

## CONSUMO DE OXIGÊNIO ESTIMADO EM AMPUTADOS UNILATERAIS DE MEMBROS INFERIORES

**Elisabete Antunes San Martín**  
**Paloma de Borba Schneiders**

Acadêmicas do curso de fisioterapia da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), Brasil.

**Tatiana Lasch de Souza**  
**Ana Paula Dattein Peiter**

Fisioterapeutas pela Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), Brasil.

**Cássia da Luz Goulart**

Doutoranda da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR), Brasil.

**Andréa Lúcia Gonçalves da Silva**

Pós-doutoranda na University of Illinois at Chicago; Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), Brasil.

**Angela Cristina Ferreira da Silva**

Coordenadora do Departamento de Educação Física e Saúde da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), Brasil.

**RESUMO:** A amputação do membro inferior (MI) além de alterações anatômicas pode influenciar no gasto energético elevando o consumo de oxigênio ( $VO_2$ ). Desta forma, objetivou-se estimar o  $VO_2$  de amputados unilaterais de MI e identificar as características clínicas que o influenciam. Trata-se de um estudo transversal que verificou a capacidade funcional e estimou o  $VO_2$  por meio do questionário *Duke Activity Status Index (DASI)*. Foram avaliados 28 amputados de MI (50% traumáticos e 50% não traumáticos; idade  $54,1 \pm 19,1$  anos) em nível transfemural (75%) e transtibial (25%), com predominância de obesos (42,9%) e sexo masculino (78,6%). O escore total do DASI foi  $16,7(2,7-36,7)$  pontos e o  $VO_2$  estimado  $17,2 \pm 4,6$  mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> caracterizando-os com capacidade funcional comprometida e  $VO_2$  muito fraco. Encontramos correlações entre o  $VO_2$  estimado e a idade ( $r = -0,516$ ;  $p = 0,005$ ) da amostra total, e quando analisados por nível de amputação transfemural ( $r = -0,577$ ;  $p = 0,006$ ). Amputados de MI unilateral apresentaram diminuída capacidade funcional e  $VO_2$  estimado muito fraco. A idade, obesidade, nível transfemural e a causa não traumática da amputação influenciaram diretamente o baixo  $VO_2$  estimado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Amputação; Consumo de oxigênio; Membro inferior; Atividade cotidiana.

## ESTIMATE CONSUMPTION OF OXYGEN IN PEOPLE WITH UNILATERAL AMPUTATION OF THE LOWER LIMBS

**ABSTRACT:** Besides anatomical alterations, the amputation of a lower limb (LL) affects energy expenditure and increases oxygen consumption ( $VO_2$ ). The  $VO_2$  of LL-amputated people is estimated and the clinical characteristics affecting it are identified. Current transversal study verified the functional capacity and calculated  $VO_2$  by the questionnaire *Duke Activity Status Index (DASI)*. Twenty-eight LL-amputated people were evaluated: 50% traumatic cases and 50% non-traumatic cases; age  $54.1 \pm 19.1$  years) at transfemur (75%) and transtibia (25%) level, predominantly obese (42.9%) and males (78.6%). Total DASI score was  $16.7(2.7-36.7)$  and  $VO_2$  was estimated at  $17.2 \pm 4.6$  mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>. Functional capacity was compromised and  $VO_2$  extremely weak. There was a co-relationship between estimated  $VO_2$  and age ( $r = -0.516$ ;  $p = 0.005$ ) of total sample and when analyzed by transfemur amputation level ( $r = -0.577$ ;  $p = 0.006$ ). Unilateral LL-amputated people had decreased functional capacity and very weak  $VO_2$ . Age, obesity, transfemur level and non-traumatic cause affected directly low estimated  $VO_2$ .

**KEY WORDS:** Amputation; Oxygen consumption; Lower limbs; Daily activities.

**Autor correspondente:**  
Paloma de Borba Schneiders  
pb-schneiders@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

A amputação está relacionada à retirada de parte do corpo com a intenção de proporcionar alívio nos sintomas, melhorar e/ou preservar funções motoras e da qualidade de vida do sujeito que necessita deste procedimento<sup>1</sup>. As principais causas de amputação são as complicações do *diabetes mellitus* (DM), doenças vasculares, somando mais de 50% das amputações não traumáticas, sendo estas mais frequentes em homens entre 50 e 70 anos, acometendo predominantemente os membros inferiores<sup>2,3</sup>. Em contrapartida, os acidentes de trânsito são responsáveis por cerca de 60% das causas traumáticas de amputação<sup>4</sup>.

Além das alterações anatômicas, a amputação leva a redução de força e funcionalidade, mudanças de esquema corporal, disfunções de marcha, coordenação, equilíbrio e de aspectos psicossociais<sup>3</sup> que podem influenciar no gasto energético ocasionando elevação do consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) especialmente nos amputados transfemorais de causa traumática<sup>5</sup>. Quanto mais proximal o nível da amputação maior será o gasto energético. Adicionalmente, o mesmo também depende do tipo de prótese utilizada uma vez que a evolução tecnológica protética objetiva reduzir o consumo de energia e aumentar a mobilidade dos amputados protetizados<sup>6</sup>.

Frequentemente, o  $VO_2$  é avaliado com dispositivos sofisticados, por meio da análise de gases exalados, durante testes de capacidade de exercício<sup>5,7,8</sup>. Entretanto, as alterações biomecânicas e decorrentes da amputação<sup>3</sup> podem dificultar a execução desta análise e o uso de mensurações indiretas e menos estressoras são de extrema importância<sup>9-11</sup>. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi estimar indiretamente o  $VO_2$  de amputados unilaterais de membros inferiores bem como identificar as características clínicas que influenciam no  $VO_2$  destes indivíduos.

## METODOLOGIA

Estudo de delineamento transversal, com amostragem de conveniência composta por 28 pacientes com amputação traumática e não traumática do Serviço de Reabilitação Física, triados na Clínica de Fisioterapia

da Universidade de Santa Cruz do Sul, cidade de Santa Cruz do Sul – RS. Este estudo foi devidamente aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Santa Cruz do Sul com protocolo nº 1.361.054. Foram incluídos no estudo indivíduos adultos, de ambos os sexos, com nível de amputação unilateral transfemural e trans-tibial, protetizados e não protetizados. Foram excluídos os indivíduos amputados com déficit cognitivo e/ou alterações neurológicas, verificados por meio da capacidade de responder ao questionário e aqueles com amputações bilaterais ou de membros superiores.

As variáveis analisadas neste estudo foram relacionadas às características clínicas, nível de amputação e capacidade funcional percebida por meio do questionário *Duke Activity Status Index* (DASI)<sup>12,13</sup>. O questionário DASI tem por finalidade verificar o desempenho do sujeito para a realização de 12 itens que avaliam atividades diárias como higiene pessoal, locomoção, tarefas domésticas, função sexual e recreação, apresentando com os respectivos custos metabólicos. Cada item tem um peso específico com base no custo metabólico (MET) e sua pontuação final varia entre 0-58,2 pontos, sendo que valores mais baixos indicam maior limitação nas atividades de vida diárias (AVDs). Portanto, quanto maior a pontuação, melhor a capacidade funcional. Posteriormente o  $VO_2$  ( $mL.Kg^{-1}.min^{-1}$ ) é estimado por meio da seguinte equação de regressão linear múltipla:  $VO_2 = 0,43 \times DASI + 9,6$ , de acordo com o nível de atividade física descrito pelo paciente ao responder o questionário<sup>12,13</sup>, sendo classificados conforme Cooper (1982)<sup>14</sup> podendo variar entre muito fraca e superior aptidão física.

Os dados foram inseridos e analisados no programa estatístico SPSS® (versão 20,0). De acordo com a natureza da distribuição das variáveis utilizaram-se as medidas de tendência central e de dispersão para apresentação dos resultados: frequência, média e desvio-padrão (paramétricas) ou mediana com intervalo mínimo e máximo (não paramétricas). Foi utilizado teste T de *Student* para as variáveis paramétricas e *Mann-Whitney* para não paramétricas, as associações entre as variáveis foram avaliadas com os coeficientes de Correlação de *Spearman*. Para análise de proporções das variáveis categóricas utilizou-se o teste de *Qui-quadrado*. Foi considerado significativo um  $p \leq 0,05$ .

As análises foram realizadas como amostra total e posteriormente com estratificação dos indivíduos em grupos, sendo estes por motivo de amputação em grupo traumático (GT) e grupo não traumático (GNT) e conforme o nível de amputação em grupo transtibial (GTT) e grupo transfemural (GTF) respectivamente.

**RESULTADOS**

As características clínicas dos amputados unilaterais de membro inferior estão descritas na Tabela 1. Observa-se que por meio do resultado do DASI os indivíduos avaliados possuem um VO<sub>2</sub> estimado baixo, classificado como muito fraco.

**Tabela 1.** Características clínicas dos amputados (Continua)

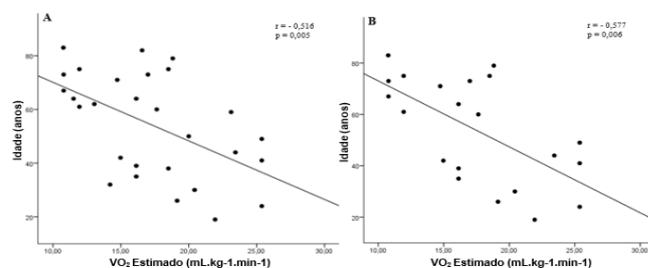
Variáveis	Amputados (n=28)
Sexo masculino, n (%)	22 (78,6)
Sexo Feminino, n (%)f	06 (21,4)
Idade (anos)	54,1 ± 19,1
IMC (kg/m <sup>2</sup> )*	29 ± 6,1
<b>Classificação IMC<sup>#</sup>, n (%)</b>	
Normal	10 (35,7)
Sobrepeso	06 (21,4)
Obesidade	12 (42,9)
Tempo de amputação (meses)	40 (18 – 216)
<b>Motivo da amputação, n (%)</b>	
Traumático	14 (50,0)
Não traumático	14 (50,0)
<b>Nível da amputação, n (%)</b>	
Transtibial	07 (25,0)
Transfemural	21 (75,0)
<b>Altura da amputação, n (%)</b>	
Proximal	01 (3,6)
Medial	18 (64,3)
Distal,	09 (32,1)

(Conclusão)

Variáveis	Amputados (n=28)
<b>Protetização, n (%)</b>	
Protetizado	25 (89,3)
Não protetizado	03 (10,7)
<b>Presença de comorbidades, n (%)</b>	
HAS	05 (17,9)
Diabetes	06 (21,4)
HAS e diabetes	04 (14,3)
<b>DASI</b>	
Score total	16,7 (2,7 – 36,7)
VO <sub>2</sub> estimado (mL.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	17,2 ± 4,6
<b>Classificação do VO<sub>2</sub>, n (%)</b>	
Muito fraca	28 (100)

Dados expressos em frequência, mediana, média ± desvio-padrão e intervalo interquartil; %: porcentagem; \*IMC: Índice de Massa Corporal, segundo Deé, Lelovics 2012<sup>15</sup>; HAS: Hipertensão Arterial Sistêmica; DASI: Duke Activity Status Index for Cardiovascular Diseases; VO<sub>2</sub>: consumo de oxigênio; mL: mililitros; kg: quilogramas; min: minutos; <sup>#</sup>Classificação do VO<sub>2</sub>, segundo Cooper 1982<sup>14</sup>; Classificação do IMC, segundo WHO 2000<sup>16</sup>

No presente estudo, foram observadas correlações entre o VO<sub>2</sub> estimado e a idade (r= - 0,516; p=0,005) da amostra como um todo, bem como entre o VO<sub>2</sub> estimado e a idade (r= - 0,577; p=0,006) quando analisados por nível de amputação (Figura 1).



**Figura 1.** Relação entre o VO<sub>2</sub> Estimado e a Idade dos amputados. A. Correlação entre o Consumo de oxigênio estimado (VO<sub>2</sub> estimado) e Idade (anos) dos 28 amputados avaliados. B. Correlação entre o VO<sub>2</sub> estimado e a Idade (anos) dos amputados transfemorais (n=21) avaliados. Utilizou-se teste de Correlação de Spearman (p<0,05); mL: mililitros; kg: quilogramas; min: minutos

Na Tabela 2 estão descritos os resultados obtidos após a estratificação dos indivíduos por motivo de amputação em grupo traumático (GT) e grupo não traumático (GNT) onde se observou que o GNT apresentou idade mais avançada e menor  $VO_2$  estimado quando comparados ao GT.

**Tabela 2.** Características clínicas dos amputados estratificados em GT e GNT

(Continua)

Variáveis	AMPUTADOS (n=28)		p
	GT (n=14)	GNT (n=14)	
Sexo masculino, n (%) <sup>a</sup>	13 (92,9)	09 (64,3)	0,394
Sexo feminino, n (%) <sup>a</sup>	01 (7,1)	05 (35,7)	0,102
Idade (anos) <sup>m</sup>	44,1 ± 18,6	64,2 ± 14,2	0,004
IMC (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>*m</sup>	27,0 ± 4,8	30,9 ± 6,8	0,092
Classificação IMC <sup>#</sup> , n(%)			
Normal <sup>a</sup>	06 (42,9)	04 (28,6)	0,527
Sobrepeso <sup>a</sup>	02 (14,3)	04 (28,6)	0,414
Obesidade <sup>a</sup>	06 (42,9)	06 (42,9)	1,000
Tempo de amputação (meses) <sup>#</sup>	49 (24 – 216)	30 (18 – 120)	0,295
Nível da amputação, n (%)			
Transtibial <sup>a</sup>	02 (14,3)	05 (35,7)	0,257
Transfemural <sup>a</sup>	12 (85,7)	09 (64,3)	0,513
Altura da amputação, n (%)			
Proximal <sup>a</sup>	01 (7,1)	-	-
Medial <sup>a</sup>	08 (57,1)	10 (71,4)	0,637
Distal <sup>a</sup>	05 (35,7)	04 (28,6)	0,739
Protetização, n (%)			
Protetizado <sup>a</sup>	14 (100,0)	11 (78,6)	0,549
Não protetizado <sup>a</sup>	-	03 (21,4)	-
Presença de comorbidades, n (%)			
HAS <sup>a</sup>	02 (14,3)	03 (21,4)	0,655
Diabetes <sup>a</sup>	-	06 (42,9)	-
HAS e diabetes <sup>a</sup>	01 (7,1)	03 (21,4)	0,317

(Conclusão)

Variáveis	AMPUTADOS (n=28)		p
	GT (n=14)	GNT (n=14)	
DASI			
Escore total <sup>#</sup>	23,2 (2,7 – 36,7)	11,3 (2,7 – 31,4)	0,009
$VO_2$ estimado (mL.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> ) <sup>m</sup>	19,6 ± 4,4	14,9 ± 3,6	0,006
Classificação do $VO_2$			
Muito fraca, n (%) <sup>a</sup>	14 (100,0)	14 (100,0)	1,000

\*Dados expressos em frequência, mediana, média ± desvio-padrão e intervalo interquartil; <sup>a</sup>Qui-quadrado; <sup>m</sup>teste t de Student independente; <sup>#</sup>Mann-Whitney U; %: porcentagem; \*IMC: Índice de Massa Corporal, segundo Deé; Lelovics, 2012;<sup>15</sup> HAS: Hipertensão Arterial Sistêmica; DASI: Duke Activity Status Index for Cardiovascular Diseases;  $VO_2$ : consumo de oxigênio; mL: mililitros; kg: quilogramas; min: minutos; <sup>#</sup>Classificação IMC, segundo OMS, 2000.<sup>16</sup>

Também realizamos as análises com os indivíduos estratificados conforme o nível de amputação em grupo transtibial (GTT) e grupo transfemural (GTF). Apesar de não encontrar diferença significativa para o  $VO_2$  estimado entre os grupos [GTT 16,7 ± 4,1 vs GTF 17,4 ± 4,8 (mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>), p=0,704], nós encontramos que GTF é composto por um maior número de indivíduos do sexo masculino [GTT, n=05(71%) vs GTF, n=17(81%), p=0,011] e causa de amputação predominantemente traumática [GTT, n=02(29%) vs GTF, n=09(43%), p=0,008] quando comparado a GTT.

## DISCUSSÃO

Dentre os principais achados deste estudo destacam-se um  $VO_2$  estimado muito fraco e associações entre o  $VO_2$  estimado e a idade dos indivíduos amputados no grupo avaliado como um todo e no grupo de amputados transfemorais. Sabe-se que com o envelhecimento há a redução significativa na capacidade aeróbia, o que reflete em menor capacidade do corpo em transportar oxigênio para os tecidos e pode ser considerado um fator de risco independente para mortalidade cardiovascular<sup>17,18,19</sup>.

No presente estudo também foi observada a presença de comorbidades em 53,6% dos amputados,

com maior frequência no GNT (85,7%) quando comparado ao GT (21,4%), e maior frequência de DM. Evidência demonstra que o DM promove a redução do  $VO_2$ , além de resultar em diminuição da capacidade cardiorrespiratória e da tolerância ao exercício<sup>18,20</sup>. Isso ocorre pela insuficiência e/ou utilização incorreta da insulina, o que pode acarretar em uma série de distúrbios relacionados à síntese da glicose ingerida dos alimentos, prejudicando sua utilização como energia pelo nosso organismo<sup>19,21</sup>. Cabe salientar, que para promoção da qualidade do  $VO_2$  vem sendo estudado experimentalmente o uso de próteses<sup>22</sup>.

Outro fator relevante e que pode ter contribuído para um  $VO_2$  estimado fraco foi o excesso de peso encontrado nos indivíduos deste estudo. O excesso de peso pode provocar a uma diminuição da capacidade de trabalho físico e da eficiência cardíaca, bem como do  $VO_2$ <sup>23</sup>. Em adultos jovens, aqueles com valores de  $VO_2$  baixo apresentam maiores valores de IMC bem como altos valores de pressão arterial sistólica, classificando-os com elevado risco cardiovascular, quando comparados aos que apresentaram altos valores de  $VO_2$  e baixos valores de IMC<sup>24</sup>.

Ao estratificar os indivíduos amputados, por motivo de amputação, encontramos maior  $VO_2$  estimado e melhor capacidade funcional (Tabela 2) no GT em comparação com o GNT. Amputações por causas vasculares provocam maior gasto energético quando comparadas às causas traumáticas, pelas doenças de base<sup>25-28</sup>. Isto faz sentido, haja vista que 76% do GNT apresentavam *diabetes mellitus* como doença de base coexistindo com as consequências da amputação, em comparação a um único sujeito amputado (7%) do GT. Ressaltamos ainda que os amputados do GT eram significativamente mais jovens que GNT, contribuindo para melhor capacidade funcional.

Alguns fatores limitantes do presente estudo devem ser destacados como o fato dos amputados aqui estudados serem beneficiários do Sistema Único de Saúde (SUS), o qual dispensa próteses tecnologicamente menos favorecidas, bem como não dispensa liner o que dificulta o encaixe da prótese, quando comparadas a serviços não públicos. Desta forma, as próteses utilizadas pelos indivíduos deste estudo não permitem a esses amputados algumas atividades, do tipo correr ou movimentar-se muito, fator este que implica nessa redução do nível de atividade

física desse grupo. Cabe ressaltar que este estudo também apresenta como limitações o número amostral, bem como a realização por método de conveniência.

Portanto, destaca-se como implicação clínica do estudo a importância de elaboração de próteses que favoreçam o gasto energético de amputados, proporcionando, desta forma, aumento da capacidade funcional e desempenho nas AVDs. Adicionalmente, o estudo contribui para o reconhecimento de que estratégias de prevenção da amputação bem como o tratamento precoce para os casos não traumáticos são de extrema relevância para o crescimento de sobrevida.

## CONCLUSÃO

Diante do exposto, é possível inferir que os amputados de membro inferior unilateral apresentaram diminuída capacidade funcional e  $VO_2$  estimado muito fraco. A idade, a obesidade, o nível transfemural e a causa não traumática da amputação influenciaram diretamente o baixo  $VO_2$  estimado.

## REFERÊNCIAS

1. Marques AMFB, Vargas MAO, Schoelle SD, Kinoshita EY, Ramos FRS, Trombetta AP. O cuidado à saúde à pessoa com amputação: análise na perspectiva da bioética. *Texto Contexto Enferm.* 2014;23(4): 898-906.
2. Humphries MD, Brunson A, Hedayati N, Romano P, Melnkow JAL. Amputation risk in patients with diabetes mellitus and peripheral artery disease using State-wide data. *Ann Vasc Surg.* 2016;30: 1-9.
3. Knežević A, Salamon T, Milankov M, Ninković S, Jeremić Knežević M, Tomašević Todorović S. Assessment of quality of life in patients after lower limb amputation. *Med Pregl.* 2015;68(3): 103-108.
4. Omoke NI, Chukwu CO, Madubueze CC, Egwu AN. Traumatic extremity amputation in a Nigerian setting: patterns and challenges of care. *Int Orthop.* 2012;36(3): 613-618.
5. Garcia MMN, Lima JRP, Costa Junior JD, Freire HAOL, Mazilão JP, Vicente EJD. Energy expenditure and cardiovascular response to traumatic lower limb amputees' gait. *Fisioter. Mov.* 2015;28(2): 259-268.

6. Bona RL, Tartaruga LAP. Comparação do consumo energético e de aspectos mecânicos da caminhada de amputados transfemorais que utilizam prótese com microprocessador ou convencional: uma revisão. *Pensar a prática*. 2011;14(1): 1-14.
7. Starholm IM, Mirtaheeri P, Kapetanovic N, Versto T, Skyttemyr G, Westby FT et al. Energy expenditure of transfemoral amputees during floor and treadmill walking with different speeds. *POI*. 2016;40(3): 336-342.
8. Stauffer S. Estimated Maximal Oxygen Consumption of Transfemoral Amputees Utilizing the Ebbeling Treadmill Test. Senior Honors Theses. 2016; 1-28.
9. Tang WHW, Topol EJ, Fan Y, Wu Y, Cho L, Steveson C et al. Prognostic value of estimated functional capacity incremental to cardiac biomarkers in stable cardiac patients. *J Am Heart Assoc*. 2014;3(5):000960.
10. Grodin JL, Hammadah M, Fan Y, Hanzen SL, Tang WH. Prognostic Value of Estimating Functional Capacity Using the Duke Activity Status Index in Stable Patients with Chronic Heart Failure. *J CardFail*. 2015;21(1): 44-50.
11. Wijesundera DN, Pearse RM, Shulman MA, Abbott TEF, Torres E, Croal BL et al. Measurement of Exercise Tolerance before Surgery (METS) study: a protocol for an international multicentre prospective cohort study of cardiopulmonary exercise testing prior to major non-cardiac surgery. *BMJ Open*. 2016;6(3): 010359.
12. Coutinho-Myrrha MA, Dias RC, Fernandes AA, Araújo CG, Hlatky MA, Pereira DG et al. Duke Activity Status Index em doenças cardiovasculares: validação de tradução em português. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2014;102(4): 383-90.
13. Tavares LA, Barreto Neto J, Jardim JR, Souza GMC, Hlatky MA, Nascimento OA. Adaptação cultural e avaliação da reprodutibilidade do Duke Activity Status Index para pacientes com DPOC no Brasil. *J. bras pneumol*. 2012;38(6): 684-92.
14. Cooper KH. *The aerobics way*. Bantam Books 1982.
15. Deé K, Lelovics Z. Correct determination of body mass index in people with lower limb amputation. *Advanced Research in Scientific Areas*. 2012; 7(3): 2133-37.
16. World Health Organization - WHO. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a World Health Organization Consultation. Geneva: World Health Organization. WHO. 2000. p. 256.
17. Carvalho Filho ET. Fisiologia do envelhecimento. In: *Tratado de Gerontologia*, 2. ed., Atheneu. 2007.
18. Green S, Egaña M, Baldi JC, Lamberts R, Regensteiner JG. Cardiovascular control during exercise in type 2 diabetes mellitus. *Journal of Diabetes Research*. 2015;2015.
19. Maughan R, Gleeson M, Greenhaff PL. *Bioquímica do exercício e do treinamento*. Manole. 2000.
20. Parasoglou P, Rao S, Slade JM. Declining skeletal muscle function in diabetic peripheral neuropathy. *ClinTher*. 2017;39(6): 1085-1103.
21. Bona RL, Aldabe D, Ribeiro JL. Avaliação do gasto energético em pacientes amputados de membro inferior protetizados. *Arq Sanny Pesq Saúde*. 2008;1(2): 98-108.
22. Gardinier ES, Kelly BM, Wensman J, Gates DH. A controlled clinical trial of a clinically-tuned power edankle prosthesis in people with transtibial amputation. *Clinical rehabilitation*. 2018;32(3): 319-29.
23. Jong AT, Gallagher MJ, Sandberg KR, Lillystone MA, Spring T, Franklin BA et al. Peak oxygen consumption and the minute ventilation/carbon dioxide production relations slope in morbidly obese men and women: influence of subject effort and body mass index. *ASPC*. 2008;11(2): 100-105.
24. Fernandes RA, Codogno JS, Campos EZ, Rodrigues EQ, Sousa S, Balikian Júnior P et al. Consumo máximo de oxigênio e fatores de risco cardiovascular em adultos jovens. *RBAFS*. 2009;14(2): 96-103.
25. Czerniecki JM. Rehabilitation in limb efficiency. 1. Gait and motion analysis. *Arch Phys Med Rehabil*. 1996; 77(3): S3-S8.
26. Pinzur MS. Gait analysis in peripheral vascular insufficiency through-knee amputation. *J Rehabil Res Dev*. 1993;30(4): 388-92.
27. Waters RL, Perry J, Antonelli D, Hislop H. Energy cost of walking of amputees: the influence of level of amputation. *J Bone Joint Surg Am*. 1976; 58(1): 42-6.
28. Waters RL, Mukroy S. The energy expenditure of normal and pathological gait. *Gait Posture*. 1999;9(3): 207-31.

*Recebido em: 03/07/2018*

*Aceito em: 08/08/2018*