, v.39, n.1, p.133–138, 2004.

DOHERTY, J.A.; CUSHING-HAUGEN, K.L.; SALTZMAN, B.S. Long-term use of postmenopausal estrogen and progestin hormone therapies and the risk of endometrial cancer. **Am. J. Obstet. Gynecol.**, v.139, p.197, 2007.

DOLEZAL, A.B.; POTTEIGER, J.A. Concurrent resistance and endurance training influence basal metabolic rate in nondieting individuals. **J. Appl. Physiol.**, v. 85, n.2, p.695– 700, 1998.

DONATO, G.B. et al. Association between menopause status and central adiposity measured at different cutoffs of waist circumference and waist-to-hip ratio. **Menopause**, v.13, n.2, p.280-285, 2006.

DOUCHI, T. et al. Relative contribution of aging and menopause to changes in lean and fat mass in segmental regions. **Maturitas**, v.42, n.4, p.301-306, 2002.

EHSANI, A.A. Cardiovascular adaptations to exercise training in the elderly. **Fed. Proc.**, v.46, n.5, p.1840-1843, 1987.

EKELUND, U. et al. Increase in physical activity energy expenditure is associated with reduced metabolic risk independent of change in fatness and fitness. **Diabetes Care**, v.30, n. 8, p.2101-2106, 2007.

ELLIOTT, K.L.; SALE, C.; CABLE, N.T. Effects of resistance training and detraining on muscle strength and blood lipids profiles in postmenopausal women. **Br. J. Sports Med.**, v.36, n.5, p.340-345, 2002.

ESKURZA, I. et al. Changes in maximal aerobic capacity with age in endurance-trained women: 7-yr follow-up. **J. Appl. Physiol.**, v.92, n.6, p.2303-2308, 2002.

FAHLMAN, M.M.; BOARDLEY, D.; LAMBERT, C.P.; FLYNN, M.G. Effects of endurance training and resistance training on plasma lipoprotein profiles in elderly women. **J. Gerontol.**, v.57, n.2, p.54-60, 2002.

FARAG, N. H; NELESEN, R.A.; PARRY, B.L. Autonomic and cardiovascular function in postmenopausal women: the effects of estrogen versus combination therapy. **Am. J. Obstet. Gynecol.**, v.186, n.5, p.954-961, 2002.

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

FEIGELSON, H.S. et al. Weight gain, body mass index, hormone replacement therapy, and postmenopausal breast cancer in a large prospective study. **Cancer Epidemiol. Biomarkers & Prevention**, v.13, n.2, p.220-224, 2004.

FERRARO, R. et al. Lower sedentary metabolic rate in women compared with men. **J. Clin. Invest.**, v.90, n.3 p.780-784, 1992.

FESKANICH, D.; WILLETT, W.C.; COLDITZ, G.A. Calcium, vitamin D, milk consumption, and hip fractures: a prospective study among postmenopausal women. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.77, n.2, p.504-511, 2003.

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

FIATARONE, M.A.; EVANS, W.J. The etiology and reversibility of muscle dysfunction in the aged. **J. Gerontol.**, v.48, SI p.77-83, 1993.

FIELDING, R.A. et al. High-velocity resistance training increases skeletal muscle peak power in older women. **J. Am. Geriatr. Soc.**, v.50, n.4, p.655-662, 2002.

FINKELSTEIN, J.S. et al. Bone mineral density changes during the menopause transition in a multi-ethnic cohort of women. **J. Clin. Endocrin. Metab.**, v.93, n.3, p.861-868, 2007.

FITZGERALD, M.D. et al. Age-related declines in maximal aerobic capacity in regularly exercising vs. sedentary women: a meta-analysis. **J. Appl. Physiol.**, v.83, n.1, p.160-165, 1997.

FLEG, J.L.; LAKATTA E.G. Role of muscle loss in the age-associated reduction in $\dot{V}O_2$ max. **J. Appl. Physiol.**, v.65, n.3, p.1147-1151, 1988.

FLEG, J.L. et al. Accelerated longitudinal decline of aerobic capacity in healthy older adults. **Circulation**, v.112, n.5, p.674-682, 2005.

FLETCHER, G.F. et al. Exercise standards for testing and training. **Circulation**, v.104, n.14, p.1694-1740, 2001.

FOREAUX, G.; PINTO, K.M.C.; DÂMASO, A. Efeito do consumo excessivo de oxigênio após exercício e da taxa metabólica de repouso no gasto energético. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v.12, n.6, p.393-398, 2006.

FRISANCHO, A.R. New standards of weight and body composition by frame size height for assessment of nutritional status of adults and the elderly. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.40, n.4, p.808-819, 1984.

FRISCHENBRUDER, J.A.; ROSE, E.J. Osteoporose e exercício. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v.12, n.3, p.164-168, 1996.

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

FRY, A.C. The role of resistance exercise intensity on muscle fiber adaptations. **Sports Med.**, v.34, n.10, p.663-679, 2004.

GABRIEL, D.A.; KAMEN, G.; FROST, G. Neural adaptations to resistive exercise. mechanisms and recommendations for training practices. **Sports Med.**, v.36, n.2, p.133-149, 2006.

GALLAGHER, D. et al. Small organs with a high metabolic rate explain lower resting energy expenditure in African American than in white adults. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.83, n.5, p.1062–1067, 2006.

GAMBACCIANI, M. et al. Prospective evaluation of body weight and body fat distribution in early postmenopausal women with and without hormonal replacement therapy. **Maturitas**, v.39, n.2, p.125-132, 2001.

GASKILL, S.E.; et al. Changes in ventilatory threshold with exercise training in a sedentary population: the Heritage Family Study. **Int. J. Sports Med.**, v.22, n.?, p.586-592, 2001.

GETTMAN L.R, et al. The effect of circuit weight training on strength, cardiorespiratory function, and body composition of adult men. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.10, n.3, p.171-176, 1978.

GENTIL, P. et al. Association between femoral neck bone mineral density and lower limb fat-free mass in postmenopausal women. **J. Clin. Densitom.**, v.10, n.2, p.174-178, 2007.

GIBBONS, M.D.R. et al. H.J. Intra-individual variation in RMR in older people. **Br. J. Nutr.**, v.91, n.3, p.485-489, 2004.

GNUD, S.; SITTA, E.; FIUMI, N. Relationship between body composition and bone mineral density in women with and without osteoporosis: relative contribution of lean and fat mass. **J. Bone Miner. Metab.**, v.25, n.5, p.326–332, 2007.

GOING, S. et al. Effects of exercise on bone mineral density in calcium-replete postmenopausal women with and without hormone replacement therapy. **Osteoporos Int.**, v.14, n.8, p.637-643, 2003.

GORODESKI, G.I. Update on cardiovascular disease in post-menopausal women. **Best Practice Res. Clin. Obstet. Gynaecol.**, v.16, n.3, p.329-355, 2002.

GORDON, C.C; CHUMLEA, W.C; ROCHE, A.F. Stature, recumbent length, weight. In: **LOHMAN, T.G. et al., (Ed.) Anthropometric Standardizing Reference Manual.** Champaign, Illinois: Human Kinetics Books, p. 3-8, 1988.

GORDON, J.D. et al. High-density lipoprotein cholesterol and cardiovascular disease four prospective american studies. **Circulation**, v.79, n.1, p.8-15, 1989.

GREEN, J.S. et al. Menopause, estrogen, and training effects on exercise hemodynamics: the HERITAGE study. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.34, n.1, p.74-82, 2002.

GUEDES, D.P.; GUEDES J.E.R.P. **Manual prático para avaliação em educação física.** Barueri: Manole, 2006.

GUGLIELMO, L.G.A.; GRECO, C.C.; DENADAI, B.S. Effects of strength training on running economy. **Int. J. Sports Med.**, v.30, n.1, p.27-32, 2009.

GUYTON, A.C.; HALL, J.E. **Tratado de fisiologia médica.** 10^a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. 973 p.

HACKNEY, A.C; MUOIO, D; MEYER. The effect of sex steroid hormones on substrate oxidation during prolonged submaximal exercise in women. **Jpn. J. Physiol.**, v.50, n.5, p.489-494, 2000.

HADDOCK, B.L. et al. The effect of hormone replacement therapy and exercise on cardiovascular disease risk factors in postmenopausal women. **Sports Med.**, v.29, n.1, p.39-49, 2000.

HAGERMAN, F.C. et al. Effects of high-intensity resistance training on untrained older men. Strength, cardiovascular, and metabolic responses. **J.Gerontol.**, v. 55, n.7, p. 336–346, 2000.

HÄKKINEN, K.; ALLEN, M.; KOMI, P.V. Changes in isometric force-and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of human skeletal muscle during strength training and detraining. **Acta Physiol. Scan.**, v.125, n.4, p.573- 585, 1985.

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

HALLAL, P.C. et al. Physical inactivity: prevalence and associated variables in Brazilian adults. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.34, n.11, p.1894-1900, 2003.

HALVERSTADT, A. et al. Endurance exercise training raises high-density lipoprotein cholesterol and lowers small low-density lipoprotein and very low-density lipoprotein independent of body fat phenotypes in older men and women. **Metab. Clin. Experimental**, v.56, n.4, p.444-450, 2007.

HANS, D.B. et al. Peripheral Dual-Energy X-ray Absorptiometry in the management of osteoporosis: The 2007 ISCD Official Positions. **J. Clin. Densitometry: Assessment of Skeletal Health**, v.11, n.1, p.188-206, 2008.

HARTARD, M. et al. Systematic strength training as a model of therapeutic intervention: a controlled trial in postmenopausal women with osteoporosis. **Am. J. Phys. Med. Rehab.**, v.75, n.1, p. 21–28, 1996.

HAWKINS, S.A. et al. Eccentric muscle action increases site specific osteogenic response. **Med. Sci. Sports. Exerc.**, v.31, n.9, p.1287-1292, 1999.

HAWKINS, S.A.; WISWELL, R.A. Rate and mechanism of maximal oxygen consumption decline with aging. Implications for exercise training. **Sports Med.**, v.33, n.12, p.877-888, 2003.

HEYWARD, V.H; STOLARCZYK, L.M. **Avaliação da composição corporal aplicada**. São Paulo: Manole, 2000.

HICKSON, R.C.; ROSENKOETTER, M.A.; BROWN, M.M. Strength training effects on aerobic power and short-term endurance. **Med. Sci. Sports. Exerc.**, v.12, n.5, p.336-339, 1980.

HILL, J.A. et al. Physical activity and energy requirements. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.62, n.5, p.1059S-1066S, 1995.

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

HOFF, J.; GRAN, A.; HELGERUD, J. Maximal strength training improves aerobic endurance performance. **Scand. J. Med. Sci. Sports**, v.12, n.5, p.288-295, 2002.

HOUTKOOPER, L.B. et al. Comparison of methods for assessing body-composition changes over 1 y in postmenopausal women. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.72, n.2, p.401-406, 2000.

HUANG, H-Y. et al. One-year soy isoflavone supplementation prevents early postmenopausal bone loss but without a dose-dependent effect. **J. Nutr. Biochemistry**, v.17, n.8, p.509-517, 2006.

HUMPHRIES, B. et al. Effect of exercise intensity on bone density, strength, and calcium intake turnover in older women. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.32, n.6, p.1043-1050, 2000.

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

HUNTER, G.R.; MCCARTHY, J.P.; BAMMAN, M.M. Effects of Resistance Training on Older Adults. **Sports Med.**, v.34, n.5, p.329-348, 2004.

HURLEY, B. F.; ROTH, S. M. Strength training in the elderly: effects on risk factors for age-related diseases. **Sports Med.**, v.30, n.4, p.249-268, 2000.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Perfil dos Idosos Responsáveis pelos Domicílios. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/25072002pidoso.shtm>. Acesso em: 04 outubro/2007.

IZQUIERDO, M. et al. Effects of strength training on muscle power and serum hormones in middle-aged and older men. **J. Appl. Physiol.**, v.90, n.4, p.1497-1507, 2001.

JACKSON, A.S.; POLLOCK, M.L. Generalized equations for predicting body density of women. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.12, n.3, p.175-182, 1980.

JACOBS, I. Blood lactate. Implications for training and sports performance. **Sports Med.**, v.3, p.10-25, 1986.

JAMES, M.M.; CARROLL, S. Meta-analysis of walking for preservation of bone mineral density in postmenopausal women. **Bone**, v.43, n.3, p.521-531, 2008.

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.

JONES, A.M.; DOUST, J.H. A 1% treadmill grade most accurately reflects the energetic cost of outdoor running. **J. Sports Sci.**, v.14, n.4, p.321-327, 1996.

JOVINE, M.S. et al. Efeito do treinamento resistido sobre a osteoporose, após a menopausa: estudo de atualização. **Epidemiol.**, v.9, n.4, p.493-505, 2006.

KABIR M. et al. Molecular evidence supporting the portal theory: a causative link between visceral adiposity and hepatic insulin resistance. **Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.**, v.288, n.2, p.454-461, 2005.

KALLINEN, M. et al. H. Improving cardiovascular fitness by strength or endurance training in women aged 76-78 years. A population-based, randomized controlled trial. **Age Ageing**, v.31, n.4, 247-254, 2002.

KANIS, J.A.; World Health Organization. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. **Osteoporosis Int.**, v.4, n.6, p.368-381, 1994.

KEITH, S.P.; JACOBS, I.; McLELLAN TM. Adaptations to training at the individual anaerobic threshold. **Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.**, v.65, p.316-323, 1992.

KELLEY, G.A.; KELLEY, S.K.; VU TRAN, Z. Aerobic exercise and lipids and lipoproteins in women: a meta- analysis of randomized controlled trials. **J. Womens Health (Larchmt)**, v.13, n.10, p.1148-1164, 2004.

KERR, D. et al. Resistance training over 2 years increases bone mass in calcium-replete postmenopausal women. **J. Bone Miner. Res.**, v.16, n.1, p.175-181, 2001.

KEMMLER, W. et al. Exercise effects on fitness and bone mineral density in early postmenopausal women: 1-year EFOPS results. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.34, n.12, p.2115-2123, 2002.

KEMMLER, W. et al. Exercise effects on menopausal risk factors of early postmenopausal women: 3-yr EFOPS results. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.37, n.2, p.194-203, 2005.

KINDERMANN, W.; SIMON, G.; KEUL, J. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. *Eur. J. Appl. Physiol.* **Occup. Physiol.**, v.42, p.25-34, 1979.

KOMULAINEN, M. et al. Identification of early postmenopausal women with no bone response to HRT: results of a five-year clinical trial. **Osteoporos Int.**, v.11, n.3 p.211–218, 2000.

KRAEMER, W.J.; DESCHENES, M.R.; FLECK, S.J. Physiological adaptations to resistance exercise: Implications for athletic conditioning. **Sports Med.**, v.6, n.4, p.246-256, 1988.

KRAEMER, W.J.; RATAMESS, N.A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.36, n.4, p.674-688, 2004.

KREBS, E.E. et al. Measures of adiposity and risk of breast cancer in older postmenopausal women. **JAGS**, v.54, n.1, p.63-69, 2006.

LAHMANN, P.H. et al. A prospective study of adiposity and postmenopausal breast cancer risk: the Malmo diet and cancer study. **Int. J. Cancer**, v.103, n.2, p.246-252, 2003.

LAM, P.B. et al. The association of increased weight, body mass index, and tissue density with the risk of breast carcinoma in Vermont. **Cancer**, v.89, n.2, p.362-375, 2000.

LEAL, D.B.; FONSECA, P.H.S. Implicações na medida de taxa metabólica de repouso em idosos. **Rev. Bras. Nutr. Clin.**, v.22, n.1, p.65-71, 2007.

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

LEMOINE, S. et al. Estrogen receptor alpha mRNA in human skeletal muscles. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.35, n.3, p.439-443, 2003.

LEWIN, S. et al. Densidade mineral óssea vertebral e femoral de 724 mulheres brancas brasileiras: influência da idade e do peso corporal. **Rev. Ass. Med. Bras.**, v.43, n.2, p.127-136, 1997.

LINDHEIM, S.R. et al. The independent effects of exercise and estrogen on lipids and lipoproteins in postmenopausal women. **Obstet. Gynecol.**, v.83, n.2, p.167-172, 1994.

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.

MADDALOZZO, G.F. et al. The effects of hormone replacement therapy and resistance training on spine bone mineral density in early postmenopausal women. **Bone**, v.40, n.5, p.1244-1251, 2007.

MAESTA, N. et al. Effects of soy protein and resistance exercise on body composition and blood lipids in postmenopausal women. **Maturitas**, v.56, n.4, p.350-358, 2007.

MAIMON, L. et al. Testosterone is significantly reduce in endurance athletes without impact on bone mineral density. **Horm. Res.**, v.59, n.6, p.285-292, 2003.

MAKOVEY, J. et al. Association between serum cholesterol and bone mineral density. **Bone**, v.44, n. 2, p.208-213, 2009.

MAMERI-FILHO, J. et al. Efeitos da associação estro-androgênica em mulheres na pós-menopausa. **Rev. Bras. Ginecol. Obstet.**, v.27, n.3, p.118-24, 2005.

MARQUES, E. et al. Effects of resistance and multicomponent exercise on lipid profiles of older women. **Maturitas**, 2009, in press.

MARX, J. O. et al. Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.33, n. 4, p.635- 643, 2001.

MATSUURA, C.; MEIRELLES, C.M.; GOMES, P.S.C. Gasto energético e consumo de oxigênio pós-exercícios contra-resistência. **Rev. Nutr.**, v.19, n.6, p.729-740, 2006.

MAYES, J.S.; WATSON, G.H. Direct effects of sexual steroid hormones on adipose tissue and obesity. **Obes. Rev.**, v.5, n.4, p.197-216, 2004.

McARDLE, W.D.; KATCH, F.I.; KATCH, V.L. **Fisiologia do exercício. Energia, nutrição e desempenho humano**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 1099p.

McCARTHY, J.P.; POZNIAK, M.A.; AGRE, J.C. Neuromuscular adaptations to concurrent strength and endurance training. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.34, n.3, p.511-519, 2002.

McLELLAN, T.M. Ventilatory and plasma lactate response with different exercise protocols: a comparison of methods. **Int. J. Sports Med.**, v.6, p.30-36, 1985.

McCUBBIN, J.A; HELFER, S.G; SWITZER III, F.S. Blood pressure control and hormone replacement therapy heart disease. **Am. Heart J.**, v.143, n.4, p.711-717, 2002.

MELBY, C. et al. Effects of acute resistance on post-exercise energy expenditure and resting metabolic rate. **J. Appl. Physiol.**, v.75, n.4, p.1847-1853, 1993.

MEYER T.; GABRIEL, H.H.; KINDERMANN, W. Is determination of exercise intensities as percentages of VO_2max or HR max adequate? **Med. Sci. Sports Exerc.**; v.31, p.1342-1345 1999

MEZQUITA-RAYA, P. et al. Relation between vitamin D insufficiency, bone density, and bone metabolism in healthy postmenopausal women. **J. Bone Min. Res.**, v.16, n.8, p.1408-1415, 2001.

MIAN, O.S. et al. The impact of physical training on locomotor function in older people. **Sports Med.**, v.37, n.8, p.683-701, 2007.

MILLET, G.P. et al. Effects of concurrent endurance and strength training on running economy and $\dot{\text{V}}\text{O}_2$ kinetics. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.34, n.8, p.1351-1359, 2002.

MIYABARA, Y. et al. Effect of physical activity and nutrition on bone mineral density in young japanese women. **J. Bone Miner. Metab.**, v.25, n.6, p.414-418, 2007.

MORITANI, T.; DE VRIES, H. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. **Am. J. Phys. Med.**, v.58, n.3, p.115-129, 1979.

NAHÁS, E.A.P. et al. Efeitos da isoflavona sobre os sintomas climatéricos e o perfil lipídico na mulher em menopausa. **Rev. Bras. Ginecol. Obstet.**, v.25, n.5, p.337-343, 2003.

NAIR, K.S. Aging muscle. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.81, n.5, p.953-963, 2005.

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

NELSON, K.M. et al. Prediction of resting energy expenditure from fat-free mass and fat mass. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.56, n.6, p.848-856, 1992.

NOF – National Osteoporosis Foundation. Physician's guide to prevention and treatment of osteoporosis. New Jersey: **NOF**, v.30, 2000.

OCARINO, N.M.; SERAKIDES, R. Efeito da atividade física na prevenção e tratamento da osteoporose. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v.12, n.3, p.164-168, 2006.

OKANO, A.H. et al. Comportamento da força muscular e da área muscular do braço durante 24 semanas de treinamento com pesos. **Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum.**, v.10, n.4, p.379-385, 2008.

ORDU GOKKAYA, N.K.; KOSEOGLU, F.; ALBAYRAK, N. Reduce aerobic capacity in patients with severe osteoporosis: a cross sectional study. **Eur. J. Rehabil. Med.**, v.44, n.2, p.141-147, 2008.

ORSATTI, F.L. et al. Plasma hormones, muscle mass and strength in resistance-trained postmenopausal women. **Maturitas**, v.59, n.4, p.394-404, 2008.

OSTERBERG, K.L.; MELBY, L. Effect of acute resistance exercise on postexercise oxygen consumption and resting metabolic rate in young women. **Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.**, v.10, n.1, p.71-81, 2008.

OUELLETTE, M.M. et al. High-intensity resistance training improves muscle strength, self-reported function, and disability in long-term stroke survivors. **Stroke**, v.35, n.6, p.1404-1409, 2004.

PEREIRA, M.I.R; GOMES, P.S.C. Testes de força e resistência muscular: confiabilidade e predição de uma repetição máxima-revisão e novas evidências. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v.9, n.5, p.325-335, 2003.

PERRY, A.C. et al. Relation between anthropometric measures of fat distribution and cardiovascular risk factors in overweight pre and postmenopausal women. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.66, n.4, p.829-836, 1997.

PESONEN, J; et al. High bone mineral density among perimenopausal women. **Osteoporosis**, v.16, n.12, p.1899-1906, 2005.

PETIT, M.A; PRIOR, J.C; BARR, S.I. Running and ovulation positively change cancellous bone in premenopausal women. **Med. Sci. Sports. Exerc.**, v.31, n.6, p.780-787, 1999.

PETTRANICK, K.; BERG, K. The effects of weight training on bone mineral density of premenopausal, postmenopausal, and elderly women: A review. **J. Stren. Cond. Res.**, v.11, n.3, p.200-208, 1997.

PHILLIPS, S. Short-term training: when do repeated bouts of resistance exercise become training? **Can. J. Appl. Physiol.**, v.25, n.3, p.185-193, 2000.

PICHÉ, M-E. et al. Regional body fat distribution and metabolic profile in postmenopausal women. **Metabolism Clin. Experim.**, v.57, n.8, p.1101-1107, 2008.

PILOTE, L. et al. A comprehensive view of sex-specific issues related to cardiovascular disease. **CMAJ**, v.176, n.6, p.S1-S44, 2007.

POEHLMAN, E.T. et al. Effects of endurance and resistance training on total daily energy expenditure in young women: a controlled randomized trial. **J. Clin. Endocrin. Metab.**, v.87, n.3, p. 1004–1009, 2002.

POTTEIGER, J.A. et al. Changes in resting metabolic rate and substrate oxidation after 16 months of exercise training in overweight adults. **Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.**, v.18, p.79-95, 2008.

RANKINEN, T. et al. The prediction of abdominal visceral fat level from body composition and anthropometry: ROC analysis. **Int. J. Obes.**, v.23, n.8, p.801-809, 1999.

RASKIN, D.B.F.R. et al. Fatores associados à obesidade e ao padrão andróide de distribuição da gordura corporal em mulheres climatéricas. **Rev. Bras. Ginecol. Obstet.**, v.22, n.7, p.435-441, 2000.

RHONDA ORR, R.; RAYMOND, J.; FIATARONE SINGH, M. Efficacy of progressive resistance training on balance performance in older adults. A systematic review of randomized controlled trials. **Sports Med.**, v.38, n.4, p.317-343, 2008.

RHODES, E.C. et al. Effects of one year of resistance training on the relation between muscular strength and bone density in elderly women. **Br. J. Sports**, v.34, n.1, p.18-22, 2004.

RICHMOND, S.R; GODARD, M.P. The effects of varied rest periods between sets to failure using the bench press in recreationally trained men. **J. Strength Cond. Res.**, v.18, n.4, p.846-849, 2004.

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

ROECKER, K. et al. Predicting competition performance in long-distance running by means of a treadmill test. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.30, p.1552-1557, 1998.

ROSSATO, M. et al. Efeito de um treinamento combinado de força e endurance sobre componentes corporais de mulheres na fase de perimenopausa. **Rev. Port. Ciências Desporto**, v.7, n.1, p.92-99, 2007.

RYAN, A.S. et al. Resistive training increases fat-free mass and maintains resting metabolic rate, despite weight loss in postmenopausal women. **J. Appl. Physiol.**, v.79, n.3, p.818-823, 1995.

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

SACKS, F.M.; WALSH, B.W. The effects of reproductive hormones on serum lipoprotein: unresolved issues in biological and clinical practice. **Ann. N.Y. Acad. Sci.**, v.592, p.272-285, 1990.

SALE, D.G. Neural adaptation to resistance training. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.20 n.5S, p.S135-S145, 1988.

SALMÉN, T. et al. Early postmenopausal bone loss is associated with *PvuII* estrogen receptor gene polymorphism in finish women: effect of hormone replacement therapy. **J. Bone Min. Res.**, v.15, n.2, p.315-321, 2000.

SAMPAIO, L.R. et al. Validity and reliability of the sagittal abdominal diameter as a predictor of visceral abdominal fat. **Arq. Bras. Endocrinol. Metabol.**, v.51, n.6, p.980-986, 2007.

SANDOVAL, A.E.P. **Medicina del deporte y ciencias aplicadas al alto rendimiento y la salud**, Caxias do Sul: Educs, 2002.

SANTA-CLARA, H. et al. Effects of exercise training on resting metabolic rate in postmenopausal african american and caucasian women. **Metabolism Clinical and Experimental**, v.55, n.10, p.1358– 1364, 2006.

SARTI, C.D. et al. Hormone therapy and sleep quality in women around menopause. **Menopause**, v.12, n.5, p.545-551, 2005.

SAUNDERS, P.U. et al. Factors affecting running economy in trained distance runners. **Sports Med.**, v.34, n.7, p.465-485, 2004.

SCHILLACI, G; VERDECCHIA, P; BORGIONI, C. Early cardiac changes after menopause. **Hypertension**, v.32, n.4, p.764-769, 1998.

SEEMAN, E. Bone quality: the material and structural basis of bone strength. **J. Bone Miner. Metab.**, v.26, n.1, p.1-8, 2008.

SHERK, V.D. et al. Relationships between body composition, muscle strength, and bone mineral density in estrogen-deficient postmenopausal women. **J. Clin. Densitom.**, v.10, n.2, p.174-178, 2007.

SIGNORILE, J.F. et al. Early plateaus of power and torque gains during high-and low-speed resistance training of older women. **J. Appl. Physiol.**, v.98, n.4, p.1213–1220, 2005.

SILVA, C.M. et al. Efeito do treinamento com pesos, prescrito por zona de repetições máximas, na força muscular e composição corporal em idosas. **Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum.**, v.8, n.4, p.39-45, 2006.

SIRI, W.E. Body composition from fluid spaces and density. In: BROZEK, J., HENSCHEL, A. **Techniques for measuring body composition**. Washington, DC: National Academy of Science, 1961. p.223-244.

SOUZA, R.L. et al. Fidedignidade do teste-reteste na aplicação do índice de Blatt e Kupperman. **Rev. Bras. Ginecol. Obst.**, v.22, n.8, p.481-487, 2000.

SOUZA, T.M.F. et al. Efeitos do treinamento de resistência de força com alto número de repetições no consumo máximo de oxigênio e limiar ventilatório de mulheres. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v.14, n.6, p.513-517, 2008.

SOWERS, M. et al. Changes in body composition in women over six years at midlife: ovarian and chronological aging. **J. Clin. Endocrinol. Metab.**, v.92, n.3, p.895-901, 2007.

SPARTI, A. et al. Relationship between resting metabolic rate and the composition of the fat-free mass. **Metabolism.**, v. 46, n.10, p.1225-1230, 1997.

STATHOKOSTAS, L. et al. Longitudinal changes in aerobic power in older men and women. **J. Appl. Physiol.**, v.97, n.2, p.781-789, 2004.

STENGEL, S.V. et al. Power training is more effective than strength training for maintaining bone mineral density in postmenopausal women. **J. Appl. Physiol.**, v.99, n.1, p.181-188, 2005.

STERNFELD, B. et al. Menopause, physical activity, and body composition/fat distribution in midlife women. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.37, n.7, p.1195-1202, 2005.

STONE, M. Implications for connective tissue and bone alterations resulting from resistance exercise training. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.20, n.5, p.S162-S168, 1988.

TANAKA, H.; SWENSEN, T. Impact of resistance training on endurance performance. A new form of cross training? **Sports Med.**, v.25, n.3, p.191-200, 1998.

TANKÓ, L.B. et al. Relationship between osteoporosis and cardiovascular disease in postmenopausal women. **J Bone Min. Res.**, v.20, n.11, p.1912-1920, 2005.

TATARANNI, P.A.; RAVUSSIN, E. Variability in metabolic rate: biological sites of regulation. **Int. J. Obes.**, v.19, Suppl 4, p.102S-106S, 1995.

TAYLOR, H.L.; BUSKIRK, E.; HENSCHER, A. Maximal oxygen uptake as an objective measure of cardiorespiratory performance. **J. Appl. Physiol.**, v.8, n.1, p.73-80 1954.

TEED, H.J. Sex hormones and the cardiovascular system: effects on arterial function in women. **Clin. Experim. Pharmacol.**, v.34, n.7, p.672-676, 2007.

THOMPSON, P.D. What do muscles have to do with lipoproteins? **Circulation**, v.81, n.4, p.1428-1430 1990.

TOTH, M.J.; GARDNER, A.W.; ADES, P. A.; POEHLMAN, E.T. Contribution of body composition and physical activity to age-related decline in peak $\dot{V}O_2$ in men and women. **J. Appl. Physiol.**, v.75, n.2, p.647-665, 1994.

TREVISAN, M.C.; BURINI, R.C. Metabolismo de repouso de mulheres pós-menopausadas submetidas a programa de treinamento com pesos (hipertrofia). **Rev. Bras. Med. Esporte**, v.13, n.2, p.133-137, 2007.

VAN BEEK, A.P. et al. Sex steroids and plasma lipoprotein levels in healthy women: the importance of androgens in the estrogen-deficient state. **Metabolism**, v.53, n.2, p.187-192, 2004.

VINCENT, K.R; BRAITH, R. W. Resistance training and bone turnover in elderly men and women. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.34, n.1, p.17-23, 2002.

WANG, Y. et al. Lack of evidence for effects modification by estrogen of association between body mass index and colorectal cancer risk among postmenopausal women. **Cancer Causes Control**, v.18, n.8, p.793-799, 2007.

WARBURTON, D.E.R.; GLEDHILL, N.; QUINNEY, A. The effects of changes in musculoskeletal fitness on health. **Can. J. Appl. Physiol.**, v.26, n.2, p.161-216, 2001.

WASSERMAN K.; McILROY, M.B. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. **Am. J. Cardiol.**, v.14, p.844-852, 1964.

WASSERMAN, K. et al. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. **J. Appl. Physiol.**, v.35, n.2, p.236-243, 1973.

WASSERMAN, K. et al. **Principles of exercise testing and interpretation**. 3^a ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 1999.

WEISS, E.P. et al. Gender differences in the decline in aerobic capacity and its physiological determinants during the later decades of life. **J. Appl. Physiol.**, v.101, n.3, p.938-944, 2006.

WELLS, J.CK. Sexual dimorphism of body composition. **Best Practice Res. Clinical Endocrinol. Metabolism**, v.21, n.3, p.415-430, 2007.

WESTPHAL M. et al. Relações entre massa corporal total, massa corporal magra, área de secção transversa e 1RM em mulheres. **Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum.**, v.8, n.1, p.52-57, 2006.

WEY, J.Y.; GERSH, B.J. Heart disease in the elderly. **Curr. Prob. Cardiol.**, v.12, n.1, p.1-65, 1987.

WEIR, J.B. New methods for calculating metabolic rate with especial references to protein metabolism. **J. Physiol.**, v.62, p.20-27, 1949.

WHITNEY, C. et al. Are cardiovascular disease and osteoporosis directly linked? **Sports Med.**, v.34, n.12, p.779-807, 2004.

WOMEN'S HEALTH INITIATIVE INVESTIGATORS-WHI. Risks and benefits of estrogen plus progestin in healthy postmenopausal women – principal results from the women's health initiative randomized controlled trial. **JAMA**, v.288, n.3, p.321-333, 2002.

WONG, S.L.; JANSSEN, L.; ROSS, R. Abdominal adipose tissue distribution and metabolic risk. **Sports Med.**, v.33, n.10, p.709-726, 2003.

YAMAGUCHI, T. et al. Plasma lipids and osteoporosis in postmenopausal women. **Endocr. J.**, v.49, n.2, p.211-217, 2002.

YATAGAI, T.; NAGASAKA, S.; TANIGUCHI, A. Hypoadiponectinemia is associated with visceral fat accumulation and insulin resistance in Japanese men with type 2 diabetes mellitus. **Metabolism**, v.52, n.10, p.1274–1278, 2003.

ZABAGLIA, S.F.C. et al. Estudo exploratório da associação entreo perfil lipídico e a densidade mineral óssea em mulheres menopausadas, em hospital de referência de Campinas. **Cad. Saúde Pública**, v.14, n.4, p.779-786, 1998.

ZAGO, A.S. et al. Efeitos de um programa geral de atividade física de intensidade moderada sobre os níveis de resistência de força em pessoas da terceira idade. **Rev. Bras. Ativ. Fis. Saúde**, v.5, n.3, p.43-51, 2000.

ZAHAR, S.E.V. et al. Qualidade de vida em usuárias e não usuárias de terapia de reposição hormonal. **Rev. Assoc. Med. Bras.**, v.51, n.3, p.133-138, 2005.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Consentimento livre e esclarecido das voluntárias que participarão do projeto de pesquisa:
"Treinamento com pesos para mulheres na pós-menopausa: efeitos sobre os indicadores de força, densidade mineral óssea e taxa metabólica de repouso".

Responsável pelo projeto: Prof^ª. Mtda Valéria Bonganha.

Orientadora: Prof^ª Dr^ª. Vera Aparecida Madruga.

Local do desenvolvimento do projeto: Faculdade de Educação Física (UNICAMP)

Eu, _____, _____ anos, RG _____, residente à Rua (Av.) _____, voluntariamente concordo em participar do projeto de pesquisa acima mencionado, que será detalhado a seguir.

É de meu conhecimento que este projeto será desenvolvido em caráter de pesquisa científica e objetiva verificar os efeitos do treinamento com pesos sobre os indicadores de força muscular, taxa metabólica de repouso e densidade mineral óssea em mulheres na pós-menopausa. Estou ciente, de que, antes do início da fase do programa, serei submetido a uma avaliação clínica. Essa avaliação objetiva a identificação de eventual patologia que contra indique a minha participação no programa.

Após a avaliação clínica, serei submetida a uma série de testes funcionais não invasivos no Laboratório de Fisiologia do Exercício FISEX.

Estou ciente de que estes testes funcionais serão realizados nas fases pré e após o programa, o que despenderá certa disponibilidade de tempo.

Com referência ao programa de treinamento, que tem um período de duração previsto de dezesseis (16) semanas, que constará de exercícios físicos com pesos, com uma frequência semanal de três sessões e duração de aproximadamente 60 minutos cada. Este treinamento será realizado nas dependências da Faculdade de Educação Física, sendo devidamente orientado, tanto em relação aos benefícios como em relação aos sinais, sintomas e manifestações de intolerância ao esforço que poderei ou não apresentar. Os benefícios que obterei com tal programa de treinamento incluem de uma maneira geral, melhoras funcionais

(força, flexibilidade e resistência) e morfológicas que poderão contribuir ao meu estado geral de saúde.

Estou ciente ainda, que, as informações obtidas durante as avaliações laboratoriais e sessões de exercícios do programa de treinamento serão mantidas em sigilo e não poderão ser consultadas por pessoas leigas, sem a minha devida autorização. As informações assim obtidas poderão ser usadas para fins de pesquisa científica, desde que a minha privacidade seja sempre resguardada.

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

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

Campinas, ____ de _____ de 2008.

Sra. voluntária

Mestranda Valéria Bonganha

Profa. Dra. Vera Aparecida Madruga

FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS - COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Caixa Postal 6111 CEP: 13083-970 Campinas, SP

cep@fcm.unicamp.br

Anexo A. Parecer Comitê de Ética em Pesquisa



FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

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

CEP, 24/04/07.

(**PARECER CEP:** N° 248/2004)

PARECER

I-IDENTIFICAÇÃO:

PROJETO: “EFEITOS DO TREINAMENTO COM PESOS ASSOCIADO AO TREINAMENTO AERÓBICO SOBRE AS VARIÁVEIS MORFOLÓGICAS, FUNCIONAIS E CARDIORESPIRATÓRIAS EM MULHERES MENOPAUSADAS SAUDÁVEIS”


PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Vera Aparecida Madruga Forti

II - PARECER DO CEP

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP tomou ciência e aprovou o Adendo que acrescenta o projeto de pesquisa intitulado **“EFEITOS DO TREINAMENTO COM PESOS SOBRE A COMPOSIÇÃO CORPORAL E INDICADORES DE FORÇA EM MULHERES MENOPAUSADAS QUE UTILIZAM SUPLEMENTAÇÃO DE ISOFLAVONA E FRUTOOLIGOSSACARÍDEOS”**, com finalidade de dissertação de mestrado de Valéria Bonganha, referente ao protocolo de pesquisa supracitado.

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

Homologado na IV Reunião Ordinária do CEP/FCM, em 24 de abril de 2007.


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

Comitê de Ética em Pesquisa - UNICAMP
Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126
Caixa Postal 6111
13084-971 Campinas – SP

FONE (019) 3521-8936
FAX (019) 3521-7187
cep@fcm.unicamp.br

Anexo B. Artigo Publicado

ORIGINAL

FORÇA MUSCULAR E COMPOSIÇÃO CORPORAL DE MULHERES NA PÓS-MENOPAUSA: EFEITOS DO TREINAMENTO CONCORRENTE

VALÉRIA BONGANHA^{1,2}; CLAUDINEI FERREIRA DOS SANTOS^{1,2}; JOSÉ ROCHA³; MARA PATRÍCIA TRAINA CHACON-MIKAHIL^{2,4}; VERA APARECIDA MADRUGA^{2,4}

¹ Programa de Pós-Graduação FEF/UNICAMP;

² Laboratório de Fisiologia do Exercício – FISEX;

³ Faculdade de Ciências Médicas – Universidade Estadual de Campinas;

⁴ Faculdade de Educação Física – Universidade Estadual de Campinas.

Recebido: 23/12/2008

Re-submissão: 16/02/2009

18/02/2009

Aceito: 19/02/2009

RESUMO

A menopausa é um período de transição caracterizado por diversas mudanças na composição corporal, incluindo perda de massa magra e aumento e redistribuição da adiposidade. O objetivo deste estudo foi analisar os efeitos do treinamento concorrente (TC), aeróbio e com pesos, sobre indicadores de força muscular e composição corporal em mulheres na pós-menopausa. Participaram 18 mulheres menopausadas, com e sem terapia de reposição hormonal (TRH) e clinicamente saudáveis. Foram subdivididas em dois grupos: com TRH ($n=8$, idade= $50,12 \pm 3,8$), e sem TRH ($n=10$, idade= $56,3 \pm 7,4$). O TC teve duração de 10 semanas, com frequência semanal de três dias e duração média de 60 min/sessão. Para o treinamento com pesos foram propostos nove exercícios para os principais grupamentos musculares e para o treino aeróbio, caminhadas e corridas com duração de 30 min. O treino aeróbio foi sempre realizado após o treinamento com pesos. Análise de variância (ANOVA) foi empregada para as comparações entre os grupos, para analisar os efeitos do treinamento e o post hoc de Scheffé para comparações múltiplas. Os resultados encontrados mostraram que o TC foi eficiente para melhorias principalmente nos indicadores de força, porém não encontramos diferenças significantes para os componentes da composição corporal. Ambos os grupos mostraram respostas semelhantes quanto ao efeito do TC. Dessa forma, concluímos que se faz necessário mais estudos utilizando ou não a TRH, para verificar seus benefícios ou prejuízos para a saúde da mulher.

PALAVRAS-CHAVE: menopausa, treinamento concorrente, terapia de reposição hormonal.

ABSTRACT

MUSCLE STRENGTH AND BODY COMPOSITION IN POSTMENOPAUSAL WOMEN: EFFECTS OF CONCURRENT TRAINING

The menopause is a transitional period characterized by several changes in body composition, including lean mass loss and increase and redistribution of fat. The purpose of this study was to analyze the effects of concurrent training (CT), aerobic and strength on indicators neuromuscular and body composition indicators in postmenopausal women. Participated 18 clinically healthy menopausal women with and without Hormone Replacement Therapy (HRT). They were divided into two groups: with HRT ($n=8$, age = 50.12 ± 3.8), and without HRT ($n=10$, age = 56.3 ± 7.4). The TC lasts 10 weeks, three days a week and mean duration of 60 min per session. For the strength training were proposed nine exercises for the major muscle groups and for the aerobic training was done walks and running for about 30 minutes. The aerobic training was always done after strength training. Analysis of variance (ANOVA) was used for comparison between groups, to analyze the effects of the training. It was used the post hoc of Scheffé for multiple comparisons. The results showed the efficiency of the CT mainly to improvements in strength indicators, but did not find significant differences in the body composition components. Both groups showed similar responses to the TC. So more studies are needed to a better knowledge about the importance of using HRT, as its benefits or harms to the women health.

KEY-WORDS: menopause, concurrent training, hormonal replacement therapy.

INTRODUÇÃO

A menopausa é o fim do período reprodutivo da vida da mulher. Essa fase é marcada por diversas alterações no organismo feminino, dentre elas, fisiológicas, somáticas e psicológicas.

Após a menopausa ocorrem diversas alterações como as endócrinas causadas pelo declínio da atividade ovariana, as biológicas ocorridas em consequência da diminuição da fertilidade, as clínicas devido a alterações do ciclo menstrual^{1,2}.

As implicações da ausência dos hormônios femininos são muitas, devido às suas funções no organismo feminino. Existem receptores de estrogênios no sistema nervoso central e nos tecidos ósseos, controlam a saúde global da mulher, já que participa da síntese de proteínas, da distribuição da gordura corporal, do controle do colesterol e da preservação do cálcio nos ossos^{3,4}.

Nesta fase as mulheres são mais susceptíveis a aquisição de doenças cardiovasculares, como a doença arterial coronariana pela deficiência de estrogênios⁵. Há diminuição do dispêndio energético diário e do metabolismo de repouso, e maior incidência de cânceres^{6,7,8}.

A modificação mais evidente na mulher, com o aumento da idade cronológica, é a mudança nas dimensões corporais, há diminuição na massa livre de gordura (sarcopenia), aumento da adiposidade e a diminuição da densidade mineral óssea^{6,9,10,11}.

A sarcopenia, associada às alterações osteomusculares são significativas para a qualidade de vida e independência na fase de envelhecimento, pois acarretam déficit no andar e na mobilidade dificultando a realização de tarefas comuns do cotidiano¹².

O treinamento concorrente (TC) possui numa mesma sessão de treino os exercícios de treinamento com pesos (TP) e de treinamento aeróbio (TA). O TC demonstra os mesmos benefícios dos treinamentos realizados isoladamente, embora em menor magnitude¹³.

Há uma necessidade de encontrar maneiras de minimizar as perdas fisiológicas nas mulheres decorrentes do processo de envelhecimento e da menopausa, seja com estratégias de intervenção ou medidas de prevenção.

A prescrição de terapia de reposição hormonal (TRH) na pós-menopausa se deve aos benefícios cardiovasculares dos estrogênios. Dentre eles, destacam-se a melhora no perfil lipídico, proteção quan-

to ao aumento de peso, diminuição da adiposidade, preservação da massa óssea e bem-estar geral^{14,15,16}.

Em contrapartida aos benefícios da TRH, ainda não há consenso sobre sua indicação, devido à maior incidência de cânceres em usuárias, principalmente após cinco anos contínuos de uso da terapia.

Desta maneira, o objetivo desse estudo foi analisar os efeitos do TC sobre indicadores de força muscular, composição corporal e flexibilidade em mulheres na pós-menopausa com TRH (GCT) e sem TRH (GST).

MÉTODOS

Sujeitos

A pesquisa foi divulgada por meio eletrônico e televisivo, na região de Campinas para encontrar voluntárias que pudessem participar do programa. Inscreveram-se inicialmente aproximadamente 120 candidatas. Houve uma pré-seleção, onde foram selecionadas 55 voluntárias que se enquadravam dentro dos critérios iniciais de inclusão. Destas nove voluntárias desistiram de participar do programa por motivos pessoais, 27 voluntárias atendiam aos critérios de exclusão e somente 18 prosseguiram até o final da pesquisa.

As voluntárias foram divididas em subgrupos, grupo sem uso de terapia (GST n=10) e grupo com uso de terapia (GCT n=8). O GCT fazia uso de terapia de estrogênio, isolado e/ou conjugado com progesterona, a pelo menos 12 meses.

Como critérios de inclusão, as voluntárias deveriam ser não ativas fisicamente, e estar na pós-menopausa (mínimo de 12 meses sem menstruação).

Os critérios de exclusão foram: doença cardíaca, diabetes, problemas osteomusculares severos, qualquer patologia que colocassem em risco a saúde das voluntárias e uso de qualquer medicação que pudesse interferir nas respostas fisiológicas dos testes.

Todas as voluntárias, após serem conscientizadas sobre a proposta do estudo, assinaram consentimento livre e esclarecido. Para serem incluídas na pesquisa as voluntárias deveriam ter participação mínima de 75% do programa.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UNICAMP de acordo com as normas da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos sob o protocolo nº 248/2004.

Antropometria e Composição Corporal

A massa corporal foi mensurada numa balança de plataforma, tipo Filizolla, e a medida da estatura foi obtida em um estadiômetro de madeira, de acordo com os procedimentos descritos por Gordon, Chumlea, Roche¹⁷.

A composição corporal foi determinada pela técnica de dobras cutâneas (DC), mensuradas nos pontos anatômicos: abdômen, supra-iliaca, subescapular, tricipital, bicipital, coxa e perna. Todas as medidas foram realizadas no hemisfério direito, mediante a utilização do adipômetro da marca *Lange*®. A soma das 7 DC está representada por: $\sum 7 DC$.

Assim como as DC, a circunferência da cintura foi aferida de acordo com os métodos descritos por Heyward e Stolarczyk¹⁸.

A gordura corporal relativa (% gordura) foi determinada pela fórmula de Siri (1961) a partir da estimativa da densidade corporal pela equação de Jackson e Pollock¹⁹.

Teste de uma repetição máxima (1-RM)

Os indicadores de força muscular foram determinados pelo teste de uma repetição máxima (1-RM). O teste foi aplicado em três exercícios: supino em banco horizontal, leg press horizontal e rosca direta, respectivamente²⁰. A carga registrada como 1-RM, foi aquela na qual a voluntária completasse somente uma repetição. O intervalo entre as tentativas foi de três min, não ultrapassando três tentativas, o intervalo de transição entre os exercícios foi de três a cinco min.

Avaliação da Flexibilidade

Para avaliação da flexibilidade do tronco foi realizado teste de medida angular através do *fleximeter*, de acordo com as técnicas sugeridas por Achour Jr.²¹, e teste de medida linear no Banco de Wells.

Protocolos de Treinamento Concorrente

As sessões de treino foram realizadas em ordem fixa: o TA era realizado após o TP, com duração aproximada de 60 min/sessão.

Seguindo as recomendações do ACSM²², o TP foi prescrito com três séries de 12 a 15 repetições máximas para membros superiores e tronco e três séries de 15 a 20 repetições máximas para membros inferiores, com pausa de um min. entre as séries. As cargas de treinamento eram ajustadas semanalmente para que a intensidade inicial fosse mantida, respeitando a zona alvo de repetições proposta inicialmente.

Os exercícios realizados foram: 1) mesa extensora; 2) supino guiado; 3) mesa flexora; 4) puxada atrás; 5) leg press horizontal; 6) elevação lateral; 7) rosca direta; 8) extensão de tríceps com barra w; 9) abdominais e 10) panturrilha, obedecendo a ordem dos maiores para os menores grupos musculares, alternados por segmentos.

Foram realizados exercícios de alongamentos estáticos, no início e final de cada sessão.

As partes da sessão de treinamento referentes ao TA foram caminhadas e trotes leves, em pista de atletismo de 400 metros, com duração fixa de 30 minutos. Houve aumento gradual da distância percorrida.

Tratamento Estatístico

Para a análise dos dados foi utilizado o pacote estatístico STATISTICA™. A normalidade da amostra foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk's. Para a comparação entre as modificações percentuais das variáveis em cada grupo, foi utilizado o teste *t* para amostras independentes. Análise de variância (ANOVA) para medidas para comparações entre os grupos nos diferentes momentos. Nas variáveis em que as condições iniciais dos grupos se diferiam estatisticamente, análise de covariância (ANCOVA) foi utilizada, com as medidas da linha de base sendo adotadas como co-variáveis. O teste post hoc de SCHEFFÉ, para comparações múltiplas, foi empregado para identificar as diferenças nas variáveis em que os valores de F encontrados foram superiores ao critério de significância estatística estabelecido ($p < 0,05$).

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta as características iniciais da amostra, de ambos os grupos.

A Tabela 2 mostra as características dos indicadores da composição corporal de ambos os grupos, no momento inicial e final do programa.

A Tabela 3 mostra os valores encontrados para os dois grupos nos três testes e no somatório dos testes de 1-RM. Ambos os grupos aumentaram significativamente os valores alcançados em relação ao momento inicial.

Os valores dos testes de flexibilidade (linear e angular), em ambos os grupos e momentos, estão na Tabela 4. Ambos os grupos apresentaram aumentos significantes somente para o teste linear realizado no Banco de Wells.

Tabela 1

Características iniciais da amostra.

Variáveis	GCT	GST
Idade (anos)	50,1 ± 3,8	56,3 ± 7,4
Massa Corporal (kg)	63,3 ± 10,3	73,6 ± 18,0
Estatura (m)	1,58 ± 0,0	1,60 ± 0,0
Menopausa (anos)	3,2 ± 1,9	10,1 ± 10,8

Tabela 2

Valores médios e desvios-padrão dos indicadores da composição corporal.

Variáveis	GST (n = 10)	GCT (n = 08)	Efeitos	F	p
Massa Corporal (kg)			ANOVA		
Pré	74,45 ± 15,93	63,35 ± 10,31	Grupo	3,03	0,10
Pós	75,21 ± 15,98	63,6 ± 10,13	Tempo	3,14	0,09
Δ%	1,02	0,45	Grupo vs Tempo	0,80	0,38
IMC (kg/m²)			ANOVA		
Pré	28,92 ± 5,21	25,59 ± 3,75	Grupo	2,92	0,10
Pós	29,22 ± 5,30	25,68 ± 3,62	Tempo	3,18	0,09
Δ%	1,02	0,45	Grupo vs Tempo	0,84	0,37
Σ 7 DC (mm)			ANOVA		
Pré	220,51 ± 70,58	210,02 ± 42,67	Grupo	0,06	0,80
Pós	224,55 ± 68,11	227,92 ± 43,25	Tempo	6,53	<0,03
Δ%	1,22	10,71	Grupo vs Tempo	3,05	0,99
% gordura			ANOVA		
Pré	33,21 ± 8,37	35,02 ± 4,13	Grupo	0,29	0,59
Pós	34,50 ± 7,96	37,22 ± 3,89	Tempo	3,58	0,07
Δ%	1,05	8,78	Grupo vs Tempo	2,07	0,169
Massa Magra (kg)			ANCOVA		
Pré	48,92 ± 8,06	41,00 ± 6,22	Grupo	7,25	<0,02
Pós	48,49 ± 7,96	39,75 ± 5,65*	Tempo	3,46	0,08
Δ%	0,39	-3,54**	Grupo vs Tempo	3,96	0,06
Massa Gorda (kg)			ANOVA		
Pré	25,52 ± 10,10	22,34 ± 5,65	Grupo	0,91	0,35
Pós	26,72 ± 9,97	23,84 ± 5,32	Tempo	5,47	<0,04
Δ%	2,30	9,30	Grupo vs Tempo	0,98	0,33
Circ. Cintura (cm)			ANOVA		
Pré	84,31 ± 11,05	78,75 ± 9,49	Grupo	3,06	0,09
Pós	83,82 ± 8,73	79,25 ± 9,69	Tempo	0,01	0,91
Δ%	-0,08	0,62	Grupo vs Tempo	0,16	0,68

* representa diferença significativa entre os momentos inicial e final.

** representa diferença significativa no percentual de modificação.

Tabela 3

Valores médios e desvios-padrão dos indicadores de força máxima (1-RM).

Exercícios (kg)	GST (n = 10)	GCT (n = 8)	Efeitos	F	p
Supino					
			ANOVA		
Pré	33,54 ± 5,90	29,00 ± 7,13	Grupo	1,7	0,20
Pós	42,63 ± 7,79*	39,00 ± 6,76*	Tempo	64,3	<0,00
Δ%	29,78	38,96	Grupo vs Tempo	0,04	0,83
Leg press					
			ANOVA		
Pré	143,81 ± 22,21	126,62 ± 8,78	Grupo	4,90	0,04
Pós	171,63 ± 13,28*	156,37 ± 19,42*	Tempo	41,47	<0,00
Δ%	22,57	23,96	Grupo vs Tempo	0,00	0,92
Rosca Direta					
			ANOVA		
Pré	21,80 ± 5,04	18,87 ± 2,10	Grupo	4,79	<0,05
Pós	24,00 ± 3,31*	21,00 ± 3,70*	Tempo	5,02	<0,04
Δ%	10,27	11,03	Grupo vs Tempo	0,06	0,80
Somatório					
			ANOVA		
Pré	199,27 ± 28,94	174,50 ± 13,06	Grupo	0,83	0,37
Pós	238,27 ± 18,90*	216,37 ± 25,76*	Tempo	61,53	<0,00
Δ%	22,11	24,19	Grupo vs Tempo	0,02	0,86

* representa diferença significativa encontrada entre os momentos dentro de cada grupo (p<0,05).

Tabela 4

Valores médios e desvios-padrão dos testes de flexibilidade.

Variáveis	GST (n = 10)	GCT (n = 8)	Efeitos	F	p
Flexão tronco (°)					
			ANOVA		
Pré	113,80 ± 19,41	115,63 ± 16,35	Grupo	0.246	0.626
Pós	114,30 ± 16,68	120,00 ± 13,89	Tempo	0.883	0.361
Δ%	1,42	4,33	Grupo vs Tempo	0.558	0.465
Wells (cm)					
			ANOVA		
Pré	21,70 ± 10,48	26,25 ± 8,10	Grupo	1.18	0.292
Pós	24,90 ± 8,88*	29,63 ± 8,80*	Tempo	12.73	<0.003
Δ%	27,15	15,10	Grupo vs Tempo	0.009	0.925

Obs. * representa diferença significativa encontrada entre os momentos dentro de cada grupo (p<0,05).

DISCUSSÃO

A diferença existente entre os grupos nas capacidades avaliadas pode ser devida ao uso da TRH, já que é descrito que sua prescrição promove benefícios cardiovasculares, melhora no perfil lipídico, proteção quanto ao aumento de peso, diminuição da tendência de acúmulo de gordura corporal, preservação da massa óssea^{14,15,16}.

Entretanto, é interessante observar que, após a intervenção, ambos os grupos se apresentaram em condições homogêneas em relação aos benefícios do exercício ($\Delta\%$). Quanto à massa corporal, IMC, Σ 7 DC e % de gordura corporal, tanto o GCT quanto o GST não sofreram alterações significativas. Já em relação à massa magra o GCT teve seu $\Delta\%$, diminuído significativamente, o que não ocorreu com o GST, que manteve seus valores praticamente inalterados entre os momentos. Aparentemente a TRH, juntamente com o TC não foi suficiente para alterar a velocidade de perda de massa magra para esta população.

Com o envelhecimento há uma diminuição do dispêndio energético diário e do metabolismo basal contribuindo para mudanças na composição corporal, tanto quanto, ou até superior às alterações hormonais que acompanham a menopausa. O curto período de tempo aliado a estes fatores podem ter contribuído para o efeito não significativo do TC nas alterações da composição corporal⁸.

Podemos notar que ocorreu aumento dos níveis de força muscular independente de aumentos significativos na massa magra, esse fato pode ter uma explicação baseada pelas adaptações neurais em consequência do TP²³.

A literatura apresenta indicações da TRH para o retardo da diminuição da massa magra e consequentemente da força muscular^{14,24}, entretanto encontramos no GST valores superiores nos indicadores de força muscular em relação ao GCT, nos momentos inicial e final, embora não significantes.

Resultados semelhantes foram encontrados comprovando os efeitos do TC sobre a força máxima em homens após 16 semanas de treinamento²⁵.

O estudo de Barbosa et al.²⁶ analisou os efeitos de 10 semanas de TP sobre a força muscular de idosas, os resultados mostraram que para todos os grupos musculares treinados, foram encontra-

dos aumentos significativos na força muscular, demonstrando a eficácia do TP.

Poucos estudos de TC foram encontrados na literatura, e foram realizados em outras populações e com metodologias diferentes, o que torna uma tarefa difícil comparar os resultados do presente estudos com outros anteriormente realizados.

O estudo de Rossato²⁷ realizados em mulheres na perimenopausa, também não encontrou diminuição no percentual de gordura total e aumento significativo de massa magra, após 20 semanas de TC, ainda que o tempo de treinamento tenha sido superior ao programa desse estudo.

O teste linear de flexibilidade apresenta menor precisão e pode sofrer influências, como por exemplo, da força abdominal, entretanto o TC pode influenciar positivamente os níveis de flexibilidade desta população. Outros estudos com TC e TP se mostraram eficientes para o aumento da flexibilidade em adultos inativos fisicamente²⁵.

De uma maneira geral, podemos reforçar que o programa de 10 semanas de TC mostrou-se eficiente na melhoria das condições físicas iniciais das voluntárias. Os resultados nos mostram evidências de que a TRH, na ausência do exercício, protege as mulheres da perda de massa magra e auxilia na manutenção da massa corporal, pois o GCT apresentou valores de massa corporal inferiores desde o início do programa. Porém após a intervenção com exercícios regulares, a TRH parece não ter efeito adicional sobre as respostas fisiológicas das voluntárias que faziam uso da terapia.

Com relação aos indicadores de força muscular, encontramos melhoras significativas em todos os testes realizados, demonstrando a eficiência do TC, bem como uma resposta adaptativa do sistema muscular, perante a um curto período de intervenção. Ainda nos indicadores de força muscular os resultados não apresentaram diferenças significativas entre os GCT e GST na tentativa de comprovar alguma possível influência da TRH, visto que ambos os grupos mostraram obter ganhos semelhantes com o TC.

É preciso saber as reais vantagens da utilização da TRH para que os riscos não excedam os benefícios. A TRH não deve ser indicada apenas para prevenir doenças crônicas, já que vários estudos^{2,7,11,14} encontraram aumento significativo

no aparecimento de algumas patologias em usuárias da TRH.

Com isso sugere-se a realização de pesquisas com um grupo de estudo maior além de um período maior de treinamento. Também sugere-se o controle de variáveis intervenientes que neste estudo não foram controladas, mas que são conhecidamente responsáveis pela modificação dos componentes corporais, como a suplementação vitamínica e os aspectos nutricionais.

CONCLUSÃO

O programa de TC proposto mostrou-se eficaz na prevenção e amenização das perdas decorrentes da menopausa, que estão associadas ao processo de envelhecimento, não apontando diferenças entre os GCT e GST, sobre indicadores de força muscular, composição corporal após a intervenção do TC.

REFERÊNCIAS

- Green JS, Stanforth PR, Gagnon J, et al. Menopause, estrogen, and training effects on exercise hemodynamics: the Heritage study. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34(1): 74-82.
- Wang Y, Jacobs EJ, Teras LR, et al. Lack of evidence for effect modification by estrogen of association between body mass index and colorectal cancer risk among postmenopausal women. *Cancer Causes Control*, 2007.
- Delaney MF. Strategies for the prevention and treatment of osteoporosis during early postmenopause. *Am J Obst Gynecol* 2006; 194: S12-23.
- Hurley BF, Roth SM. Strength training in the elderly. *Sports Med* 2000; 30(4): 249-268.
- Christodoulakos GE, Lambrinoudaki IV, Botsis DC. The cardiovascular effects of selective estrogen receptor modulators. *Acad Sci* 2006; 1092: 374-384.
- Trevisan MC, Burini RC. Metabolismo de repouso de mulheres pós-menopausadas submetidas a programa de treinamento com pesos (hipertrofia). *Rev Bras Med Esporte* 2007; 13(2): 133-137.
- Haddock BL, Marshak HPH, Mason JJ, Blix G. The effect of hormone replacement therapy and exercise on cardiovascular disease risk factors in postmenopausal women. *Sports Med* 2000; 29(1): 39-49.
- Sternfeld B, Bhat AK, Wang H, Sharp T, Quesenberry CP. Menopause, physical activity, and body composition/fat distribution in midlife women. *Med Sci Sports Exerc* 2005; 37(7): 1195-1202.
- Silva CM, Gurjão ALD, Ferreira L, Gobbi LTB, Gobbi S. Efeito do treinamento com pesos, prescrito por zona alvo de repetições máximas, na força muscular e composição corporal em idosas. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2006; 8(4): 39-45.
- Jovine MS, Buchalla CS, Santarém EMS, Santarém JM, Aldrighi JM. Efeito do treinamento resistido sobre a osteoporose, após a menopausa: estudo de atualização. *Rev Bras Epidemiol* 2006; 9(4): 493-505.
- Callejon DR, Franceschini S, Montes MA, Toloi MT. Hormone replacement therapy and hemostasis: effects in brazilian postmenopausal women. *Maturitas* 2005; 52(3): 249-255.
- Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol* 1998; 147(8): 755-763.
- Leveritt M, Abernethy PJ, Barry BK, Logan PA. Concurrent strength and endurance training. A review. *Sports Med* 1999; 28(6): 413-427.
- Doherty JA, Cushing-Haugen KL, Saltzman BS, et al. Long-term use of postmenopausal estrogen and progestin hormone therapies and the risk of endometrial cancer. *Am J Obstet Gynecol* 2007; 197: 139.
- Sarti CD, Chiantera A, Graziottin A, et al. Hormone therapy and sleep quality in women around menopause. *Menopause*, 2005; 12(5):545-551.
- Feigelson HS, Jonas CR, Teras LR, Thun MJ, Calle EE. Weight gain, body mass index, hormone replacement therapy, and postmenopausal breast

- cancer in a large prospective study. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prevention* 2004; 13: 220-224.
17. Gordon CC, Chumlea WC, Roche AF. Stature, recumbent length, weight. In: LOHMAN, T.G. et al., (Ed.) *Anthropom Stand Ref Manual*. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books, 1988.
 18. Heyward, VH, Stolarczyk LM. *Avaliação da composição corporal aplicada*. São Paulo: Manole, 2000.
 19. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of women. *Med Sci Sports Exerc* 1980; 12(3): 175-182.
 20. Clarke DH. Adaptations in strength and muscular endurance resulting from exercise. In: WILMORE, JH (Ed.) *Exer Sports Sci Rev*. New York, Academic Press, 1973.
 21. Achour JA. *Manual de instruções: Avaliando a flexibilidade*. Londrina: Midiograf, 1997.
 22. ACSM. *Manual de pesquisa das diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição*. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A, 2003.
 23. Häkkinen K. Neuromuscular and hormonal adaptations during strength and power training. *J Sports Med Physical Fitness* 1989; 29(1): 9-26.
 24. Teixeira PJ, Going SB, Houtkooper LB, Metcalfe LL. Resistance training in postmenopausal women with and without hormone therapy. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35(4): 555-562.
 25. Fatouros IG, Taxildaris K, Tokmakidis SP, et al. The effects of strength training, cardiovascular training and their combination on flexibility of inactive older adults. *Int J Sports Med* 2002; 23: 112-119.
 26. Barbosa AR, Santarém JM, Jacob Filho WJ, Marucci MF. Effects resistance training on the sit-and-reach test in elderly women. *J Strength Cond Res* 2002; 16 (1): 14-18.
 27. Rossato M, Binotto MA, Roth H, et al. Efeito de um treinamento combinado de força e endurance sobre componentes corporais de mulheres na fase de perimenopausa. *Rev Port Ciên Desp* 2007; 7(1): 92-99.
 28. Rhodes EC, Martin AD, Taunton JE, et al. Effects of one year of resistance training on the relation between muscular strength and bone density in elderly women. *Br J Sports* 2000; 34:18-22.
 29. Greendale GA, Huang MH, Wang Y, et al. Sport and home physical activity are independently associated with bone density. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35(3): 506-512.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES PARA O TEXTO:

Valéria Bonganha autora responsável pelo planejamento, execução e elaboração da pesquisa e do manuscrito; Claudinei Ferreira dos Santos participação nos protocolos de treino e avaliações, e elaboração do manuscrito; José Rocha médico responsável pela avaliação clínica das voluntárias, item indispensável para a realização da pesquisa; Mara Patrícia Traina Chacon-Mikahil co-orientadora da pesquisa, auxiliou no andamento da pesquisa e contribuiu na elaboração do manuscrito; Vera Aparecida Madruga, orientadora da pesquisa, auxiliou em todo o processo.

FINANCIAMENTO:

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

CORRESPONDÊNCIA

Av. Érico Veríssimo, 701
CEP: 13083-851 - Campinas - SP.
Caixa Postal 6134
E-mail: valeriabonganha@hotmail.com

Anexo C. Artigo Publicado

artigo original

Taxa metabólica de repouso e composição corporal em mulheres na pós-menopausa

Resting metabolic rate and body composition in postmenopausal women

Valéria Bonganha^{1,2}, Miguel Soares Concelção^{1,2}, Claudinei Ferreira dos Santos^{2,3}, Mara Patrícia Traína Chacon-Mikahil², Vera Aparecida Madruga²

RESUMO

Objetivo: A presente pesquisa avaliou a relação entre a taxa metabólica de repouso (TMR) e a composição corporal de mulheres na pós-menopausa. **Métodos:** Participaram 30 mulheres inativas fisicamente, com média de idade $54,33 \pm 5,20$ anos. O consumo de oxigênio foi avaliado por meio de calorimetria indireta após 12 horas em jejum e os valores obtidos foram calculados segundo a equação de Weir. A composição corporal foi obtida pelo método de dobras cutâneas e a medida da circunferência de cintura (CC) foi utilizada para avaliar a gordura abdominal. Utilizou-se a correlação linear de Pearson para estabelecer as correlações entre as variáveis. **Resultados:** Foram encontradas correlações significantes da TMR com a CC ($r = 0,42$) e com a massa magra (MM) ($r = 0,48$). **Conclusões:** As variáveis da composição corporal que podem estar envolvidas na determinação da TMR são a MM e a CC. Arq Bras Endocrinol Metab. 2009;53(6):755-8

Descritores

Envelhecimento; menopausa; composição corporal; adiposidade; metabolismo energético

ABSTRACT

Objective: The present study evaluated the relationship between resting metabolic rate (RMR) and body composition of postmenopausal women. **Methods:** Thirty physically inactive women participated in the study, and their age average was $54,33 \pm 5,20$ years old. Oxygen consumption was measured by indirect calorimetry after 12 hours of fasting and the values were calculated according to the equation of Weir. Body composition was obtained by the method of skinfolds and the measurement of waist circumference (WC) was used to assess abdominal fat. The linear correlation of Pearson was used to establish correlations between the variables. **Results:** We found significant correlations of TMR with the CC (0.42) and the lean mass (LM) ($r = 0.48$). **Conclusions:** The variables of body composition that can be involved in the determination of the RMR are LM and WC. Arq Bras Endocrinol Metab. 2009;53(6):755-8

Keywords

Aging; menopause; body composition; adiposity; energy metabolism

INTRODUÇÃO

O avanço da idade tem sido associado ao declínio na atividade física e, consequentemente, a uma redução da massa magra (MM), do gasto energético e aumento da massa gorda (MG), fatores que influenciam a diminuição da taxa metabólica de repouso (TMR) e que contribuem para o aumento do peso corporal, principalmente nas mulheres na pós-menopausa (1).

A taxa mínima de energia consumida para manter as funções fisiológicas no estado de repouso é conhecida como a TMR (2). Nessas condições, não estão incluídos

os efeitos térmicos dos alimentos, ou seja, o período em que os macronutrientes ainda estão sendo absorvidos pelos tecidos. Esse período pode durar cerca de 10 a 12 horas após a última refeição (3,4).

A TMR representa o principal componente do gasto energético diário, correspondendo a 60% a 75% do gasto total. Os outros componentes do gasto energético diário são o efeito térmico dos alimentos, correspondendo a aproximadamente 10%, e gasto energético com atividade física (agudo ou crônico), entre 15% a 30% (5).

Pesquisa realizada no Laboratório de Fisiologia do Exercício (FISEX), Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas (FEF/Unicamp), Campinas, SP, Brasil

¹ Programa de Pós-graduação (Mestrado), FEF/Unicamp, Campinas, SP, Brasil

² Laboratório de Fisiologia do Exercício (FISEX) da FEF/Unicamp, Campinas, SP, Brasil

³ Programa de Pós-graduação (Doutorado) da FEF/Unicamp, Campinas, SP, Brasil

Correspondência para:

Valéria Bonganha
Laboratório de Fisiologia do Exercício da Unicamp
Av. Érico Veríssimo, 701 – Cidade Universitária, Barão Geraldo
13083-851 – CP 6134, Campinas, SP, Brasil
valeriabonganha@hotmail.com

Recebido em 5/Fev/2009
Aceito em 26/Mai/2009

A determinação da TMR depende, em grande parte, da quantidade de MM e da atividade dos tecidos metabolicamente ativos, como coração, cérebro, rins e fígado (6).

Existe uma correlação inversa entre a idade e a TMR. Essa relação é atribuída a fatores como a quantidade diminuída de MM e concomitante aumento da MG, conteúdos de fluidos corporais, alterações na temperatura corporal, alterações hormonais, área corporal total, inatividade física e fatores genéticos (7).

O decréscimo da TMR com o aumento da idade, especificamente nas mulheres, também pode ser resultado das alterações na composição corporal causadas pela menopausa (8). A partir dos 20 anos, as mulheres têm declínio da TMR de cerca de 2% por década e a diminuição da MM tem influência direta nesse declínio (9). Entre essas alterações, destacam-se: a redução da MM, o aumento e redistribuição da gordura corporal, e subsequente aumento da massa corporal total (MCT) (10,11). As alterações na densidade mineral óssea e o uso de terapias de reposição hormonal (TRH) também possuem correlações fortes com a TMR (4,8,12,13).

A fase da menopausa parece contribuir de maneira mais significativa para o decréscimo da TMR do que o processo de envelhecimento por si só em razão da diminuição dos níveis de hormônios femininos (4). Entre suas diversas funções, destacam-se a atuação sobre o substrato energético no repouso e durante o exercício, a regulação do metabolismo de carboidratos e lipídios e a participação no processo de síntese de proteínas (14,15).

Embora seja atribuída somente à MM uma função metabolicamente ativa, há investigações sobre efeitos semelhantes para a MG. Sendo assim, a estimativa da TMR pode ser influenciada tanto pela quantidade de MM quanto de gordura corporal (16), sugerindo que a localização da gordura corporal, principalmente na região abdominal, possui maior importância na determinação da estimativa da TMR do que a quantidade de gordura total (16).

Nesse sentido, a circunferência da cintura (CC) é um indicador simples e fidedigno da presença de gordura abdominal (17), sendo preditor de doenças metabólicas e risco de obesidade independentemente do índice de massa corporal (IMC) e da gordura corporal total (11,18).

O aumento dos valores da TMR na fase de envelhecimento, por meio de mudanças na composição corporal, pode ser medida de manutenção ou prevenção contra o aumento de MCT, colaborando para a dimi-

nuição de incidência de doenças crônico-degenerativas, geralmente agravadas com o início da menopausa nas mulheres (1,3,19).

Dessa maneira, o objetivo do presente estudo foi relacionar a TMR com as variáveis da composição em mulheres na pós-menopausa.

MÉTODOS

Neste estudo transversal participaram 30 mulheres na pós-menopausa, clinicamente saudáveis, inativas fisicamente, sem uso de terapia de reposição hormonal e com média de idade $54,3 \pm 5,2$ anos. Como critérios iniciais de inclusão, as voluntárias deveriam estar no período da pós-menopausa (ausência mínima de 12 meses de menstruações) e não ser ativas fisicamente (frequência de atividade física regular menor que duas sessões por semana).

Os critérios de exclusão foram: cardiopatias graves, obesidade mórbida, doenças metabólicas e uso de medicamentos que pudessem interferir nos resultados. Para tanto, as voluntárias foram submetidas a exames clínicos realizados por um médico cardiologista no Hospital das Clínicas da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

Todas as voluntárias, após serem conscientizadas sobre a proposta do estudo e procedimentos aos quais seriam submetidas, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

A presente pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp (parecer CEP-FCM/Unicamp nº 248/2004, com adendo em 2007).

Avaliação antropométrica e composição corporal

A MCT foi mensurada numa balança de plataforma tipo Filizolla, e a medida da estatura foi obtida por um estadiômetro de madeira. A medida da circunferência de cintura (CC) foi utilizada para avaliar a gordura abdominal.

A composição corporal foi obtida pela técnica de mensuração das espessuras das dobras cutâneas. Para tanto, essas dobras foram aferidas na região peitoral, abdominal, coxa, subescapular, tricipital, bicipital, axilar média, suprailíaca e panturrilha média. Tais medidas foram coletadas com a utilização de um adipômetro calibrado, da marca LANGE®.

Todos os procedimentos da avaliação antropométrica e da composição corporal foram realizados de acordo com as técnicas descritas por Lohman (20).

A densidade corporal foi obtida por meio da equação de Jackson e Pollock (21) e o percentual (%) de gordura, pela fórmula de Siri (22). Para o cálculo da MG, foi utilizada a seguinte fórmula: $MG (kg) = MCT \times (\%gordura/100)$. A MM foi estimada pelo cálculo: $MM (kg) = MCT - MG$.

Avaliação da taxa metabólica de repouso

Para a avaliação da TMR, foram coletados valores da calorimetria indireta (O_2 e CO_2) (Ultima CPX, MedGraphics USA) com cálculo realizado por meio da equação de Weir (23).

O teste foi realizado em ambiente de condições laboratoriais, durante 30 minutos, coletando-se respiração a respiração. Para a computação dos dados, foram desprezados os dez minutos iniciais para a estabilidade das variáveis fisiológicas no repouso.

Para esse teste, as voluntárias ficaram em posição supina, em silêncio absoluto, evitando-se mexerem, sendo que não era permitido dormir. Todas usaram uma máscara conectada ao analisador de gases, devidamente calibrado antes de cada teste.

As voluntárias permaneceram em jejum nas 12 horas antecedentes ao teste. Também foram orientadas a não realizarem exercícios físicos, ingerir bebidas cafeinadas ou alcoólicas nas 24 horas antecedentes ao teste. As voluntárias eram orientadas a fazer o mínimo de esforço físico para chegar ao local da avaliação. Essas avaliações foram realizadas entre 7 e 9 horas da manhã.

O gasto energético diário (kcal/dia) foi calculado pela equação de Weir (23):

Equação = $[(3,9 \times O_2) + (1,1 \times CO_2)] \times 1440$, onde: O_2 é o valor médio consumido (litros/minuto) e CO_2 é o valor médio expirado (litros/minuto) durante os 20 minutos computados para a análise.

Análise estatística

Para a análise dos dados, verificou-se inicialmente a normalidade da amostra pelo teste de Shapiro-Wilks. A estatística descritiva foi utilizada para calcular os valores médios e o desvio-padrão de todas as variáveis analisadas. O teste de correlação linear de Pearson foi usado para estabelecer as correlações existentes entre a TMR, a idade e as variáveis da composição corporal. Também se calculou o coeficiente de determinação ($r^2 \times 100$).

O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$. Para todas as análises, utilizou-se o programa estatístico SPSS 10.0.

RESULTADOS

Características antropométricas e composição corporal da amostra estudada estão apresentadas na tabela 1.

Os valores médios encontrados para a taxa metabólica de repouso estão apresentados na tabela 2.

A tabela 3 aponta correlações significantes entre a TMR com a MM ($r = 0,481$) e com a CC ($r = 0,417$). Entretanto, para as outras variáveis não foram encontrados resultados significantes que remetessem a alguma relação expressiva entre elas.

Tabela 1. Características antropométricas e composição corporal da amostra estudada

Variáveis	Média \pm dp
Estatura (m)	1,57 \pm 0,05
MCT (kg)	64,30 \pm 8,48
IMC (kg/m ²)	25,87 \pm 2,77
CC (cm)	80,41 \pm 8,34
Gordura (%)	34,02 \pm 6,39
Σ 9 DC	225,23 \pm 42,43
MM (kg)	43,01 \pm 4,38
MG (kg)	21,10 \pm 5,23

dp: desvio-padrão.

Tabela 2. Valores médios para a taxa metabólica de repouso

TMR	Média \pm dp
TMR (kcal/dia)	1048,02 \pm 146,24
TMR (kcal/h)	179,08 \pm 24,78
TMR (kcal/MCT/h)	2,81 \pm 0,39
TMR (kcal/MM/h)	4,17 \pm 0,5

dp: desvio-padrão.

Tabela 3. Coeficiente de correlação (r) de Pearson e índice de determinação (r^2) entre a TMR e as variáveis da composição corporal e respectivos valores de p

Variáveis	Correlação (r)	p	Coeficiente de determinação (r^2) (%)
	TMR		
Idade (anos)	-0,210	0,265	4,41
MCT (kg)	0,353	0,056	12,46
IMC (kg)	0,254	0,175	6,45
CC (cm)	0,417*	0,02	17,38
MM (kg)	0,481*	0,007	23,13
MG (kg)	0,160	0,399	2,56
Σ 9 DC	-0,09	0,633	0,81
% Gordura	0,01	0,998	0,001

* Representa diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

dp: desvio-padrão.

do maior aparecimento de doenças, comprometendo o estado geral de saúde (19,30).

A estimativa da TMR pode ajudar na elaboração de estratégias para reverter mudanças oriundas da menopausa e envelhecimento, pois é um indicador indireto do balanço energético. Quando bem elaboradas, essas estratégias podem resultar em ganho ou redução da MCT, relacionados à mortalidade e à morbidade de indivíduos idosos (3).

Sugere-se a realização de novos estudos que utilizem avaliações diretas (resistência à insulina, níveis de colesterol e triglicerídeos) para identificar a atividade metabólica da gordura visceral na população em fase de envelhecimento.

Conclui-se, por meio dos resultados encontrados, que a estimativa da TMR pode ser influenciada tanto pela MM como pela CC. Entretanto, os mecanismos envolvidos na relação da CC com a TMR ainda não estão esclarecidos e, notoriamente, essa relação não é benéfica, tendo em vista a série de complicações metabólicas provocadas pela gordura abdominal.

Agradecimentos: aos pós-graduandos Giovana Verginia de Souza e Cleiton Augusto Libardi, à graduanda Nathália Volpato pelas contribuições nas coletas de dados e à Renata Maria de Oliveira Botelho pela ajuda em todo o processo. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela Bolsa Pesquisa de Mestrado.

Declaração: os autores declaram não haver conflitos de interesse científico neste estudo.

REFERÊNCIAS

- Hallal PC, Victora CG, Wells JC, Lima RC. Physical inactivity: prevalence and associated variables in Brazilian adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(11):1894-900.
- Melby C, Scholl C, Edwards G, Bullough R. Effects of acute resistance on post-exercise energy expenditure and resting metabolic rate. *J Appl Physiol.* 1993;75(4):1847-53.
- Leal DB, Fonseca PHS. Implicações na medida de taxa metabólica de repouso em idosos. *Rev Bras Nutr Clin.* 2007;22(1):65-71.
- Aubertin-Leheudre M, Goulet EDB, Dionne IJ. Enhanced rate of resting energy expenditure in women using hormone replacement therapy: preliminary results. *J Aging Physiol.* 2008;16(1):53-60.
- Foreaux G, Pinto KMC, Dâmaso A. Efeito do consumo excessivo de oxigênio após exercício e da taxa metabólica de repouso no gasto energético. *Rev Bras Med Esporte.* 2006;12(6):393-8.
- Nelson KM, Weinsier RL, Long CL, Schutz Y. Prediction of resting energy expenditure from fat-free mass and fat mass. *Am J Clin Nutr.* 1992;56(5):848-56.
- Antunes HKM, Santos RF, Boscolo RA, Bueno OFA, Mello MT. Análise da taxa metabólica basal de idosos do sexo masculino antes e seis meses após exercícios de resistência. *Rev Bras Med Esporte.* 2005;11(1):71-5.
- Day DS, Gozansky WS, Van Pelt RE, Schwartz RS, Kohrt WM. Sex hormones suppression reduces resting energy expenditure and β -adrenergic support of resting energy expenditure. *J Clin Endocrinol Metabolism.* 2005;90(6):3312-7.
- Armellini F, Zamboni M, Mino A, Bissoli L, Micciolo R, Bosello O. Postabsorptive resting metabolic rate and thermic effect of food in relation to body composition and adipose tissue distribution. *Metabolism.* 2000;149(1):6-10.
- Sternfeld B, Bhat AK, Wang H, Sharp T, Quesenberry CP. Menopause, physical activity, and body composition/fat distribution in midlife women. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;37(7):1195-202.
- Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Geriatr Soc.* 2002;50(5):889-96.
- Choi JW, Pai SH. Bone mineral density correlates strongly with basal metabolic rate in postmenopausal women. *Clin Chimica Acta.* 2003;333(1):79-84.
- Anderson EJ, Lavoie HB, Strauss CC, Hubbard JL, Sharpless JL, Hall JE. Body composition and energy balance: lack of effects of short-term hormone replacement in postmenopausal women. *Metabolism.* 2001;50(3):265-9.
- Lemoine S, Granier P, Tiffiche C, Rannou-Bekono F, Thieulant ML, Delamarche P. Estrogen receptor alpha mRNA in human skeletal muscles. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(3):439-43.
- Hackney AC, Muoio D, Meyer WR. The effect of sex steroids hormones on substrate oxidation during prolonged submaximal exercise in women. *Jpn J Physiol.* 2000;50(5):489-94.
- Luhrmann PM, Herbert BM, Neuhauser-Berthold M. Effects of fat mass and body composition on resting metabolic rate in the elderly. *Metabolism.* 2001;50(8):972-5.
- Rankinen T, Kim SY, Pérusse L, Després J-P, Bouchard C. The prediction of abdominal visceral fat level from body composition and anthropometry: ROC analysis. *Int J Obes.* 1999;23(8):801-9.
- Wong SL, Janssen L, Ross R. Abdominal adipose tissue distribution and metabolic risk. *Sports Med.* 2003;33(10):709-26.
- Gibbons MDR, Henry CJK, Ulijaszek SJ, Lightowler HJ. Intra-individual variation in RMR in older people. *Br J Nutr.* 2004;91(3):485-9.
- Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. Anthropometric standardizing reference manual. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books; 1988. p. 55-80.
- Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of women. *Med Sci Sports Exerc.* 1980;12(3):175-82.
- Siri WE. Body composition from fluid spaces and density. In: Brozek J, Henschel A. Techniques for measuring body composition. Washington, DC: National Academy of Science; 1961. p. 223-44.
- Weir JB. New methods for calculating metabolic rate with special references to protein metabolism. *J Physiol.* 1949;62:20-7.
- Trevisan MC, Burini RC. Metabolismo de repouso de mulheres pós-menopausadas submetidas a programa de treinamento com pesos (hipertrofia). *Rev Bras Med Esporte.* 2007;13(2):133-7.
- Sparti A, DeLany JP, Bretonne JA, Sander GE, Bray GA. Relationship between resting metabolic rate and the composition of the fat-free mass. *Metabolism.* 1997;46(10):1225-30.
- Bouchard C, Bray GA, Hubbard VS. Basic and clinical aspects of regional fat distribution. *Am J Clin Nutr.* 1990;52(5):946-50.
- Tataranni PA, Ravussin E. Variability in metabolic rate: biological sites of regulation. *Int J Obes.* 1995;19(Suppl 4):S102-6.
- Kabir M, Catalano KJ, Anantharayan S, Kim SP, Van Citters GW, Dea MK, et al. Molecular evidence supporting the portal theory: a causative link between visceral adiposity and hepatic insulin resistance. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2005;288(2):454-61.
- National Institute of Health. Third report of the National Institute Cholesterol Education Program Expert Panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). Executive Summary. NIH Publications. 2001;1(1):3670.
- Macera CA, Jones DA, Yore MM, Ham SA, Col HW, Kimsey CD, et al. Prevalence of physical activity, including lifestyle activities among adults. *Weekly.* 2003;52(32):764-9.