

# EFEITOS DO MÉTODO PILATES E DO TREINAMENTO COM PESOS NA CINEMÁTICA DA MARCHA DE MULHERES OBESAS.

Carneiro J.A.<sup>1,2</sup>, Silva M.S.<sup>1,2</sup> & Vieira M.F.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde - UFG.

<sup>2</sup> Laboratório de Avaliação Física, Fisiologia e Saúde – Faculdade de Educação Física - UFG.

<sup>3</sup> Laboratório de Biomecânica e Bioengenharia - Faculdade de Educação Física - UFG.

## Resumo:

*Este estudo avaliou a efetividade de dois programas de exercícios físicos (Pilates e Treinamento com pesos), associado à orientação nutricional, na cinemática da marcha de mulheres obesas. Durante 12 semanas, um grupo de nove mulheres obesas participou de um programa de exercícios aeróbicos e método pilates e outro grupo de nove mulheres obesas participou de um programa de exercícios aeróbicos e treinamento com pesos. Os dois grupos receberam orientação nutricional. As sessões de exercícios foram de 60 minutos, três vezes por semana. A cinemática da marcha foi analisada por meio da cinemetria utilizando 4 câmeras operando a 60 Hz. O movimento foi reconstruído computacionalmente por meio do software Kwon 3D, que forneceu as variáveis cinemáticas descritivas da marcha. Foram também avaliados: o índice de massa corporal (IMC), o teste da caminhada de 6 minutos, o teste de levantar-se da cadeira e o teste de sentar e alcançar. Houve significativa redução do IMC, significativa melhora dos índices dos testes de capacidade física funcional e das variáveis angulares da marcha, após 12 semanas nos dois grupos. O grupo Treinamento com pesos apresentou significativo aumento da velocidade, da cadência, do comprimento da passada e do passo e significativa diminuição do tempo da passada e do tempo de apoio simples. Conclui-se que os dois programas promoveram a redução do IMC e melhoraram a capacidade física funcional. O programa que inclui o Treinamento com pesos, porém, foi mais efetivo em alterar positivamente as variáveis cinemáticas que aumentam a estabilidade dinâmica da marcha das mulheres obesas.*

Palavras - chave: *Obesidade, Exercício Resistido, Pilates, Estabilidade Dinâmica.*

## Abstract:

*This study analyzed the effectiveness of two programs of physical exercises (Pilates and weight training) and nutritional orientation in the kinematics gait of obese women. For twelve weeks, a group of nine obese women participated in a program of aerobic exercises and Pilates method and another group of nine obese women participated in a program of aerobic exercises and weight training. Both groups participated of nutritional orientation. The exercise training lasted sixty minutes, three times a week. The gait kinematics was collected through four cameras at 60 Hz. The images were digitalized using Kwon3D software which provided the gait descriptive kinematics variables. The body mass index (BMI), the six-minute walk test, the stand-up test and the sit-and-reach test were also evaluated. There was significant reduction of the BMI, significant improvement in all tests of functional physical capacity as well as in the gait angular variables after twelve weeks in the two groups. The group which trained with weights showed a significant increase in the gait speed, cadence, the stride length, the step length and also a significant decrease on the stride time and on the simple stance phase time. We have concluded that the two programs were efficient in promoting a reduction of the BMI and improvement of the functional physical capacity. The program with weight training was more effective in positively altering the kinematic variables which increased the dynamic stability of the gait in obese women.*

Key-words: *Obesity, Resistance Exercise, Pilates, Dynamic Stability.*

## INTRODUÇÃO

Os efeitos do excesso do peso corporal sobre as atividades motoras não são bem compreendidas (GOULDING et al., 2000). A obesidade promove aumento da massa corpórea que mecanicamente pode desestabilizar o controle postural nas atividades motoras (HUE et al., 2007; TEASDALE et al., 2007).

As pessoas obesas adotam estratégias motoras que proporcionam uma força propulsora apropriada para manter a velocidade e controlar o equilíbrio durante a todo o ciclo da marcha (HILLS et al., 2002). O excesso de peso corporal implica em desvantagens mecânicas que podem gerar dificuldades durante a locomoção, ocasionando alterações nas variáveis cinemáticas descritivas da marcha para ajustar o equilíbrio dinâmico. Nesse sentido, compreender os efeitos da obesidade sobre características biomecânicas da marcha contribui para o entendimento de como se manifesta o comportamento motor mais elementar e essencial para a interação com o meio social (MOTA e LINK, 2001).

A obesidade está associada à redução da força muscular, a dificuldades de controle postural e a alterações no comportamento biomecânico dos membros inferiores durante a marcha. Porém, ainda não está claro o quanto estes efeitos são conseqüências do grande peso corporal, da atividade física, da alteração antropométrica dos membros ou dos distúrbios metabólicos relacionados ao aumento da adiposidade (WEARING et al., 2006). Ao tratar-se a obesidade, seria importante investigar, além da redução do peso corporal, o efeito do exercício nas capacidades físicas responsáveis pelo controle da estabilidade dinâmica da marcha, tais como a força muscular.

Programas de treinamento bem elaborados que incluam exercício aeróbico e o exercício resistido podem aumentar a massa magra e a força muscular e, ainda, aumentar a capacidade funcional em indivíduos obesos (BRACH et al., 2004; VILLAREAL et al., 2006; ROLLAND et al., 2007). No entanto, não há dados na literatura sobre o efeito do exercício físico na biomecânica da marcha de indivíduos obesos.

Para tanto, este trabalho utilizou como intervenção duas modalidades de exercícios resistidos: o "Treinamento com pesos", informalmente chamado de musculação, amplamente utilizado e estudado (ACSM, 2002 e 2003; KRAEMER et al., 1999; FLECK e KRAEMER, 2006) e o "Método Pilates", que é um método de condicionamento físico que objetiva o desenvolvimento da qualidade do movimento através de exercícios sistematizados para aumentar a força, a flexibilidade, o equilíbrio e a reeducação postural (SILER et al., 2001; GARCIA e SALDANHA, 2004).

Criado pelo alemão Joseph Pilates há quase um século, o método Pilates tornou-se único e autêntico por utilizar o próprio corpo e aparelhos diversificados que usam "molas" como assistência e resistência ao movimento (MUSCOLINO e CIPRIANI, 2004; BERNARDO, 2007; SEKENDIZA et al., 2007). Pilates é uma modalidade original de exercícios tem se mostrado eficiente na promoção da aptidão física e na reabilitação (RYDEARD et al., 2006; BALTAZI et al., 2006; JAGO et al., 2006; SILVA et al., 2009).

Considerando o exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a efetividade de dois programas de exercícios resistidos (Pilates e treinamento com pesos) associados à orientação nutricional, no peso corporal, na capacidade física funcional e na cinemática da marcha de mulheres obesas, após 12 semanas de intervenção.

## MATERIAL E MÉTODO

### Sujeitos

Participaram desta pesquisa, 18 mulheres obesas sedentárias da comunidade de Goiânia, Goiás, com idade entre 45 a 60 anos, com IMC  $\geq$  30 kg/m<sup>2</sup>, divididas aleatoriamente em dois grupos: o Grupo Pilates, composto por nove mulheres que realizaram um programa com exercícios aeróbicos e o método Pilates e o Grupo Treinamento com Pesos, composto por nove mulheres que realizaram um programa com exercícios aeróbicos e treinamento com pesos. Os programas de exercícios físicos tiveram duração de 12 semanas e todas as participantes receberam orientação nutricional durante este período. Os dois programas de exercícios e também toda coleta de dados deste estudo foram realizados na Faculdade de Educação Física da Universidade Federal de Goiás.

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Goiás e todas as participantes assinaram o termo de Consentimento Informado.

Foram excluídas da pesquisa, mulheres que não apresentavam padrão de vida sedentário e aquelas que a atividade física poderia ser inadequada, de acordo com o Questionário de Prontidão para Atividade Física PAR-Q (Physical Activity Readiness Questionnaire). Foram excluídas também aquelas que tinham comorbidades que poderiam afetar a segurança e impedir a participação na pesquisa, incluindo: doença arterial coronariana, doença vascular periférica, infarto, diabetes (insulino-dependente), doença psiquiátrica, demência e incapacidade para caminhar sem assistência ou ajuda.

## Programas de Exercícios Físicos

Os programas de exercícios foram realizados durante 12 semanas, três dias por semana em sessões de 60 minutos, sendo 20 minutos de atividade aeróbica (caminhada e atividades rítmicas com músicas), 35 minutos de exercícios resistidos: o método Pilates (Grupo Pilates) ou treinamento com pesos (Grupo Treinamento com Pesos) e 5 minutos de exercícios de alongamento.

Os exercícios aeróbicos foram: caminhadas e atividades rítmicas com músicas, de intensidade de leve a moderada (50% a 75% da frequência cardíaca máxima, monitorada em todas as sessões), de acordo com a prescrição do American College of Sports Medicine (ACSM, 2001, 2003).

Os exercícios do Método Pilates seguiram a sistematização do *Authentic Pilates* da The Pilates Studio Brazil (SILER, 2001; GARCIA e SALDANHA, 2004). Foram realizados os exercícios do Pilates *Mat* (realizado no solo). Neste estudo utilizaram-se somente os exercícios básicos (para iniciantes) e alguns exercícios intermediários. Quinze exercícios do Método Pilates foram realizados para treinar todos os principais músculos do corpo, com uma série de três a dez repetições para cada exercício. Para trabalhar a força e a flexibilidade os exercícios tinham como sobrecarga ou resistência o próprio peso corporal e também a utilização de aparatos proprioceptivos que aumentam a carga do trabalho contra-resistido, como o *magic circle* (SILER et al., 2001; GARCIA e SALDANHA, 2004; MUSCOLINO e CIPRIANI, 2004).

O treinamento com pesos seguiu as recomendações do American College of Sports Medicine, para realização de exercício resistido e utilizou aparelhos com sobrecarga (aparelhos de musculação) e peso livre (halteres, barras, caneleiras). Foram realizados quinze exercícios separados que treinaram os principais grupos musculares (braços, ombros, tórax, abdome, costas, quadris, coxas e pernas), em 2 séries de 15 repetições máximas (RM) de cada um desses exercícios (ACSM, 2002, 2003). O método da RM determina a carga exata que permite a execução apenas de um número específico de repetições por exercício. Neste caso, a carga foi ajustada para que as mulheres realizassem sempre no máximo 15 repetições, sem alterar seu padrão motor decorrente de fadiga (KRAEMER et al., 1999; FLECK e KRAEMER, 2006).

Todas as mulheres da pesquisa, tanto do grupo Pilates quanto do grupo Treinamento com Pesos receberam uma orientação nutricional individual por uma nutricionista e participaram semanalmente de palestras e consultas em grupo sobre mudanças no comportamento alimentar para o controle e perda de peso. O aconselhamento nutricional focou-se em explicações teóricas sobre como se alimentar

para saúde (GRANT et al.2004; KNOPFLI et al., 2008). Não foi monitorada a ingestão de nutrientes e energia das participantes. A orientação nutricional teve como principal objetivo orientar sobre a importância do balanço entre gasto e consumo de energia, informações importantes para modificar o comportamento em longo prazo.

### Avaliações antes e após 12 as semanas.

#### Índice de Massa Corporal – IMC

O IMC foi calculado dividindo-se o peso corporal (kg) pela estatura ao quadrado (m)<sup>2</sup> e os valores foram avaliados conforme os parâmetros de referência da Organização Mundial de Saúde (OMS), que considera obesas as pessoas com IMC  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> (GRANT et al.2004).

#### Testes de Capacidade Física Funcional

O teste de caminhada de 6 minutos (T6M) avaliou a capacidade aeróbica e foi realizado de acordo com as diretrizes estabelecidas pela *American Thoracic Society* (1991). Os equipamentos necessários para a realização do teste foram: cronômetro, trena, monitor de frequência cardíaca, esfigmomanômetro. Os dados vitais, como pressão arterial sistêmica e frequência cardíaca, foram aferidos antes e depois do teste. Foi pedido às mulheres que caminhassem de um extremo ao outro em uma pista de 30 metros, com a maior velocidade possível, durante os seis minutos. Foram realizados dois testes com intervalo de 15 minutos entre eles, sendo que o maior valor da distância percorrida em metros foi utilizado para a análise estatística dos dados. As mulheres foram orientadas a interromper o teste caso sentissem sintomas como dores nos membros inferiores ou no peito, taquicardia ou qualquer outro desconforto (ENRIGHT, 2004; ELLOUMI et al., 2007).

O teste de levantar da cadeira (TLC) mediu a força muscular dos membros inferiores. A cadeira tinha 44 cm de altura. Foi pedido às mulheres que colocassem suas mãos cruzadas no peito e levantassem e sentassem 10 vezes consecutivas, o mais rápido possível, durante o qual o tempo foi cronometrado em segundos (ASUKA e MCCARTY, 1985; GRANT et al., 2004).

O teste de sentar e alcançar (TSA) avaliou a flexibilidade da musculatura das costas e da parte posterior dos membros inferiores e para tal utilizou-se o banco de Wells. Para a execução do teste as mulheres sem calçados sentaram com os membros inferiores completamente estendidos, encostando as plantas dos pés no banco de avaliação, mantendo os joelhos estendidos, os braços para frente e as palmas das mãos para baixo, flexionando o tronco, sem insistências, até alcançar a maior distância possível. Foram realizadas duas tentativas e registrou-se o maior valor em centímetros (cm) para cada uma das mulheres (CSEF, 1998).

### **Análise cinemática da marcha**

Para o procedimento de coleta dos dados, imagens foram capturadas por quatro câmeras digitais, a uma frequência de 60 Hz, duas à frente e duas atrás, dispostas de modo a fazer um ângulo de aproximadamente 45° com o plano sagital do indivíduo estudado. A sincronização das câmeras foi realizada pelo disparo de um flash no início do movimento. A partir das imagens, o movimento foi reconstruído computacionalmente por meio do software Kwon3d, versão 3.1. Toda a coleta de dados foi realizada no Laboratório de Biomecânica e Bioengenharia da Faculdade de Educação Física da Universidade Federal de Goiás.

Dados antropométricos das mulheres avaliadas foram utilizados para a construção do modelo antropométrico utilizando o protocolo de Zatsiorsky et al., (1990). Adotou-se o protocolo de Tylkowski et al., (1982) para cálculo do centro da articulação do quadril. Os centros das articulações do joelho e tornozelo foram calculados utilizando o protocolo do ponto médio.

Marcadores ativos nos pontos anatômicos de interesse foram dispostos de acordo com o protocolo de Helen Hayes Modificado para os membros inferiores, descrito em Kadada et al., (1989). As mulheres avaliadas utilizaram uma calça preta de tecido elástico compressor firme e aderente ao corpo, que minimizou o problema de vibração ou movimento da pele e do tecido adiposo excedente quando caminharam, diminuindo, assim, erros na digitalização dos marcadores ativos.

Para aquisição das imagens de um ciclo de marcha, as mulheres foram instruídas a caminhar algumas vezes ao longo de 8 metros, dentro do sólido de calibração com 40 pontos conhecidos, para a ambientação do procedimento de coleta de dados.

A velocidade do andar foi auto-selecionada ou livre. Para cada mulher analisada, cinco tentativas foram filmadas para aquisição de três ciclos de marcha (os três ciclos em que todas as marcações estavam visíveis). O ciclo da marcha foi considerado como o período entre dois contatos consecutivos do calcanhar direito (uma passada completa), o qual foi normalizado pelo tempo total de uma passada completa (primeiro contato do calcanhar correspondendo a 0% e o segundo toque correspondendo a 100%). Os dados computados foram: a média correspondendo a um ciclo de marcha para cada indivíduo analisado e a partir desta, calculou-se uma média para cada grupo (pilates e treinamento com pesos), antes e após intervenção.

Variáveis temporais (PERRY, 2005):

TP - Tempo da passada: é o tempo total do ciclo da marcha; é o tempo entre dois contatos consecutivos do calcanhar do mesmo pé; vai do contato inicial do calcanhar direito até o próximo contato do calcanhar deste mesmo pé direito;

TAS - Tempo de apoio simples: tempo em que somente o pé direito está no solo. Inicia-se quando o pé oposto (esquerdo) é elevado para o balanço e termina quando este pé esquerdo toca o chão;

TDA - Tempo de duplo apoio: tempo em que os dois pés estão em contato com o solo durante um ciclo da marcha; vai do contato inicial de um dos pés (direito) até a retirada do pé oposto;

TFA – Tempo da Fase de apoio: tempo em que somente um dos pés está em contato com o solo; vai do contato inicial do calcanhar direito até a retirada deste mesmo pé do solo (dedos fora);

TFB – Tempo da Fase de balanço: tempo em que o pé está no ar; começa no momento em que os dedos do pé direito deixam o solo (dedos-fora) até o início do contato do calcanhar deste pé no solo;

Variáveis espaciais (PERRY, 2005):

CP - Comprimento da passada: é o comprimento total do ciclo da marcha; distância entre o contato inicial do calcanhar direito com o próximo contato do calcanhar do mesmo pé direito, na direção do deslocamento, ou seja, dois toques sucessivos do mesmo pé;

CPD e CPE - Comprimento do passo direito e esquerdo: distância entre o contato inicial do calcanhar de um pé até o contato do calcanhar do pé oposto na direção do deslocamento;

C - Cadência: número de passadas por segundos;

V - Velocidade: velocidade média atingida depois de aproximadamente três passos, calculada dividindo o comprimento da passada pelo tempo da passada (cm/s.);

As variáveis angulares da articulação do joelho mensuradas foram descritas de acordo com Perry (2005), Lai et al., (2008) e Rodacki et al.,(2008). Variáveis angulares do joelho direito no plano sagital mensuradas foram:

FMA - Ângulo máximo de flexão do joelho no início da fase de apoio: ângulo máximo de flexão ocorrido até a fase de apoio médio (30% do ciclo);

FMB - Ângulo máximo de flexão do joelho durante a fase de balanço;

ATJ - Amplitude total de flexão e extensão do joelho durante todo ciclo da marcha;

As variáveis temporais foram normalizadas pelo tempo total do ciclo ou passada (100%), e as variáveis espaciais foram normalizadas pela estatura.

Na análise estatística dos dados, para todas as variáveis, utilizou-se o teste de normalidade Kolmogorov Smirnov para verificar se as variáveis tinham uma distribuição normal. Para comparar as diferenças entre as variáveis de um mesmo grupo antes e após e intervenção, que apresentaram distribuição normal, empregou-se o teste t pareado. Para comparação entre grupos, antes e após intervenção, utilizou-se o teste t para

dados independentes. O coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado a fim de determinar o grau de associação entre as variáveis. Para todos os testes, adotou-se o nível de significância de  $p < 0,05$ . Todas as análises foram conduzidas utilizando o *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS, 15.0) for Windows*.

## RESULTADOS

Todas as 18 mulheres da amostra (100%) concluíram o estudo.

A tabela 1 contém todos os dados das variáveis mensuradas antes da intervenção (semana 0) e após intervenção (semana 12), no grupo pilates e no grupo treinamento com pesos. Os resultados obtidos das mulheres obesas do grupo Pilates indicam que houve redução significativa de 4,3 kg (5%) do peso corporal, após as 12 semanas de intervenção. Para o grupo treinamento com pesos, houve significativa redução do peso corporal em 1,19 kg (1,4%), após 12 semanas de intervenção.

No grupo Pilates todos os testes de Capacidade Física Funcional melhoraram significativamente: houve um aumento de 70,9 m (17%) na distância caminhada no T6M, o TSA aumentou seu índice em 7,8 cm (33,7%) e o tempo do TLC reduziu 2,11 segundos (9,4%) após as 12 semanas. A capacidade física funcional também melhorou no grupo treinamento com pesos, visto que a distância da caminhada no T6M aumentou significativamente 65,7m (15,8%), o tempo do TLC diminuiu

significativamente 1,8 segundos (8,1%) e o TSA aumentou significativamente 6,3 cm (27,3%).

Quanto à análise cinemática da marcha, não houve diferença significativa entre as variáveis espaço-temporais das mulheres que praticaram o Pilates, após 12 semanas de intervenção. No entanto, as variáveis espaço-temporais melhoraram no grupo de indivíduos que praticaram o treinamento com pesos: o TP e o TAS diminuíram significativamente (13,4%) e (13,9%), respectivamente. Aumentos significativos ocorreram no CP em 9,1%, no CPE em 9,1%, na V em 27,5% (23,1 cm/s<sup>2</sup>) e na C em 14,1%.

Sobre as variáveis angulares do joelho, o grupo Pilates aumentou significativamente o FMA, em 5,33° e o FMB em 11,07°, após 12 semanas. No grupo treinamento com pesos, o FMA aumentou ( $p < 0,05$ ) em 6,02° e o FMB aumentou ( $p < 0,05$ ) em 13,43°, após a intervenção.

No grupo Pilates, após as 12 semanas de intervenção, a análise de correlação de Pearson encontrou significativa relação inversa entre o IMC e o CPE e entre o IMC e o TFB, ( $r = -0,755$  e  $p = 0,019$ ), ( $r = -0,725$  e  $p = 0,027$ ), respectivamente. Havendo também correlação significativa positiva entre o IMC e o TFA, ( $r = 0,717$  e  $p = 0,030$ ) após as 12 semanas de intervenção. No grupo treinamento com pesos foi encontrado significativa relação inversa entre o IMC e o CP ( $r = -0,773$  e  $p = 0,015$ ), entre o IMC e o T6M ( $r = -0,853$ ,  $p = 0,003$ ). Não houve diferença significativa entre os dois grupos na semana 0 e entre os dois grupos na semana 12.

**Tabela 1-** Valores médios e desvio-padrão das variáveis obtidas antes (semana 0) e após intervenção (semana 12) no grupo Pilates e no Grupo Treinamento com Pesos. Significância  $p < 0,05$ .  
Obs: \* Não houve diferença significativa entre os dois grupos na semana 0 e na semana 12.

	PILATES			TREINAMENTO COM PESOS		
	Semana 0 Média (DP)	Semana 12 Média (DP)	P	Semana 0 Média (DP)	Semana 12 Média (DP)	P
<b>Dados demográficos</b>						
Idade (anos)	52,8 (4,0)	52,8 (4,0)		53,0 (4,5)	53,0 (4,5)	
Peso (kg)	85,3 (17,9)	81,0 (16,4)	< 0,001	85,3 (9,6)	84,1 (9,5)	0,042
IMC(kg/m <sup>2</sup> )	35,4 (5,9)	33,6 (5,3)	< 0,001	37,2 (4,9)	36,5 (4,9)	0,032
<b>Capacidade Física Funcional</b>						
T6M (m)	418,0 (17,4)	489,0 (25,7)	< 0,001	415,6 (35,0)	481,3 (41,2)	<0,001
TLC (s)	22,4 (3,3)	20,3 (2,6)	0,002	22,0 (4,7)	20,2 (4,2)	<0,001
TSA (cm)	23,1 (6,4)	30,9 (8,8)	<0,001	23,2 (11,2)	29,6 (11,9)	<0,001
<b>Variáveis espaço-temporais</b>						
CP (cm)	0,62 (0,08)	0,67 (0,11)	0,074	0,66 (0,04)	0,72(0,08)	0,015
CPD (cm)	0,30 (0,05)	0,33 (0,05)	0,098	0,33 (0,03)	0,35 (0,04)	0,156
CPE (cm)	0,32 (0,04)	0,33 (0,06)	0,204	0,33 (0,03)	0,36 (0,05)	0,006
TP (s)	1,17 (0,13)	1,07 (0,09)	0,116	1,19 (0,09)	1,03 (0,06)	0,002
TAS (s)	0,35 (0,04)	0,34 (0,09)	0,690	0,36 (0,03)	0,31 (0,04)	0,023
TDA (%)	18,45 (2,85)	18,14 (3,90)	0,792	19,71 (2,33)	20,88 (0,61)	0,361
TFA (%)	68,97(4,00)	69,99 (2,39)	0,477	70,92 (4,00)	70,86 (2,64)	0,975
TFB (%)	30,07 (3,62)	29,94 (2,28)	0,923	29,08 (4,00)	29,14 (2,64)	0,975
C (passada p/ segundo)	0,87 (0,08)	0,94 (0,07)	0,098	0,85 (0,07)	0,97 (0,06)	0,002
V (cm/s)	83,90 (13,99)	96,55 (16,54)	0,101	84,20 (6,90)	107,32 (11,59)	0,002
<b>Variáveis angulares</b>						
FMA (°)	15,58 (6,08)	20,91 (4,78)	0,044	15,18 (5,43)	21,20 (4,15)	0,023
FMB (°)	50,05(8,43)	61,12 (6,93)	0,011	44,30 (7,90)	57,73 (7,49)	0,005
ATJ (°)	46,36 (8,70)	53,35 (6,49)	0,060	43,10 (7,26)	49,85 (6,69)	0,111

## DISCUSSÃO

Os resultados relativos ao peso corporal e ao IMC, antes e após a intervenção, indicaram a eficácia dos dois programas de exercícios (Pilates e treinamento com pesos): houve modesta, mas significativa perda de peso em ambos os grupos. A

pequena perda de peso no grupo treinamento com pesos foi similar a de outros estudos que utilizaram somente este exercício como intervenção (KRUGER et al., 2002; JAIN, 2004).

Os dois programas de exercícios aeróbicos e resistidos (Método Pilates ou Treinamento com Pesos) foram efetivos para aumentar a capacidade física funcional das mulheres obesas, visto que, após 12 semanas de intervenção, os índices dos testes melhoraram significativamente nos dois grupos e também não houve diferenças significativas entre os dois grupos no T6M, TLC e no TSA. A capacidade aeróbica, a força muscular e a flexibilidade aumentaram e, conseqüentemente, a habilidade para realizar as atividades da vida diária, incluindo o caminhar (ACSM, 1998, 2003; BRACH et al., 2004).

Este aumento significativo na capacidade física possivelmente poderia melhorar o controle dinâmico de marcha destas mulheres obesas, visto que a capacidade cardiorespiratória e as alterações musculares podem afetar a qualidade da marcha (SMITH et al., 2008).

No grupo Pilates, após a intervenção, não ocorreu nenhuma mudança significativa nas variáveis espaço-temporais da marcha, mostrando que este método não foi efetivo para alterar estas variáveis que descrevem a estabilidade dinâmica da marcha. Podemos então sugerir que a significativa perda de 5% do peso inicial e o aumento da capacidade física funcional, que ocorreram nas mulheres deste grupo, pode não ter contribuído para diminuir a sobrecarga mecânica devido ao excesso do peso corporal, que melhorariam o controle da marcha dessas mulheres. De acordo com Hue et al., (2007) e Teasdala et al., (2007) o peso corporal tem se mostrado um forte indicativo da estabilidade da marcha e a perda de peso esta diretamente ligada ao aumento do controle postural, mas a perda de peso parece não ter contribuído para melhorar a dinâmica da marcha das mulheres obesas no grupo Pilates.

Porém, após 12 semanas de intervenção, o grupo Treinamento com Pesos melhorou significativamente as variáveis espaço-temporais da marcha. Neste grupo a perda de peso foi de apenas 1,4% do peso inicial, menor que no grupo Pilates, e ainda, as mulheres deste grupo apresentaram IMC de 36,5 kg/m<sup>2</sup>, sendo mais obesas que as mulheres do grupo Pilates, que apresentaram IMC de 33,6 kg/m<sup>2</sup>. Pode-se, então sugerir que no grupo Treinamento com Pesos, o

peso e obesidade não impediram que ocorressem alterações significativas nas variáveis espaço-temporais e no ângulo do joelho.

Desse modo, parece que a melhora da capacidade física funcional, aumento da força muscular e pequena redução peso corporal, após realização de um programa de exercícios que incluem atividades aeróbicas e treinamento com pesos (musculação) foram eficientes e podem ter contribuído para modificar positivamente as variáveis espaço-temporais e melhorar o equilíbrio dinâmico da marcha das mulheres do grupo Treinamento com Pesos.

O aumento da massa, característica de um sujeito obeso, é um fator que torna o processo inicial da marcha mais lento, mas pode também aumentar a dinâmica do corpo durante a progressão, aumentando a dificuldade em controlar o equilíbrio dinâmico da marcha, o que torna necessário alguns ajustes para preservar e controlar a estabilidade postural (COLNE, 2008). Estudos tem consistentemente reportado que obesos caminham mais devagar para uma velocidade auto-selecionada que indivíduos magros e ainda caminham com menor comprimento do passo e freqüência do passo. Em adição à redução da velocidade do caminhar, há uma maior duração da fase de apoio, menor duração da fase de balanço e um maior período de duplo-apoio. Em conjunto, estas mudanças têm sido interpretadas como parte de uma subjacente instabilidade dinâmica em obesos, pois a menor velocidade e uma maior duração da fase de duplo-apoio são ajustes necessários para a manutenção de um equilíbrio dinâmico (SPYROPOULOS et al., 1991; DEVITA e HORTOBÁGYI, 2003; HILLS et al., 2002; LAI et al., 2008).

Neste estudo, as mulheres do grupo Treinamento com Pesos melhoraram significativamente as variáveis espaço-temporais, ou seja, houve aumento de 9,1% do comprimento da passada (CP) e do passo esquerdo (CPE), 14,1% na cadência (C), 27,5% na velocidade (V) e apresentaram redução de 13,4% no tempo da passada (TP) e 13,9% no tempo de apoio simples (TAS). Em comparação, Devita e Hortobágyi (2003) encontraram comprimento do passo 7% maior, 11% maior cadência e 16% maior velocidade quando compararam obesos caminhando em uma velocidade mais rápida do que a sua velocidade auto-selecionada. A melhora significativa destes parâmetros pode ser interpretada como uma melhora no equilíbrio dinâmico da marcha (SPYROPOULOS et al., 1991; DEVITA e HORTOBÁGYI, 2003; HILLS et al., 2002; LAI et al.; 2008).

De acordo com as afirmações de Mota e Link, (2001), um maior tempo da fase de apoio (TFA) e de duplo apoio (TDA) em indivíduos obesos pode demonstrar uma maior necessidade de estabilização e acomodação das estruturas corporais para execução do próximo movimento

(saída do pé do solo) e manutenção do equilíbrio em apenas um apoio. A maior duração da fase de duplo-apoio significa um ajuste postural compensatório como estratégia para manutenção da estabilidade dinâmica (SPYROPOULOS et al., 1991; DEVITA e HORTOBÁGYI, 2003). Complementando, Colne, (2008) demonstrou que um aumento do duplo apoio em indivíduos obesos, independente de a velocidade aumentar ou diminuir, poderia ser interpretado como um sinal de menor estabilidade. E uma maior fase de balanço para a condição da velocidade mais rápida são estratégias para limitar a progressão da velocidade e preservar o equilíbrio, por causa da grande dificuldade em controlar e manter a posição vertical durante o caminhar.

Considerando as referências anteriores, obesos demonstrariam maior estabilidade dinâmica da marcha se conseguissem diminuir seu TFA e TDA e aumentar seu TFB. Em comparação nos dois grupos avaliados, o TFA e o TDA não diminuíram e o TFB não aumentou significativamente, demonstrando que após intervenção com exercícios houve necessidade de ajustes compensatórios para alcançar um eficiente equilíbrio dinâmico e domínio motor dos segmentos corporais, na progressão da marcha.

No que se refere ao movimento articular, evidências demonstram que obesos caminham com maiores amplitudes de movimento articular no plano frontal e menores amplitudes articulares no plano sagital. Hills e Parker (1993) observaram menores flexões de quadril e joelhos durante todo o ciclo da marcha em obesos. A diminuição da flexão do joelho e o aumento da força de reação do solo, em obesos comparado com indivíduos magros, normalmente estão associados a redução da força muscular (MACGRAN et al., 2000; DEVITA e HORTOBÁGYI, 2003).

Spyropoulos et al., (1991) ressaltou que não está claro se os padrões angulares alterados no plano sagital são causados pelo excesso de peso corporal ou se são somente resultados de uma alteração na velocidade do caminhar. Devita e Hortobágyi (2003) observaram que obesos aumentaram suas flexões de joelho em 12% no início da fase de apoio quando caminham com uma velocidade mais rápida. Paralelamente, neste estudo, as mulheres obesas do grupo Treinamento com pesos também aumentaram sua flexão máxima do joelho no início da fase de apoio (FMA) e no início da fase de balanço (FMB) após intervenção com exercícios, quando a velocidade da marcha aumentou significativamente. No entanto, no grupo Pilates, após intervenção com exercícios, houve significativo aumento da FMA e da FMB, mas a velocidade não aumentou significativamente. Sugerindo que neste grupo, as modificações angulares no plano sagital possam ter ocorrido por causa da diminuição do peso corporal e IMC, como também, efeito da melhora da capacidade

física funcional, particularmente do aumento da força muscular.

De acordo com Devita e Hortobágyi (2003) a reduzida flexão de joelho no início da fase de apoio está associada ao menor torque extensor do joelho, devido à falta de força no quadríceps, que em obesos é bem menor do que em sujeitos magros. Os obesos caminham com o joelho mais estendido como um ajuste para reorganizar a sua função neuromuscular durante a marcha e tentar diminuir a sobrecarga articular, devido ao excesso de peso corporal. Essa habilidade ou ajuste neuromuscular compensatório pode ser associado a um maior risco de desenvolver osteoartrite, principalmente em mulheres obesas, que são mais acometidas pela doença.

Nos dois grupos avaliados, após 12 semanas, houve aumento significativo da FMA e da FMB, mas sem diferenças significativas entre os dois. Essas alterações da amplitude do movimento na articulação no joelho nos dois grupos podem indicar que, após a intervenção, as mulheres obesas caminham com maior flexão de joelho, diminuindo os ajustes neuromusculares compensatórios. Essas alterações, possivelmente, podem ter ocorrido devido à diminuição do peso corporal e do aumento da força muscular nos membros inferiores, alcançados por meio do exercício físico.

Há evidências de que o aumento da força muscular nos membros inferiores, particularmente do quadríceps e dos flexores plantares do tornozelo, melhoram a performance da velocidade do caminhar e de ações como levantar da cadeira e subir escadas (SUZUKI et al., 2001). Burnfield et al., (2000) encontraram direta correlação entre a velocidade da marcha e a força dos músculos do joelho em idosos saudáveis. A flexibilidade do quadril e a mecânica do tornozelo são importantes para a marcha e a força dos músculos flexores plantares do tornozelo é importante para o comprimento do passo (JUDGE et al., 1996). O'Keeffe et al., (1998), Demers et al., (2001) e Ferrucci et al., (1997) encontraram que a força muscular do quadríceps tem sido associada positivamente com a velocidade da marcha em pessoas idosas.

Neste sentido, podemos destacar que a perda de peso e o aumento da força muscular dos membros inferiores, após intervenção com exercícios, poderiam ajudar a justificar o aumento da distância da caminhada no T6M, a diminuição do tempo do TLC, e ainda, podem ter interferido nas modificações significativas encontradas nos ângulos do joelho, nos dois grupos e nas variáveis espaço-temporais no grupo Treinamento com pesos, aproximando a cinemática da marcha dessas mulheres do padrão normal.

É importante relatar que o programa que incluiu o Treinamento com pesos promoveu modificações significativas nas variáveis espaço-temporais da marcha e o método Pilates *mat* não

promoveu. Talvez, o Treinamento com pesos ou “musculação”, possa ter promovido maiores alterações musculares, ou seja, um maior aumento da força muscular dos músculos dos membros inferiores. Isto porque, a “musculação” prioriza exercícios para o fortalecimento de grupos musculares ou músculos específicos, com utilização de cargas externas, que são ajustados individualmente e constantemente. Este método possui ampla comprovação científica sobre a sua eficácia e efetividade em aumentar a força muscular e aumentar a massa isenta de gordura. (ACSM, 2002 e 2003; KRAEMER et al., 1999; FLECK e KRAEMER, 2006; ROLLAND et al.; 2007).

Diferentemente do treinamento com pesos, o método Pilates *mat* (no chão) possui características metodológicas específicas, como a utilização do peso corporal e de aparatos (*magic circle*), como resistência ao movimento. O aumento da carga de trabalho se dá através da elevação do grau de dificuldade da execução do exercício. O método é sistematizado em exercícios básicos, intermediários e avançados, ou seja, exercícios iniciais com simples padrões motores progredindo para complexos padrões de movimentos dinâmicos e estáticos que necessitam de maior controle postural e equilíbrio. Os exercícios são integrais, ou seja, não são isolados para grupamentos específicos, mas sim, necessitam da contração e controle motor de todos os segmentos corporais. E ainda, o principal objetivo do Pilates *mat*, de acordo com Joseph Pilates, é o fortalecimento do “centro do corpo” ou do “*powerhouse*”, que compreende os músculos abdominais, paravertebrais lombares, adutores do quadril e glúteos. (SILER et al., 2001; GARCIA e SALDANHA, 2004; BERNARDO, 2007; SEKENDIZA et al., 2007; SILVA et al., 2009).

Portanto, o Pilates pode ter sido pouco efetivo para aumentar a força muscular dos membros inferiores, que poderiam causar alterações cinemáticas na marcha. E o Treinamento com pesos pode ter sido mais eficiente em aumentar a força dos músculos do membro inferior, que de acordo com referências anteriormente citadas, podem interferir em variáveis como o comprimento do passo, velocidade, ângulos e torques articulares. Variáveis estas, que são diretamente moduladoras da estabilidade articular dinâmica na locomoção.

Correlacionando-se o IMC com as variáveis da marcha, observou-se relação inversa entre o IMC e o CPE e o TFB e houve associação positiva entre o IMC e o TFA, após 12 semanas de intervenção no grupo Pilates. Mas não podemos afirmar que o IMC teve interferência direta na cinemática da marcha, visto que não houve alterações significativas em nenhuma das variáveis espaço-temporais neste grupo após intervenção, apesar da diminuição significativa do IMC.

No grupo Treinamento com Pesos foi encontrado relação inversa entre o IMC e o CP e entre o IMC e o T6M. Estes dados identificam a influência do IMC como fator diretamente comprometedor em parâmetros que são fundamentais para a estabilidade e controle motor no caminhar destas mulheres obesas. Quanto maior o IMC as mulheres caminham com menor comprimento do passo. E quanto maior o IMC menor é distância caminhada no T6M, sendo menor a capacidade física funcional.

Messier et al., (1996) demonstraram que a menor velocidade selecionada pelos sujeitos obesos foi relacionada com o aumento do IMC. Devita e Hortobágyi (2003) também encontraram correlação inversa entre o comprimento do passo e o IMC, mostrando que o ajuste no comprimento do passo é um mecanismo compensatório cinemático que os indivíduos obesos realizam para caminhar com um menor torque no joelho, e quando a obesidade aumenta, aumenta-se também as compensações das estruturas músculo-esqueléticas para suportar a sobrecarga do peso corporal, podendo ser a causa de dor e doenças articulares degenerativas. Portanto, os dados levantados neste trabalho são consistentes com o fato de que indivíduos com maior IMC desenvolvem maiores adaptações neuromusculares durante a marcha, com maiores alterações da cinemática.

Apesar da grande prevalência de distúrbios músculo-esqueléticos em obesos, há limitadas investigações sobre a biomecânica das atividades da vida diária, particularmente da marcha, visto que, qualquer limitação nesta habilidade diminui a qualidade de vida do indivíduo obeso. Faltam também investigações sobre os fatores mecânicos e neuromusculares da sobrecarga repetitiva e constante sobre os membros inferiores em obesos, que podem predispor lesões e doenças (WEARING et al., 2006). Portanto uma melhor compreensão sobre os efeitos da adiposidade corporal na capacidade de movimento e realização de exercícios físicos poderia proporcionar significantes suportes para intervir na prevenção e tratamento da obesidade.

## CONCLUSÃO

Concluí-se que tanto o programa de exercícios que empregou o método Pilates, quanto o programa que utilizou o treinamento com pesos, associado à orientação nutricional, promoveu significativa perda de peso e aumentou a capacidade física funcional das mulheres obesas. No entanto, o programa que incluiu o treinamento com pesos foi mais efetivo em alterar positivamente as variáveis cinemáticas, aumentando a estabilidade dinâmica da marcha das mulheres obesas, após 12 semanas de intervenção.

## REFERÊNCIAS

1. ACSM. Position stand on the appropriate intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med. Sci. Sports Exerc* 2001; 3: 12: 2145-2156.
2. ACSM. Position stand progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Med* 2002; 34: 364-380.
3. ACSM. Manual de pesquisa das diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. 4ª edição. Rio de Janeiro, RJ. Editora Guanabara, 2003.
4. American Thoracic Society. Lung function testing: Selection of reference values and interpretative strategies. *Am Rev Respir Dis* 1991;144: 1202-1218.
5. Andriacchi TP, Anderson GBJ, Fernicer RW, Stern DS, Galante JO. A study of lower-limb mechanics during stairs-climbing. *J. Bone Jt Surg* 1980; 62 : 749 -757.
6. Asuka M, McCarty DJ. Simple method for measurement of lower extremity muscle strength. *Am J Med* 1985;78: 77-81.
7. Baltaci G, Tunay VB, Yakut E, Varder NA. Comparison of two different exercises on the weight bn in the treatment of knee osteoarthritis: pilates exercises versus clinical-based physical therapy. *Physical Therapy and Rehabilitation* 2006; 15: 176-189.
8. Bernardo LM. The effectiveness of Pilates training in healthy adults: An appraisal of the research literature. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 2007; 11 : 106-110.
9. Brach JS, Simonsick EM, Kritchevsky S, Yaffe K, Newman AB. The association between physical function and lifestyle activity and exercise in the health, aging and body composition study. *J. Am. Geriatr Soc* 2004; 52 : 502–509.
10. Burnfield JM, Josephson KR, Powers CM, Rubenstein LZ. The influence of lower extremity joint torque on gait characteristics in elderly men, *Arch. Phys. Med. Rehabil* 2000; 81: 1153–1157.
11. Colne P, Frelut ML, Peres G, Thoumie P. Postural control in obese adolescents assessed by limits of stability and gait initiation. *Gait & Postur* 2008; 7: 43-57.
12. Canadian Society for Exercise Physiology (CSEF ). The Canadian Physical Activity, Fitness and Lifestyle Appraisal: CSEP's guide to health active living. 2ed. Ottawa: CSEF; 1998.
13. Demers C, Mckelvie RS, Negassa A, Yusuf S. Resolvd Pilot Study Investigators: Reliability, validity , and responsiveness of the six-minute walk test in patients with heart failure, *Am Heart J* 2001; 142 : 698-703.
14. Devita P, Hortobagyi T. Obesity is not associated with increased knee joint torque and power during level walking. *Journal of Biomechanics* 2003; 36 : 1355–1362.
15. Elloumi M, Makni E, Ounis OB, Zbidi A, Lac G, Tabka Z. Six-minute walking test to assess exercise tolerance in Tunisian obese adolescents over two-months individualized program training. *Science & Sports* 2007; 22: 289–29.
16. Enright PL. The six minute walk test. *Respire Care* 2004; 48(8):783-5.
17. Ferrucci L.; Guralnik JM., Buchner, D. et al. Departures from linearity in the relationship between measures of muscular strength and physical performance of the lower extremities: The Women's Health and Aging Study. *J GerontolABiol Sci Med Sci* 1997; 52 : 275-285.
18. Fleck SJ, Kraemer WJ. Fundamentos do treinamento de força muscular. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.
19. Garcia IE, Barros SM, Saldanha M. Isokinetic evaluation of the musculatura envolved in trunk flexion and extension: Pilates method effect. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* 2004; 10 (6):491–493.
20. Goulding A, Taylor RW, Jones IE, Mcauley KA, Manning PJ, Williams SM. Overweight and obese children have low bone mass and area for their weight. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000; 24: 627–32.
21. Grant S, Todda K, Aitchison TC, Kelly P, Stoddart D. The effects of a 12-week group exercise programme on physiological and psychological variables and function in overweight women. *Public Health* 2004; 118: 31-42 .
22. Hills AP, Parker AW. Electromyografy of walking in obese children. *Electromyogra Clin. Neurophysiol* 1993; 33 (4): 225-233.

24. Hills AP, Henning EE, Byrne NM., Steele JR. The biomechanics of adiposity—structural and functional limitations obesity and implications for movement. *Obs Rev* 2002.; 3 : 35-43.
25. Hue, O, Simoneau M, Marcotte J, Berrigan F, Dore J, Marcea P. et al. Body weight is a strong predictor of postural stability. *Gait Posture* 2007; 26 : 32–8.
26. Jago R, Jonker ML, Missachian M, Baronowski T. Effects of four weeks of Pilates on the body composition of young girls. *Prev Med* 2006; 42; 3: 177-180.
27. Jain A. What works for obesity. A summary of the research behind obesity interventions. London: BMJ Group; 2004. p. 1-57.
28. Judge JO, Davis RB, Ounpuu, S. Step length reductions in advanced age: the role of ankle and hip kinetics. *J. Gerontol. A: Biol. Sci. Med. Sci.* 1996; 51: 303–312.
29. Kadada MP, Ramakrishnan HK, Wootten ME, Gaincy J, Gorton GS, Cochran GVB. Repeatability of kinematic, kinetic and electromyography data in normal adult gait. *Journal Orthopaedic Research* 1989; 7: 849 – 860.
30. Kaesler DS, Mellifont RB, Kelly P S, Taaffe DR. A novel balance exercise program for postural stability in older adults: A pilot study. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 2007; 11: 37–43.
31. Knopfli BH, Radtkea T, Lehmann M, Schätzle B, Eisenblättera J, Gachnanga A, et al. Effects of a multidisciplinary inpatient intervention on body composition, aerobic fitness, and quality of life in severely obese girls and boys. *A Journal of Adolescent Health* 2008; 42: 119-127.
32. Kraemer, WJ, Volek JS, Clark KL, et al. Influence of exercise training on physiological and performance changes weight loss in men. *Med Sci Sports Med* 1999; 31: 1320-1329.
33. Krebs DE, Jette AM, Assmann SF. Moderate exercise improves gait stability in disabled elders. moderate exercise improves gait stability in disabled elders. *Arch Phys Med Rehabil* 1998; 79: 1489-95.
34. Kruger HS, Venter CS, Vorster HH, Margetts BM. Physical inactivity is the major determinant of obesity in black women in the north west province, south africa: the thusa study. *Nutrition* 2002;18:422– 427.
35. Lai PPK, Aaron KLL, Agnes NM, Li M, Zhang. *Clinical Biomechanics* 2008; 10: 67-78.
36. Mcgraw B, Mcclenaghama BA, Williams HG, Dickerson J, Ward DS. Gait and postural stability in obese and nonobese prepubertal boys. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2000; 81: 484–489.
37. Messier SP, Ettinger WH, Doyle TE, Morgan T, James MK, O'tool ML et al. Obesity: effects on gait in an osteoarthritic population. *Journal of Applied Biomechanics* 1996; 12 : 161–172.
38. Messier SP, Loeser RF, Mitchell MN, Valle G, Morgan TP, Rejeski WJ, et al. Exercise and weight loss in obese older adults with knee osteoarthritis: a preliminary study. *J Am Geriatr Soc* 2000; 48: 1062-72
39. Mota CB, Link DM. Análise cinemática do andar de crianças obesas. *Brazilian Journal of Biomechanics* 2001; 2: 678-689.
40. O'Keeffe STO, Donnellan C, Carmichael, DN. Reproducibility and responsiveness of quality of life assessment and six minute walk test in elderly heart failure patients. *Heart* 1998; 80 : 377-382.
41. Perry, J. Análise da marcha: marcha normal. 1, São Paulo: Manole; 2005.
42. Rodacki ALF, Souza RM, Ugrinowitsch C, Cristopoliski F, Neil E. Transient effects of stretching exercises on gait parameters of elderly women. *Fowler Manual Therapy* 2008; 13: 1-6.
43. Rolland Y, Cances VL, Cristini C, Grandjean H, Banks WA, Morley JE, et al. Disability in obese elderly women: Lower limb strength and recreational physical activity. *Obesity Research & Clinical Practice* 2007; 1: 39-51.
44. Rydeard R, Leger A, Smith D. Pilates-based therapeutic exercise: effect on subjects with nonspecific chronic low back pain and functional disability: a randomized controlled trial. *J Orthop Sports Phys Ther* 2006; 36: 472–484.
45. Sekendiz B, Altuna O, Korkusuza F, Akinb S. Effects of Pilates exercise on trunk strength, endurance and flexibility in sedentary adult females. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 2007; 11: 318–326.

46. Siler B. The Pilates Body: the ultimate at-home guide to strengthening, lengthening, and toning your body – without machines. 1<sup>st</sup> Editon. New York. Broadway Books, 2001.
47. Silva YO, Melo MO, Gomes LE, Bonezi A, Joss JF. Análise da resistência externa e da atividade eletromiográfica do movimento de extensão do quadril realizado segundo o método Pilates. Revista Brasileira de Fisioterapia 2009; 13: 82-88.
48. Smith TO, Mann CJV, Clar A, Donell ST. Bed exercises following total hip replacement: a randomised controlled trial. Physiotherapy. 2008; 45: 78-89.
49. Spyropoulos P, Pisciotta JC, Pavlou KN, Cairns MA, Simon SR. Biomechanical gait analysis in obese men. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 1991; 72 : 1065–1070.
50. Suzuki T, Bean JF, Fielding RA. Muscle power of the ankle flexors predicts functional performance in community-dwelling older women. J. Am. Geriatr. Soc. 2001; 49 : 1161–1167 .
51. Teasdale N, Hue O, Marcotte J, Berrigan F, Simoneau M, Dore J. et al. Reducing weight increases postural stability in obese and morbid obese men. Int J Obes (Lond) 2007; 31: 153–60.
52. Tylkowski CM, Simon SRS, Mansour JM. Internal rotation gait in spastic cerebral palsy in the hip. In: Nelson JP (Ed.) Proceedings of the 10th open scientific meeting of the hip society. St. Louis (MS): Mosby 1982; 7: 89 – 125.
53. Villareal DT, Banks M, Sinacore DR., Siener C, Klein S. Effect of weight loss and exercise on frailty in obese older adults. Arch Intern Med 2006; 166: 860-6.
54. Wearing SC, Henning EM, Byrne NM, Stecle JR, Hills AP. The biomechanics of restricted movement in adult obesity. The international association for the study of obesity : obesity reviews 2006; 7; 13-24.
55. Zatsiorsky VM, Selyanov VN. The mass and inertia characteristics of the man segment of the human body. Biomechanics VII-B. (Edited by Matsui, H. and Kobayash, K.) 1983; 11: 1152 – 1159.
56. Zatsiorsky VM, Selyanov VN, Chugunova L. In: Nice body segment inertial parameters determination using a gammascanner method. Biomechanics of human movement: Application in rehabilitation, sports and ergonomics. Edited by Benne N. and Capozzo A. Worthington OH: Bertec Corporation; 1990: 187 – 202.

**Endereço para correspondência:**

Juliana Alves Carneiro.  
Universidade Federal de Goiás.  
Rua 504, n°29. Setor Centro-Oeste.  
Goiânia, Go. Brasil. CEP 74.550-160.  
e-mail:[julianacarneiro77@hotmail.com](mailto:julianacarneiro77@hotmail.com);  
[mssilva@fanut.ufg.br](mailto:mssilva@fanut.ufg.br)