

ANÁLISE CINEMÁTICA DA MARCHA DE INDIVÍDUOS OBESOS E EUTRÓFICOS PRATICANTES DE EXERCÍCIO RESISTIDO

Aline E. GONÇALVES¹
Bruno E. MALANCHEN¹
Lissandro M. DORST²
bmalanchen@hotmail.com

RESUMO

Introdução: A obesidade é um problema de saúde mundial com incidência crescente. O peso corporal elevado causa impacto no sistema musculoesquelético, levando a sobrecarga e um déficit de coordenação nas articulações dos membros inferiores. Com isso os indivíduos adquirem dificuldade de equilíbrio e inabilidade funcional, o que pode influenciar na cinemática de sua marcha. Sobretudo, sabe-se que o treinamento resistido proporciona melhora nas capacidades físicas, principalmente tratando-se de fortalecimento musculoesquelético, podendo proporcionar à esses indivíduos uma melhora em potencial de seu sistema locomotor. **Objetivo:** Analisar a cinemática da marcha de indivíduos adultos obesos e eutróficos praticantes de exercício resistido. **Metodologia:** estudo transversal composto por uma amostra de 10 pessoas adultas. Os participantes foram divididas em dois grupos, baseado no seu IMC: 5 pessoas com obesidade de grau I ($30 \leq \text{IMC}$; idade média de $31,8 \pm 6,53$ anos) e 5 pessoas eutróficas ($18,5 \leq \text{IMC} \leq 24,9 \text{ kg/m}^2$; idade média de $23,6 \pm 2,88$). A análise cinemática foi realizada através do sistema de análise bidimensional Simi Twinner Pro. Também foi aplicado um questionário para aferir o nível de atividade física desses indivíduos. **Resultados:** Na realização de uma comparação do estudo com a literatura, os resultados encontrados apresentaram diferenças significativas nas variáveis espaço-temporais. **Conclusão:** Indivíduos obesos e eutróficos praticantes de exercício resistido apresentaram equivalência na cinemática da marcha quando comparados entre si. Contudo, quando comparados com o padrão da marcha, os indivíduos obesos apresentaram uma marcha mais lenta.

Palavras-chave: cinemática, obesidade, marcha.

Acadêmico do Curso de Educação Física Bacharelado¹

Orientador do Curso de Educação Física Bacharelado²

1 INTRODUÇÃO

A obesidade é um problema de saúde pública cada vez mais crescente na sociedade atual, sendo este causado pelo desequilíbrio energético entre as calorias ingeridas e as calorias gastas (WHO, 2015). Em adultos a obesidade é um fator de risco para muitas doenças, incluindo doenças cardíacas, hipertensão, diabetes e problemas ortopédicos, tais como variações na marcha humana. (HEALTH, 2001). A marcha humana é compreendida como a locomoção do ser humano (ANDRADE, 2002).

A marcha sofre variações de acordo com a individualidade de cada pessoa, levando em consideração fatores neurológicos, antropométricos e psicológicos (GREVE, 2009). Esses problemas na locomoção exigem que o corpo se adapte, o que, muitas vezes, acarreta em uma sobrecarga mecânica sobre a estrutura dos pés, controle dos movimentos e postural, o que gera uma compensação pelos mecanismos fisiológicos, conduzindo assim, a um caminhar ineficaz (MANN; KLEINPAUL; TEIXEIRA; MOTO, 2008).

De acordo com Pretkiewicz-Abacjew (2008), o excesso de peso acarreta alterações cinemáticas no ciclo da marcha como passadas menores, maior tempo de estadia no solo nas fases de apoio simples e de duplo apoio, além da diminuição na cadência, na velocidade e na fase de balanço.

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 consequências 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).

Um dos possíveis caminhos para a prevenção da obesidade é o exercício físico que resulta em um gasto energético significativo para a redução de massa corpórea e eleva os níveis de aptidão física. Nesse sentido, o exercício físico resistido contribui promovendo uma redução de peso corporal decorrente do aumento da massa muscular, da força e do consumo máximo de oxigênio (KRAEMER, *et al.* 1999; POLLOCK; WILMORE, 1993 *apud* SABIA; SANTOS; RIBEIRO, 2004; FERREIRA et al., 2006).

A marcha é uma das atividades que se recomenda no tratamento da obesidade por resultar em gasto energético significativo. Contudo, tal atividade pode ser crítica do

ponto de vista biomecânico para estes indivíduos, pois a obesidade está associada à sobrecarga mecânica no aparelho locomotor e às alterações funcionais do pé, podendo, assim, desestabilizar o controle postural mecânico nas atividades motoras (WEARING, 2006; HUE et al., 2007; TEASDALE et al., 2007).

Nesse sentido, o objetivo do presente estudo é analisar a cinemática da marcha de indivíduos adultos obesos, praticantes de exercício resistido, a fim de verificar possíveis alterações no padrão da marcha desses indivíduos, se comparada sua marcha à marcha padrão.

2 MÉTODOS

A pesquisa cumpriu com os procedimentos éticos de acordo com as “Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisa Envolvendo Seres Humanos” 466/12, editados pela Comissão Nacional de Saúde e foi aprovada pelo Comitê de Ética com Seres Humanos do Centro Universitário Assis Gurgacz sob o parecer de número 1.745.209 e registro do CAAE: 59623916.1.0000.5219.

A amostra foi constituída por 10 adultos praticantes de exercício resistido. Foram formados dois grupos (obesos e eutróficos), os quais foram compostos por cinco indivíduos. O grupo dos indivíduos “obesos” foi formado por quatro mulheres e um homem. O grupo dos indivíduos “eutróficos” foi composto por quatro homens e uma mulher.

No dia da coleta, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que foi lido e devidamente assinado. Além disso, foi aplicado o questionário IPAQ para a classificação dos indivíduos em ativos ou muito ativos, levando em consideração os que praticavam exercício físico há pelo menos três meses. Os classificados como irregularmente ativos ou como inativos foram desconsiderados para a pesquisa.

Foram classificados como ativos os que praticavam: a) atividade física vigorosa ≥ 3 dias/semana e ≥ 20 minutos/sessão; b) moderada ou caminhada ≥ 5 dias/semana e ≥ 30 minutos/sessão; c) qualquer atividade somada: ≥ 5 dias/semana e ≥ 150 min/semana. Como muito ativos, os indivíduos que praticavam: a) atividade física vigorosa ≥ 5 dias/semana e ≥ 30 minutos por sessão ou b) vigorosa ≥ 3 dias/semana e

≥ 20 minutos por sessão + moderada ou caminhada ≥ 5 dias/semana e ≥ 30 minutos por sessão.

Foi realizada a aferição do Índice de Massa Corporal (IMC), sendo este calculado por meio do peso do indivíduo, em quilogramas, dividido pela altura deste, elevada ao quadrado (peso / altura²). Para a aferição da massa corporal foi utilizada uma balança antropométrica digital da marca Omron; para a medida de estatura foi utilizada um estadiômetro de parede da marca Wiso com escala de 0 a 220 cm. A classificação dos indivíduos foi feita de acordo com a da Organização Mundial da Saúde (OMS), 2016.

Para análise cinemática bidimensional foi utilizada uma câmera da marca Canon, cuja frequência de aquisição das imagens é de 60 Hz. Para a edição de imagens foi utilizado o programa Adobe Premiere Pro CS3 3.0. Para processamento dos dados foi utilizado o sistema de análise cinemático de videografia bidimensional Simi Twinner Pro, do laboratório de Biomecânica do Curso de Educação Física do Centro Universitário Assis Gurgacz. Para realização da calibragem do sistema foram utilizadas duas réguas com metro de dimensão.

A análise da marcha foi realizada inicialmente com a filmagem do calibrador, que estava centrado e posicionado no ponto médio da distância que foi percorrida pelo indivíduo (10m). O posicionamento da câmera estava no plano sagital do movimento. Cada indivíduo realizou a marcha de maneira mais natural possível e por diversas vezes, sendo que, após um período de adaptação, foi iniciada a gravação do movimento. As variáveis analisadas foram as seguintes:

Variáveis temporais:

- Tempo de duplo apoio (1AD/2AD): tempo em que os dois pés estão em contato com o solo durante um ciclo do andar, vai do contato do calcanhar de um dos pés até a retirada do pé contralateral. Existem em um ciclo dois duplos apoios, o 1º e 2º.

- Tempo de apoio simples (AS/D – AS/E): tempo em que somente um dos pés está em contato com o solo, vai do contato inicial do calcanhar até a retirada deste mesmo pé do solo. Existe em um ciclo um apoio simples (direito ou esquerdo).

- Tempo do passo (TP/D – TP/E): tempo entre contato inicial do calcanhar de um dos pés até o contato do calcanhar do pé contralateral.

- Tempo de balanço (TB/D – TB/E): tempo em que o pé está no ar, começa no momento em que os dedos comecem a deixar o solo até o início do contato do calcanhar com o solo.

- Tempo total da passada (TPASS): tempo entre dois toques sucessivos de um ponto de referência de um mesmo pé.

Variáveis espaciais:

- Comprimento do passo (CP/D – CP/E): distância entre o contato do calcanhar do pé contralateral, na direção do deslocamento do passo direito e o comprimento do passo esquerdo.

- Comprimento do ciclo ou passada (CPASS): distância entre o contato inicial do calcanhar de um pé até o próximo contato do calcanhar do mesmo pé, na direção do deslocamento, ou seja, dois toques sucessivos do mesmo pé.

Variável espaço-temporal:

- Velocidade da marcha: tempo gasto para percorrer a distância do ciclo da marcha.

Os valores relativos das variáveis temporais foram expressos em porcentagem normalizados pelo tempo do ciclo da marcha (TPASS). Todos os tempos foram expressos em segundos.

Os valores relativos das variáveis espaciais foram expressos em porcentagem da estatura (EST) dos indivíduos. Todas as medidas de comprimento foram expressas em centímetros.

A variável espaço-temporal avaliada foi a velocidade da passada (VPASS), expressa em metros por segundo (m/s), que representou a distância total percorrida de um ciclo da marcha por unidade de tempo.

Após a coleta e tabulação dos dados, foram estimadas estatísticas descritivas para os resultados de ID, MC, EST, IMC, 1AD, 2AD, AS/D, AS/E, TB/D, TB/E, TP/D, TP/E, TPASS, CP/D, CP/E, CPASS e VPASS de acordo com as classes de grupo.

A normalidade dos valores para todas as variáveis em cada grupo foi avaliada previamente utilizando-se o teste de *Shapiro-Wilk* (R Core Team, 2013).

Depois de atendida esta pressuposição para a maioria das variáveis, em cada grupo, aplicou-se o teste t de *Student* para amostras independentes nas médias das variáveis, de acordo com as classes de grupo ('obeso' x 'eutrófico').

A seguir, as comparações independentes entre médias dos grupos 'obeso' e 'eutrófico' com as médias referências consideradas normais para as variáveis 1AD, 2AD, AS/D, AS/E, TB/D, TB/E, TP/D, TP/E e VPASS foi feita utilizando-se o teste t de *Student* para uma amostra. As hipóteses de nulidade testadas foram a equivalência entre a média amostral ($\bar{X}$) de um grupo (obeso ou eutrófico) com a média

populacional (μ) do grupo referência, representada por uma constante, que depende da variável avaliada ($H_0: \bar{X}_{\text{OBESO OU EUTRÓFICO}} = \mu_{\text{REFERÊNCIA}}$). A hipótese alternativa adotada foi a bilateral ($H_0: \bar{X}_{\text{OBESO OU EUTRÓFICO}} \neq \mu_{\text{REFERÊNCIA}}$).

Os valores referenciais para as variáveis do ciclo da marcha seguiram as recomendações de Rose e Gamble (2007), que são expressas a seguir: 1AD e 2AD = 12%; AS/D, AS/E, TB/D e TB/E = 38%; TP/D e TP/E = 50% e VPASS = 1,33 m/s.

Foi realizada a análise de correlação de *Pearson* para estimar o grau de associação entre as variáveis, considerando todos os dados. As significâncias foram avaliadas utilizando-se a estatística *t* de *student*.

Adotou-se o nível de significância de 5% em todos os testes de hipóteses. As análises estatísticas foram efetuadas utilizando-se o *R Core Team* (2013).

3 RESULTADOS

Observou-se que os valores da maioria das variáveis em cada grupo apresentaram distribuição normal de probabilidades. Para o grupo ‘obeso’ ($n = 5$), apenas os dados de EST não apresentaram distribuição normal. Os valores de probabilidade (p) do teste de *Shapiro-Wilk* foram de: 0,7467 (ID), 0,3294 (MC), 0,0224 (EST), 0,4642 (IMC), 0,3234 (1AD), 0,9971 (2AD), 0,0525 (AS/D), 0,1623 (AS/E), 0,1623 (TB/D), 0,1297 (TB/E), 0,4938 (TP/D), 0,4938 (TP/E), 0,6043 (TPASS), 0,9919 (CP/D), 0,7354 (CP/E), 0,8474 (CPASS) e 0,4900 (VPASS).

Para o grupo ‘eutrófico’ ($n = 5$), todos apresentaram distribuição normal. Os valores de p do teste de *Shapiro-Wilk* foram de: 0,2693 (ID), 0,8448 (MC), 0,8934 (EST), 0,3478 (IMC), 0,4671 (1AD), 0,2155 (2AD), 0,8543 (AS/D), 0,4869 (AS/E), 0,4869 (TB/D), 0,7059 (TB/E), 0,7673 (TP/D), 0,7644 (TP/E), 0,8622 (TPASS), 0,2217 (CP/D), 0,2633 (CP/E), 0,1260 (CPASS) e 0,6190 (VPASS).

Com base nestes resultados, a comparação entre médias dos grupos e entre médias do grupo ‘obeso’ e ‘eutrófico’ com as médias de referências consideradas normais para as variáveis 1AD, 2AD, AS/D, AS/E, TB/D, TB/E, TP/D, TP/E e VPASS foi realizada por meio do teste *t*.

Os valores das estatísticas descritivas e de comparação entre as médias de idade, massa corporal, estatura e índice de massa corpórea (IMC) estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1. Estatísticas descritivas e comparação de médias de idade, massa corporal, estatura e índice de massa corpórea (IMC), de acordo com o grupo.

Variável ¹	Grupo	Média ²	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo	CV (%)
Idade	Obeso	31,8 ^a	6,53	22,0	39,0	20,5
	Eutrófico	23,6 ^b	2,88	21,0	28,0	12,2
Massa corporal	Obeso	90,1 ^a	5,61	85,1	98,0	6,23
	Eutrófico	66,8 ^b	6,23	60,0	75,8	9,32
Estatura	Obeso	169,0 ^a	5,70	165,0	179,0	3,37
	Eutrófico	177,2 ^a	10,8	165,0	193,0	6,08
IMC	Obeso	31,6 ^a	1,11	30,5	33,2	3,51
	Eutrófico	21,3 ^b	1,69	19,8	23,9	7,91

¹IMC = índice de massa corporal; ²Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem entre si, pelo teste t, ao nível de 5% de probabilidade; CV = Coeficiente de variação; n = 5 observações por grupo.

Os valores das estatísticas descritivas e de comparação de médias das variáveis temporais, espaciais e espaço-temporal relacionadas aos apoios duplos e simples, aos tempos de passo, de balanço e de passada, comprimento dos passos e da passada e velocidade da passada estão dispostos na Tabela 2.

Os valores de média das variáveis temporais são apresentados em porcentagem (%) com relação ao ciclo da marcha, enquanto os espaciais são normalizados pela altura (h). O valor da variável espaço-temporal é apresentado em metros/segundo (m/s).

Tabela 2. Estatísticas descritivas e comparação de médias de variáveis temporais, espaciais e espaço-temporal, de acordo com o grupo.

Variável ¹	Grupo	Média ²	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo	CV (%)
1AD	Obeso	14,3 ^a	1,75	12,2	16,2	12,3
	Eutrófico	13,5 ^a	1,41	12,2	15,4	10,4
2AD	Obeso	14,3 ^a	1,52	12,2	16,2	10,7
	Eutrófico	13,8 ^a	1,84	10,8	15,4	13,3
AS/D	Obeso	34,9 ^a	1,38	33,8	36,5	3,96
	Eutrófico	36,0 ^a	1,81	33,8	38,5	5,02
AS/E	Obeso	36,5 ^a	3,16	33,8	41,9	8,64
	Eutrófico	36,6 ^a	1,52	35,0	38,5	4,14
TB/D	Obeso	36,5 ^a	3,16	33,8	41,9	8,64
	Eutrófico	36,6 ^a	1,52	35,0	38,5	4,14
TB/E	Obeso	34,6 ^a	1,15	33,8	36,5	3,32
	Eutrófico	36,6 ^a	1,58	34,8	38,5	4,30
TP/D	Obeso	50,8 ^a	2,03	48,5	54,1	4,00
	Eutrófico	50,4 ^a	0,82	49,3	51,4	1,62
TP/E	Obeso	49,2 ^a	2,03	46,0	51,5	4,13
	Eutrófico	49,6 ^a	0,82	48,6	50,7	1,65
TPASS	Obeso	1,15 ^a	0,08	1,05	1,23	6,77
	Eutrófico	1,11 ^a	0,09	1,00	1,23	7,86
CP/D	Obeso	32,4 ^a	2,76	28,7	36,2	8,52
	Eutrófico	35,4 ^a	2,02	33,6	38,2	5,73
CP/E	Obeso	33,7 ^a	1,61	31,2	35,5	4,78
	Eutrófico	36,2 ^a	2,11	34,3	39,7	5,85
CPASS	Obeso	66,1 ^a	4,31	59,9	71,7	6,51
	Eutrófico	71,5 ^a	3,98	68,5	77,9	5,57
VPASS	Obeso	0,97 ^b	0,06	0,91	1,07	6,10
	Eutrófico	1,14 ^a	0,05	1,08	1,19	4,08

¹ 1AD = primeiro apoio duplo; 2AD2 = segundo apoio duplo; AS/D = apoio simples do pé direito; AS/E = apoio simples do pé esquerdo; TB/D = tempo de balanço do pé direito; TB/E = tempo de balanço do pé esquerdo; TP/D = tempo do passo do pé direito; TP/E = tempo do passo do pé esquerdo; TPASS = tempo da passada; CP/D = comprimento do passo do pé direito; CP/E = comprimento do passo do pé esquerdo; CPASS = comprimento da passada; VPASS = velocidade da passada; ² Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem entre si, pelo teste t, ao nível de 5% de probabilidade; CV = Coeficiente de variação; $p \geq t_{cal}(CPASSODIR) = 0,0869$; $p \geq t_{cal}(CPASSOESQ) = 0,0745$; $p \geq t_{cal}(CPASSADA) = 0,0725$; n = 5 observações por grupo.

A Tabela 3 apresenta os valores de comparação de média das variáveis temporais e de velocidade da marcha entre os grupos avaliados com os padrões considerados normais. Observa-se a existência de equivalência entre os grupos se $P > 0,05$. Os valores que não se equivalem são apresentados com um asterisco (*).

Tabela 3. Comparação de médias de variáveis temporais de velocidade da marcha entre os grupos ‘obeso’ e ‘eutrófico’ com os padrões considerados normais.

Variável ¹	Grupo	Média	Padrão	Estatística t	P > t
1AD	Obeso	14,3(1,75)	12,0	2,88	0,0452*
	Eutrófico	13,5(1,41)	12,0	2,42	0,0726
2AD	Obeso	14,3(1,52)	12,0	3,33	0,0291*
	Eutrófico	13,8(1,84)	12,0	2,24	0,0890
AS/D	Obeso	34,9(1,38)	38,0	-4,96	0,0077*
	Eutrófico	36,0(1,81)	38,0	-2,42	0,0729
AS/E	Obeso	36,5(3,16)	38,0	-1,03	0,3607
	Eutrófico	36,6(1,52)	38,0	-2,09	0,1054
TB/D	Obeso	36,5(3,16)	38,0	-1,03	0,3607
	Eutrófico	36,6(1,52)	38,0	-2,09	0,1054
TB/E	Obeso	34,6(1,15)	38,0	-6,53	0,0028*
	Eutrófico	36,6(1,58)	38,0	-1,94	0,1237
TP/D	Obeso	50,8(2,03)	50,0	0,89	0,4219
	Eutrófico	50,4(0,82)	50,0	1,18	0,3021
TP/E	Obeso	49,2(2,03)	50,0	-0,89	0,4219
	Eutrófico	49,6(0,82)	50,0	-1,18	0,3029
VPASS	Obeso	0,97(0,06)	1,33	-13,40	0,0002*
	Eutrófico	1,14(0,05)	1,33	-9,02	0,0008*

¹1AD = primeiro apoio duplo; 2AD = segundo apoio duplo; AS/D = apoio simples do pé direito; AS/E = apoio simples do pé esquerdo; TB/D = tempo de balanço do pé direito; TB/E = tempo de balanço do pé esquerdo; TP/D = tempo do passo do pé direito; TP/E = tempo do passo do pé esquerdo; VPASS = velocidade da passada; P < 0,05 = não equivalência.

Nas tabelas à seguir estão dispostos os valores das estimativas dos coeficientes de correlação de *Pearson* entre variáveis temporais (Tabela 4), espaciais e espaço-temporal (Tabela 5) de indivíduos obesos e seus respectivos níveis de significância. Os valores que apresentaram diferenças significativas são apresentados com um asterisco (*).

Tabela 4. Estimativas dos coeficientes de correlação de *Pearson* entre variáveis temporais de indivíduos obesos e respectivos níveis de significância¹.

VARIÁVEL	ID	MC	EST	IMC	1AD	2AD	AS/D	AS/E	TB/D	TB/E	TP/D	TP/E	TPASS
ID	1,00												
MC	0,03	1,00											
EST	-0,30	0,86	1,00										
IMC	0,69	0,07	-0,44	1,00									
1AD	0,50	0,60	0,33	0,34	1,00								
2AD	0,09	0,29	0,33	-0,23	0,77	1,00							
AS/D	-0,62	-0,03	-0,12	0,10	-0,18	-0,15	1,00						
AS/E	-0,04	-0,46	-0,29	-0,12	-0,85	-0,85	-0,27	1,00					
TB/D	-0,04	-0,46	-0,29	-0,12	-0,85	-0,85	-0,27	1,00*	1,00				
TB/E	-0,85	-0,25	-0,09	-0,33	-0,38	-0,05	1,00*	-0,15	-0,15	1,00			
TP/D	0,00	-0,49	-0,20	-0,37	-0,74	-0,56	-0,53	0,92*	0,92*	-0,28	1,00		
TP/E	0,00	0,49	0,20	0,37	0,74	0,56	0,53	-0,92*	-0,92*	0,28	-1,00*	1,00	
TPASS	0,41	0,29	0,36	-0,09	-0,06	-0,24	-0,83	0,51	0,51	-0,81	0,62	-0,62	1,00

¹ID = idade; MC = massa corporal; EST = estatura; IMC = índice de massa corpórea; 1AD = primeiro apoio duplo; 2AD = segundo apoio duplo; AS/D = apoio simples do pé direito; AS/E = apoio simples do pé esquerdo; TB/D = tempo de balanço do pé direito; TB/E = tempo de balanço do pé esquerdo; TP/D = tempo do passo do pé direito; TP/E = tempo do passo do pé esquerdo; TPASS = tempo da passada; CP/D = comprimento do passo do pé direito; CP/E = comprimento do passo do pé esquerdo; CPASS = comprimento da passada; VPASS = velocidade da passada; Probabilidade de significância (p) pelo teste t, para a análise de correlação ($H_0: \rho_{XY} = 0$); * = $p \leq 0,05$; ^{ns} = $p > 0,05$; n = 10.

Tabela 5. Estimativas dos coeficientes de correlação de *Pearson* entre variáveis espaciais e espaço-temporal de indivíduos obesos e respectivos níveis de significância¹.

VARIÁVEL	CP/D	CP/E	CPASS	VPASS
ID	0,14	-0,01	0,05	-0,65
MC	-0,62	-0,74	-0,71	-0,64
EST	-0,29	-0,43	-0,38	-0,24
IMC	-0,46	-0,40	-0,43	-0,70
1AD	-0,42	-0,70	-0,61	-0,46
2AD	-0,06	-0,38	-0,26	0,17
AS/D	-0,68	-0,47	-0,56	0,28
AS/E	0,56	0,78	0,71	0,05
TB/D	0,56	0,78	0,71	0,05
TB/E	-0,33	-0,15	-0,22	0,67
TP/D	0,83	0,93*	0,90*	0,21
TP/E	-0,83	-0,93*	-0,90*	-0,21
TPASS	0,44	0,36	0,40	-0,50
CP/D	1,00	0,93*	0,97*	0,43
CP/E		1,00	0,99*	0,47
CPASS			1,00	0,46
VPASS				1,00

¹ID = idade; MC = massa corporal; EST = estatura; IMC = índice de massa corpórea; 1AD = primeiro apoio duplo; 2AD = segundo apoio duplo; AS/D = apoio simples do pé direito; AS/E = apoio simples do pé esquerdo; TB/D = tempo de balanço do pé direito; TB/E = tempo de balanço do pé esquerdo; TP/D = tempo do passo do pé direito; TP/E = tempo do passo do pé esquerdo; TPASS = tempo da passada; CP/D = comprimento do passo do pé direito; CP/E = comprimento do passo do pé esquerdo; CPASS = comprimento da passada; VPASS = velocidade da passada; Probabilidade de significância (p) pelo teste t, para a análise de correlação ($H_0: \rho_{XY} = 0$); * = $p \leq 0,05$; ^{ns} = $p > 0,05$; n = 10.

Nas tabelas a seguir estão dispostos os valores das estimativas dos coeficientes de correlação de *Pearson* entre variáveis temporais (Tabela 6), espaciais e espaço-temporal (Tabela 7) de indivíduos eutróficos e seus respectivos níveis de significância. Os valores que apresentaram diferenças significativas são apresentados com um asterisco (*).

Tabela 6. Estimativas dos coeficientes de correlação de *Pearson* entre variáveis temporais de indivíduos obesos e respectivos níveis de significância¹.

VARIÁVEL	ID	MC	EST	IMC	1AD	2AD	AS/D	AS/E	TB/D	TB/E	TP/D	TP/E	TPASS
ID	1,00												
MC	-0,75	1,00											
EST	-0,53	0,77	1,00										
IMC	-0,09	0,00	-0,63	1,00									
1AD	0,40	0,31	0,36	-0,19	1,00								
2AD	-0,03	0,54	0,45	-0,05	0,73	1,00							
AS/D	-0,23	-0,39	-0,60	0,48	-0,90*	-0,83	1,00						
AS/E	-0,07	-0,47	-0,15	-0,34	-0,74	-0,90*	0,65	1,00					
TB/D	-0,07	-0,47	-0,15	-0,34	-0,74	-0,90*	0,65	1,00*	1,00				
TB/E	0,00	-0,66	-0,65	0,23	-0,92*	-0,78	1,00*	0,74	0,74	1,00			
TP/D	-0,18	0,33	0,73	-0,73	0,27	0,59	-0,66	-0,17	-0,17	-0,40	1,00		
TP/E	0,18	-0,33	-0,73	0,73	-0,27	-0,58	0,66	0,17	0,17	0,40	-1,00*	1,00	
TPASS	-0,27	0,06	0,61	-0,88*	-0,24	-0,15	-0,13	0,56	0,56	0,09	0,70	-0,70	1,00

¹ID = idade; MC = massa corporal; EST = estatura; IMC = índice de massa corpórea; 1AD = primeiro apoio duplo; 2AD = segundo apoio duplo; AS/D = apoio simples do pé direito; AS/E = apoio simples do pé esquerdo; TB/D = tempo de balanço do pé direito; TB/E = tempo de balanço do pé esquerdo; TP/D = tempo do passo do pé direito; TP/E = tempo do passo do pé esquerdo; TPASS = tempo da passada; CP/D = comprimento do passo do pé direito; CP/E = comprimento do passo do pé esquerdo; CPASS = comprimento da passada; VPASS = velocidade da passada; Probabilidade de significância (p) pelo teste t, para a análise de correlação ($H_0: \rho_{XY} = 0$); * = $p \leq 0,05$; ns = $p > 0,05$; n = 10.

Tabela 7. Estimativas dos coeficientes de correlação de *Pearson* entre variáveis espaciais e espaço-temporal de indivíduos obesos e respectivos níveis de significância¹.

VARIÁVEL	CP/D	CP/E	CPASS	VPASS
ID	0,02	0,14	0,08	-0,16
MC	-0,56	-0,69	-0,55	0,15
EST	-0,63	-0,41	-0,55	-0,43
IMC	0,31	-0,20	0,06	0,85
1AD	-0,78	-0,75	-0,80	-0,10
2AD	-0,96*	-0,92*	-0,98*	0,47
AS/D	0,94*	0,71	0,86	0,28
AS/E	0,78	0,96*	0,90*	-0,17
TB/D	0,78	0,96*	0,90*	-0,17
TB/E	0,86	0,85	0,89*	0,08
TP/D	-0,72	-0,29	-0,53	-0,87
TP/E	0,72	0,29	0,53	0,87
TPASS	-0,07	0,39	0,16	-0,79
CP/D	1,00	0,85	0,96*	0,41
CP/E		1,00	0,96*	-0,12
CPASS			1,00	0,16
VPASS				1,00

¹ID = idade; MC = massa corporal; EST = estatura; IMC = índice de massa corpórea; 1AD = primeiro apoio duplo; 2AD = segundo apoio duplo; AS/D = apoio simples do pé direito; AS/E = apoio simples do pé esquerdo; TB/D = tempo de balanço do pé direito; TB/E = tempo de balanço do pé esquerdo; TP/D = tempo do passo do pé direito; TP/E = tempo do passo do pé esquerdo; TPASS = tempo da passada; CP/D = comprimento do passo do pé direito; CP/E = comprimento do passo do pé esquerdo; CPASS = comprimento da passada; VPASS = velocidade da passada; Probabilidade de significância (p) pelo teste t, para a análise de correlação ($H_0: \rho_{XY} = 0$); * = $p \leq 0,05$; ns = $p > 0,05$; n = 10.

4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A idade pode exercer influência sobre o padrão da marcha de um indivíduo. No decorrer dos anos, mais notadamente a partir da sexta década de vida, os valores de

velocidade, comprimento do passo e passada tendem a diminuir (WINTER, 1991). De acordo com Perry (2005), a partir dos 70 anos de vida há uma diminuição nos parâmetros da marcha, o que justifica que o fator idade exerce pouca influência no padrão da marcha de adultos com idade abaixo desta. No presente estudo (Tabela1), a média de idade dos grupos variou de 23,6 a 31,8 anos, minimizando, conforme a literatura, possíveis interferências da mesma no padrão da marcha apresentada pelos grupos estudados.

Outras características da amostra foram a massa corporal e o índice de massa corporal que, quando analisadas, verificou-se diferença entre os dois grupos. Essa diferença se justifica pela seleção que ocorreu antes da avaliação de indivíduos obesos para compor um grupo e de indivíduos com o peso normal para o outro. Embora as médias de estatura dos grupos tenham apresentado diferenças, estas não foram estatisticamente significativas.

De acordo com os resultados obtidos, não se obteve diferenças significativas nas variáveis temporais da marcha entre os indivíduos obesos e eutróficos do presente estudo, indo de acordo com a Fiatarone et al. (1994) que avaliou indivíduos idosos de 86 a 96 anos que participavam de um programa de treinamento de oito semanas para fortalecer a musculatura de membros inferiores (vasto lateral, vasto medial e reto femoral).

Segundo o estudo citado, o treinamento resistido proporciona melhora do desempenho físico pelo aumento da força muscular, potência, velocidade, hipertrofia, resistência muscular localizada (RML), equilíbrio e coordenação. Esse estudo mostrou melhora, em média, de 174% na força dos membros inferiores e de 48% na velocidade do passo, ou seja, o treinamento resistido com pesos proporciona uma melhora nas capacidades de desempenho físico, para que, dessa forma, a marcha dos indivíduos obesos e eutróficos possam ter as suas variáveis temporais equivalentes.

O mesmo ocorreu na correlação das variáveis espaciais, com exceção da variável espaço-temporal (velocidade da passada). Na análise de Winter (1991), é indicado que as mulheres caminham mais rapidamente que os homens, em média de 6 a 11 passos por minuto a mais que eles. Segundo esse mesmo autor, a estatura diferenciada entre os homens e mulheres influencia o comprimento do passo e da passada, alterando, assim, a velocidade.

Nota-se, conforme apresentado na Tabela 3, que houve diferenças significativas na variável velocidade da passada (VPASS) quando comparada entre os

dois grupos e com o padrão estabelecido por Rose e Gamble (2007), sendo que o grupo “obeso” apresentou uma média menor, ou seja, uma passada mais lenta. Deste grupo, 4 dos integrantes são mulheres, inferindo-se que, caso o grupo não fosse predominantemente feminino, haveria a possibilidade de este apresentar uma média ainda menor se comparada com a do grupo eutrófico que é composto somente por uma mulher.

O estudo de Abreu e Caldas (2008), avaliou 40 mulheres com idade entre 65 e 89 anos, divididas em dois grupos: 20 idosas praticantes de exercícios gerais semanalmente e 20 não praticantes. Este estudo mostrou maiores fases de apoio duplo e menores fases de apoio simples e, conseqüentemente, de balanço para as idosas não praticantes de exercício. Essa alteração na marcha apresentava maior necessidade de segurança e manutenção do equilíbrio por conta da maior idade e do sedentarismo, implicando na diminuição da velocidade da marcha.

No entanto, esses resultados não revelaram uma correlação entre o equilíbrio e a velocidade de marcha que pudesse inferir que estes idosos estariam utilizando a redução da velocidade como uma estratégia compensatória para assegurar um equilíbrio adequado. De acordo com o nosso estudo, o grupo obeso que apresentou menores valores de média para a variável VPASS, constatou que a obesidade pode influenciar na diminuição de velocidade do ciclo da marcha (Tabela 2).

Pretkiewicz-Abacjew (2008), que analisou as variáveis temporais e espaciais de 68 crianças de 6 anos de idade, divididas em dois grupos, um com crianças obesas e com sobrepeso e outro com crianças de peso normal, constatou que a velocidade do ciclo da marcha pode ser diminuída pelo aumento do peso. Segundo esse estudo, a marcha pode sofrer alterações sob a influência de excesso de peso corporal, o que vai de acordo com os resultados demonstrados na Tabela 2 que mostra que a velocidade da passada é maior para o grupo eutrófico quando comparada com grupo obeso.

Contrapondo-se ao nosso estudo, Silva (2009) ao comparar a marcha de 24 mulheres obesas com a de 24 mulheres eutróficas obteve como resultado diferenças significativas das variáveis “comprimento do passo” e “comprimento da passada”, tendo essas variáveis um valor menor no grupo de mulheres obesas.

Como mostra a Tabela 3, quando comparadas as médias das variáveis temporais e espaço-temporal dos grupos “obeso” e “eutrófico” com os padrões considerados normais por Rose e Gamble (2007), foram encontrados valores não equivalentes para as seguintes variáveis: primeiro e segundo apoio duplo, apoio simples

direito, tempo de balanço esquerdo e velocidade da passada. Para todas essas variáveis, a não equivalência, ocorre entre o grupo “obeso” e os padrões de marcha apresentados pela literatura. Entretanto, para a variável “velocidade da passada” a diferença com a literatura proposta ocorreu também para o grupo eutrófico. Para as demais variáveis, não houveram diferenças significativas se comparados os grupos com os valores propostos por Rose e Gamble (2007).

Quando feita a relação entre as variáveis temporais dentro de cada grupo (Tabelas 4 e 6), observou-se que as variáveis AS/D e TB/E se correlacionam significativamente entre os dois grupos, assim como também o AS/E e o TB/D. Isso ocorre pelo fato de que enquanto uma perna está no apoio simples a outra encontra-se no tempo de balanço, formando, assim, o passo. Além disso, os dois grupos mostraram correlação inversamente proporcional entre as variáveis TP/E e TP/D, pois cada uma corresponde a 50% do tempo da passada.

Para o grupo obeso (Tabela 4), também apresentaram resultados significativos de correlação entre a variável de TP/E e TP/D com a de AS/E e, consequentemente, com a de TB/D. Esse resultado mostrou relação diretamente proporcional entre o AS/E e o TP/D e inversamente proporcional entre o AS/E e o TP/E, ocorrendo em razão de que quanto maior for o apoio simples de uma perna, maior será o tempo do passo da perna oposta. Da mesma forma, quanto maior for o apoio simples de uma perna, menor será o tempo de passo dessa mesma perna.

Para o grupo eutrófico (Tabela 6), houve relação inversamente proporcional entre as variáveis de apoio duplo com as variáveis de apoio simples e, consequentemente, de tempo de balanço. Assim, quanto maior for o apoio simples de um membro, menor será o apoio duplo daquele passo. Os resultados apresentados nesse parágrafo e no anterior ocorrem em razão do tempo de passo – que corresponde a 50% do tempo total da passada – ser composto por 12% do AD e por 38% do AS, fazendo com que quanto menor for uma dessas variáveis, maior a outra será.

Além disso, quando relacionadas as variáveis tempo da passada e índice de massa corporal no grupo eutrófico, observou-se que quanto maior o IMC, menor será o tempo da passada, ou seja, o indivíduo caminhará mais lentamente.

As tabelas 5 e 6 correlacionam as variáveis espaciais e espaço-temporal com as demais, mostrando que, para ambos os grupos, há relação entre o comprimento do passo direito e do passo esquerdo com o comprimento da passada, ou seja, quanto maior o comprimento dos passos, maior será o comprimento total da passada.

Para o grupo obeso (Tabela 5), houve correlação entre as variáveis CP/D e CP/E, mostrando que conforme uma aumenta, a outra também aumenta. Houve correlação também entre os tempos de passo e o CP/E e os tempos de passo e o CPASS, indicando que quanto mais longo for o passo esquerdo, maior será o tempo utilizado pelo indivíduo para dar o passo direito e mais longa será a passada. Verificou-se também que, quanto maior o CP/E, mais tempo terá o TP/E e, consequentemente, maior será o comprimento da passada.

Já para o grupo eutrófico (Tabela 6), os resultados mostraram que quanto maior o AS/E e o TB/D, maiores serão o CP/E e o CPASS. Além disso, os resultados mostraram relação do 2AD com o CP/D, o CP/E e o CPASS, sendo que quanto maior for o tempo do 2AD, menor será o AS, menor será o CPASS assim como o CP/D e o CP/E. Nessa mesma tabela, observou-se que quanto maior for o TB/E, mais longo será o CPASS e que quanto maior for o AS/D, mais longo será o CP/D.

5 CONCLUSÃO

Baseado nos objetivos e nos resultados obtidos no presente estudo, pode-se verificar que a cinemática da marcha dos indivíduos obesos e eutróficos, quando praticantes de exercício físico resistido, não apresentaram diferenças significativas se comparadas entre si.

Pode-se concluir também que as variáveis da marcha dos indivíduos quando comparadas entre os grupos não são distintas em todos os comparativos. Dessa forma, quando praticantes de exercício resistido, o indivíduo obeso possui uma marcha aproximada à de indivíduos eutróficos, exceto na variável de velocidade de passada, onde o grupo obeso apresentou uma marcha mais lenta devido ao peso elevado.

Observou-se que no grupo obeso, quando comparados os indivíduos com o padrão da marcha, a marcha apresenta maiores fases de apoio duplo e menores fases de balanço. Chegando a conclusão de que o maior peso influencia na diminuição da velocidade do ciclo da marcha, também havendo correlação entre o índice de massa corporal e o tempo de passada.

Contudo, sugere-se que além da análise cinemática da marcha, sejam realizados estudos relacionados com a cinética da mesma e que contenham uma amostra

maior de indivíduos. Com isso poderá se obter um possível padrão na marcha dessa população. Além de que, esses estudos possibilitarão proporcionar melhores condições de treinamento e uma melhor qualidade de vida para esses indivíduos, por meio de suas especificidades.

REFERÊNCIAS:

ABREU, S.S.E; CALDAS, CP. **Velocidade de marcha, equilíbrio e idade: um estudo correlacional entre idosas praticantes e idosas não praticantes de um programa de exercícios terapêuticos.** In. Revista Brasileira de Fisioterapia. Rio de Janeiro- RJ, 2008.

ANDRADE, L. M. **Análise de marcha: protocolo experimental a partir de variáveis cinemáticas e antropométricas.** 2002. Campinas, São Paulo. Disponível em <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000266949&fd=y>>

FERREIRA, S. et al. **Aspectos Etiológicos e o Papel do Exercício Físico na Prevenção e Controle da Obesidade.** 2006. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais. Disponível em <<http://www.luzimarteixeira.com.br/wp-content/uploads/2009/09/exercicio-na-prevencao-e-controle-da-obesidade1.pdf>>

FIATARONE, M. A. et al. **Exercise training and nutrition supplementation for physical frailty in very elderly people.** N Engl J Med, 330:1769-75,1994.

GREVE, J. M. D. **Medicina de reabilitação aplicada à ortopedia e traumatologia.** 2ª ed. São Paulo: Roca, 2009.

HEALTH. National Center for Biotechnology Information. **The Surgeon General's Call To Action To Prevent and Decrease Overweight and Obesity.** 2001. Disponível em <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK44210/#A13>>

HUE, O. et al. **Body weight is a strong predictor of postural stability.** Gait Posture 2007; 26 : 32–8.

KRAEMER, W. J. et al. Medicine & Science in Sports & Exercise. **Influence of exercise training on physiological and performance changes with weight loss in men.** 1999. Disponível em <http://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/1999/09000/Influence_of_exercise_training_on_physiological.14.aspx>

MANN, L. et al. **Influência dos sistemas sensoriais na manutenção do equilíbrio em gestantes.** 2008.

PERRY J. **Análise da Marcha.** Volume 1: Marcha Normal. São Paulo: Manoele, 2005.

PRETKIEWICZ-ABACJEW, E. **The kinematics of gait of overweight and obese six-year-old children.** Gait & Posture, P015 - Sep 2008.

ROSE J.; GAMBLE J. **Marcha teoria e prática da locomoção humana.** 3a ed. São Paulo: Guanabara-Koogan; 2007.

SABIA, R. V.; SANTOS, J. E.; RIBEIRO, R. P. P. **Efeito da atividade física associada à orientação alimentar em adolescentes obesos: comparação entre o exercício aeróbio e anaeróbio.** 2004. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, Rio de Janeiro. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rbme/v10n5/v10n5a02.pdf>>

SILVA, T. C. D. Análise de marcha em mulheres obesas e sua relação com índice de massa corporal. 2009. Disponível em <http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/4100/1/2009_TaniaCristinaDiasdaSilva.pdf>

TEASDALE N. et al. **Reducing weight increases postural stability in obese and morbid obese men.** Int J Obes (Lond) 2007; 31: 153–60.

WEARING, S.C.; HENNING, E. M. "The biomechanics of restricted movement in adult obesity." Obes Rev. 7(1): 13-24.2006.

WHO. World Health Organization. **Obesity and Overweight.**2015. Disponível em <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>>.

WINTER A. D. **The biomechanics and motor control of human gait: normal, elderly and pathological.** Second edition. Waterloo, 1991.