









Métodos de estimativa do gasto energético em amputados de membro inferior: uma revisão sistemática

Methods of estimating energy expenditure in lower limb amputees: a systematic review

 David Braga de Lima¹,  Poliana Piovezana²,  Franciele Cascaes da Silva³,  Beatriz Azevedo da Silva¹,  Guilherme Boese da Silva¹,  Diego Rodrigues Pimentel da Silva⁴,  Paulo José Barbosa Gutierrez Filho⁴,  Rudney da Silva¹

RESUMO

Objetivo: Identificar os métodos utilizados para determinar o gasto energético de pessoas com amputação de membro inferior. **Método:** Revisão sistemática, foram selecionadas as bases de dados MedLine (Medical Literature Analysis and Retrieval System on-line) via Pubmed, Web of Science, Scopus (Elsevier), PsycINFO - APA Psycnet (American Psychological Association) e SPORTDiscus. Foram incluídos estudos originais, observacionais, experimentais, que abordaram a temática do gasto energético em amputados de membro inferior, disponíveis na íntegra, nos idiomas inglês, português e espanhol. **Resultados:** Os estudos utilizaram principalmente a avaliação do consumo de oxigênio (VO₂) por meio do teste de Ergoespirometria e o Índice de Custo Fisiológico através da Frequência Cardíaca. No entanto, algumas pesquisas utilizaram a Escala Subjetiva de Percepção de Esforço, a Escala de aptidão autorreferida e um questionário relacionado a percepção da capacidade de andar. **Conclusão:** O VO₂ é a variável mais fidedigna para avaliação do consumo energético, contudo, testes com medidas diretas podem ser mais difíceis de aplicar, pelas alterações recorrentes à amputação, podendo comprometer o resultado, assim, o uso de variáveis que estimem o consumo energético por meio de medidas indiretas se torna uma alternativa válida, mas é necessário atentar-se no uso da Frequência Cardíaca em populações que utilizem algum tipo de medicamento que possa alterar ou comprometer o resultado.

Palavras-chave: Amputação, Extremidade Inferior, Metabolismo Energético, Equivalente Metabólico

ABSTRACT

Objective: The objective of the present study was to identify the methods used to determine energy consumption of people with lower limb amputation. **Methods:** Systematic review, MedLine (Medical Literature Analysis and Retrieval System online) databases were selected via Pubmed, Web of Science, Scopus (Elsevier), PsycINFO - APA Psycnet (American Psychological Association) and SPORTDiscus. Eligibility criteria: Original, observational, experimental studies, which addressed the topic of energy consumption in lower limb amputees, available in full, in English, Portuguese and Spanish. **Results:** The studies used mainly the assessment of oxygen consumption (VO₂) using the Ergospirometry test and the Physiological Cost Index through Heart Rate. However, some researches used the Subjective Scale of Perception of Effort, the Scale of self-reported fitness and a questionnaire related to the perception of the ability to walk. **Conclusion:** VO₂ is the most reliable variable for assessing energy consumption, however, tests with direct measures can be more difficult to apply, due to recurrent changes to amputation, which may compromise the result, thus the use of variables that estimate energy consumption through indirect measures it becomes a valid alternative, but it is necessary to pay attention to the use of heart rate in populations that use some type of medication that may alter or compromise the result.

Keywords: Amputation, Lower Extremity, Energy Metabolism, Metabolic Equivalent

¹ Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

² Instituto de Ensino Superior da Grande Florianópolis - IESGF

³ Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL

⁴ Universidade de Brasília - UnB

Correspondência

David Braga de Lima

E-mail: dbbraga13@gmail.com

Submetido: 02 Maio 2021

Aceito: 07 Abril 2022

Como citar

Lima DB, Piovezana P, Silva FC, Silva BA, Silva GB, Silva DRP, et al. Métodos de estimativa do gasto energético em amputados de membro inferior: uma revisão sistemática. *Acta Fisiatr.* 2022;29(1):129-139.



10.11606/issn.2317-0190.v29i2a181617



©2022 by Acta Fisiátrica

Este trabalho está licenciado com uma licença Creative Commons - Atribuição 4.0 Internacional

INTRODUÇÃO

As amputações de membros inferiores têm maior prevalência que as de membros superiores,¹ sendo que no Brasil correspondem a aproximadamente 85% de todas as amputações.² As causas prevaletentes estão associadas respectivamente às doenças crônicas, predominantemente relacionadas ao diabetes no países de alta renda e às causas traumáticas, predominantemente relacionada a acidentes no países de média e baixa renda.³⁻⁵ Causas congênitas de agenesia de membro ou de condições que exigem a retirada do membro também são relatadas, mas em números inferiores às causas traumáticas e por doenças.⁵⁻⁷

Apesar da carência de dados estatísticos consolidados, principalmente em países de média e baixa renda,⁵ estudo publicado no início dos anos 2000 apontou que a incidência de amputações no mundo variava de 2,8 a 43,9/100.000 habitantes/ano.⁸ Já no Brasil, estudo indicou incidência de 13,9/100.000 habitantes/ano.⁹ Dados governamentais do sistema público de saúde do Brasil, indicam que no período de setembro de 2019 a fevereiro de 2020 ocorreram 17.658 internações por amputação/desarticulação de membros inferiores, pé e tarso.¹⁰

Estudos apontam que as principais expectativas das pessoas com amputação de membro inferior (MMII), tanto como forma de reabilitação ou como forma de desenvolvimento esportivo ou lazer, estão relacionadas as chances de recuperar a habilidade de caminhar com uma prótese e de recuperar a capacidade funcional em relação às atividades de vida diária (AVD).¹¹⁻¹³ Neste sentido, pode-se destacar que a recuperação da mobilidade independente e da funcionalidade representam relevante contribuição para a melhoria da qualidade de vida e da condição física em geral, principalmente, no que respeita ao condicionamento físico e à capacidade aeróbica.¹⁴

Contudo, estudos desenvolvidos nas últimas três décadas têm demonstrado que a amputação de membro inferior impõe várias restrições que podem acarretar na adaptação ou na inadaptação às diversas condições potencialmente inerentes à amputação, como a diminuição ou ausência de força muscular, a falta de equilíbrio corporal, as dificuldades de marcha, e até mesmo o material protético, que resultam em desequilíbrios musculares que aumentam significativamente o gasto energético (GE) pessoas com amputações.¹⁵⁻²¹

Gaspar et al.²² apontam que o GE de pessoas amputadas é de aproximadamente 20% maior em pessoas amputadas e Martin et al.²³ revelam que quanto mais proximal o nível de amputação maior será o GE. O aumento do GE depende do maior esforço físico na realização da marcha pelo maior deslocamento do centro de gravidade e menor sinergia de músculos agonistas e antagonistas,^{17,18,24} determinando assim a relevância da avaliação do GE e seus fatores intervenientes em pessoas com amputações.

A avaliação das variáveis que determinam o consumo energético e afetam o GE buscam identificar as demandas metabólicas e frequentemente são determinadas pelo percentual da capacidade respiratória máxima (VO₂máx), ou da frequência cardíaca máxima (FCmáx), ou do equivalente metabólico (MET), ou ainda dos índices subjetivos de esforço (ESF).^{25,26} Dessa maneira, é possível observar que a ergoespirometria é frequentemente utilizada para a

mensuração do VO₂ durante um teste de capacidade aeróbica.²⁷ Contudo, alguns fatores como os altos custos econômicos, as limitações biomecânicas e as próprias condições inerentes à amputação, como a condição do coto ou a qualidade da prótese, podem dificultar a mensuração desta variável pela ergoespirometria.

A avaliação do consumo energético pode ser realizada a partir de métodos diretos ou indiretos, contudo, alguns fatores são levados em consideração, como o custo, aplicação, as limitações biomecânicas e as próprias condições inerentes à amputação.²³ Entretanto, outras variáveis precisam ser observadas, como por exemplo, o equilíbrio e a estabilidade, pois esses influenciam na eficiência da marcha, na economia da marcha e no aumento do consumo energético em pessoas com amputações, revelando assim também a importância do teste de equilíbrio nestes indivíduos²⁸ ou as diferentes medidas de velocidades de deslocamento, como a velocidade auto selecionada ou a velocidade de pico.²¹

Além disto, deve-se destacar a relevância da composição corporal em relação à capacidade aeróbica, pois segundo Silva et al.²⁹ é possível observar uma correlação entre o VO₂máx e o índice de massa corporal (IMC) que indicam certa oscilação, isto é, indivíduos com IMC mais alto tendem a apresentar um VO₂ mais baixo. Sendo assim, é necessário entender a importância do conhecimento das demandas energéticas desses indivíduos e, em como essas podem garantir melhores respostas no treinamento, sobretudo, a diminuição dos riscos de doenças crônicas.³⁰

Desse modo, obter uma melhor compreensão das demandas energéticas em pessoas com amputações, poderá não somente auxiliar no desenvolvimento de diretrizes para atividade física em busca de melhores respostas ao treinamento, mas também em contribuir para diminuição do desenvolvimento de doenças crônicas.³⁰ Principalmente porque, ao fornecer evidências científicas sobre os fatores que influenciam a determinação do consumo energético e os métodos de mensuração do gasto energético em pessoas com amputação, ainda é relatada pela literatura especializada uma carência na produção científica nessa área^{31,32} e este conhecimento da economia metabólica (ou de sua ausência) torna-se imprescindível para o desenvolvimento e orientação de programas de reabilitação e prescrição de próteses para indivíduos com amputações.

OBJETIVO

Identificar os métodos utilizados para determinar o gasto energético de pessoas com amputação de membro inferior por meio de uma revisão sistemática.

MÉTODOS

Esta revisão sistemática foi registrada sob o número CRD42020167192 no *International Prospective Register of Systematic Reviews* – PROSPERO e segue as recomendações propostas pela *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-analyses: The PRISMA Statement*.³³

Critérios de elegibilidade

Os critérios de elegibilidade adotados para esse estudo, incluíam artigos que possuíam como população alvo pessoas com diferentes níveis de amputação de membro inferior, uni

ou bilateral, de ambos os sexos, com idade entre 18 e 59 anos e que utilizem ou não prótese.

Foram incluídos estudos originais, observacionais e experimentais que abordam a temática do consumo energético em amputados de membro inferior, indexados nas bases de dados selecionadas previamente, disponíveis na íntegra no meio online, nos idiomas inglês, português e espanhol. Foram excluídos artigos secundários, que investigaram o consumo energético relacionado as variáveis biomecânicas, e o consumo energético da população em geral, idosos e de indivíduos amputados de membros superiores, assim como aqueles que avaliaram sujeitos com idade menor de 18 anos.

Estratégia de busca

Foram selecionadas as bases de dados eletrônicas MedLine (Medical Literature Analysis and Retrieval System on-line) via PubMed, Web of Science, Scopus (Elsevier), PsycINFO - APA Psycnet (American Psychological Association) e SPORTDiscus. A estratégia de busca incluiu os descritores propostos no Medical Subject Headings (MeSH) referentes ao metabolismo energético: "Energy Metabolism"[Mesh] OR "Energy Metabolisms" OR "Metabolism, Energy" OR "Metabolisms, Energy" OR "Energy Expenditure" OR "Energy Expenditures" OR "Expenditure, Energy" OR "Expenditures, Energy" OR "Bioenergetics" OR "Bioenergetic" OR "Metabolic cost" OR "Energy cost" OR "Metabolism"[Mesh] "à amputação de membro inferior" ("Lower Extremity"[Mesh]) AND "Amputation"[Mesh] OR "Syme amputation" OR "above ankle amputation" OR "transtibial amputation" OR "knee-exarticulation" OR "knee exarticulation" OR "knee disarticulation" OR "knee-disarticulation" OR "above knee amputation" OR "transfemoral amputation" OR "hip exarticulation" OR "hip-exarticulation" OR "hip disarticulation" OR "hip-disarticulation" OR "Syme amputee" OR "above ankle amputee" OR "transtibial amputee" OR "above knee amputee" OR "transfemoral amputee" OR "lower extremity amputation" OR "lower extremity amputee" OR "lower limb amputation" OR "lower limb amputee" OR "leg amputation" OR "below-knee amputation" OR "below knee amputation" OR "Lower extremity amputee" OR "lower limb amputee" OR "leg amputee" OR "below-knee-amputee" OR "below knee amputee" OR "lower limb prosthesis"[tw] OR "leg prosthesis" OR "artificial leg"). Todas as estratégias de busca foram desenvolvidas no mês de janeiro de 2020.

Buscas

Os títulos e resumos identificados pela estratégia de busca foram inicialmente avaliados por dois autores, de forma independente, primeiramente foram excluídos os artigos que demonstraram duplicidade, após foram analisados primeiramente pelo título e posteriormente pelo resumo e, em seguida, foi realizada a leitura dos artigos na íntegra, também de forma independente entre os dois autores, que realizaram suas seleções de acordo com os critérios de elegibilidade pré-estabelecidos.

Os estudos que não se encontravam de acordo com os critérios adotados foram excluídos. Na existência de discordâncias entre os autores, estas seriam resolvidas por consenso norteado por uma escala Likert de cinco pontos: a) sem condição de ser aceitável (1 ponto); b) com muito pouca

condição para ser aceitável (2 pontos); c) com pouca condição para ser aceitável (3 pontos); d) sob condição de ser aceitável (4 pontos); e e) com condições suficientes para ser aceitável (5 pontos).³⁴ Contudo, não houve discordâncias entre os autores. Ainda, faz-se necessário mencionar que toda a estratégia de triagem dos artigos foi feita a partir de um aplicativo da Web chamado Rayaan, totalmente gratuito e desenvolvido pelo QCRI (Qatar Computing Research Institute).³⁵

Seleção dos estudos e extração dos dados

Nesta segunda fase, os revisores avaliaram independentemente os artigos completos e fizeram suas seleções, de acordo com os critérios de elegibilidade pré-especificados. Foram extraídas informações das características dos participantes dos estudos, como, primeiro autor, ano de publicação, local do estudo, amostra, sexo, média de idade (anos), estatura (cm), massa corporal (kg), nível de amputação, tempo de amputação (anos). Ainda foram apresentadas as características dos estudos como, primeiro autor, ano de publicação, título do estudo, tipo de estudo, métodos, medidas, velocidade e os principais resultados apresentados pelos estudos relativos ao consumo energético em pessoas com amputação de membro inferior.

Avaliação da qualidade metodológica

A qualidade metodológica dos estudos incluídos nesta revisão foi avaliada de forma independente por dois revisores (DBL; PP). A qualidade metodológica dos artigos caracterizados como observacionais foram avaliados a partir de um instrumento desenvolvido por Da Silva et al.³⁶ baseado na escala Newcastle-Ottawa (NOS), composta pelos seguintes cinco itens: 1) Questão clara, focada e apropriada; 2) Critérios de inclusão e exclusão utilizados na seleção dos participantes; 3) Desfechos avaliados de forma válida e padronizada; 4) Perdas e exclusões; 5) Resultados claramente apresentados e discutidos.

Desse modo será atribuído um ponto (1) para cada critério atribuído e zero ponto (0) será atribuído à ausência de indicadores, sendo assim, para essa escala adotou-se as seguintes faixas de pontuação: escore de 4-5 considerou-se como de alta qualidade; 2-3: média qualidade; e 0-1: baixa qualidade.³⁶ Para avaliação da qualidade metodológica dos artigos caracterizados como ensaios clínicos randomizados incluídos foi avaliada através da escala PEDro, que se baseia na lista de Delphi, desenvolvida por Verhagen,³⁷ composta pelos seguintes cinco itens: 1) Os critérios de elegibilidade foram especificados; 2) Os sujeitos foram aleatoriamente distribuídos por grupos (num estudo crossover, os sujeitos foram colocados em grupos de forma aleatória de acordo com o tratamento recebido); 3) A distribuição dos sujeitos foi cega; 4) inicialmente, os grupos eram semelhantes no que diz respeito aos indicadores de prognóstico mais importantes; 5) Todos os sujeitos participaram de forma cega no estudo; 6) Todos os fisioterapeutas que administraram a terapia fizeram-no de forma cega. 7) Todos os avaliadores que mediram pelo menos um resultado-chave, fizeram-no de forma cega; 8) Medições de pelo menos um resultado-chave foram obtidas em mais de 85% dos sujeitos inicialmente distribuídos pelos grupos; 9) Todos os sujeitos a partir dos quais se apresentaram medições de resultados receberam o tratamento ou a condição de controle

conforme a distribuição ou, quando não foi esse o caso, fez-se a análise dos dados para pelo menos um dos resultados-chave por “intenção de tratamento”; 10) Os resultados das comparações estatísticas intergrupos foram descritos para pelo menos um resultado-chave; e 11) O estudo apresenta tanto medidas de precisão como medidas de variabilidade para pelo menos um resultado-chave. Sendo assim, para a escala PEDro considerou-se as seguintes faixas de pontuação: escore de 6-10: considerou-se como de alta qualidade; 4-5: média qualidade; e 0-3: baixa qualidade.³⁸ Qualquer variação na pontuação dos estudos obtidos pelos avaliadores foi resolvida por meio de um consenso.

RESULTADOS

A busca permitiu identificar 881 artigos, distribuídos nas seguintes bases de dados: MEDLINE (n= 331), WEB OF SCIENCE (n= 395) SCOPUS (n= 316), PSYCINFO (n= 86) e SPORTDiscus (n= 84). Após a avaliação geral, foram excluídos 252 artigos que se encontravam em duplicidade, restando 629 para a leitura.

Foram excluídos 517 artigos na leitura dos títulos, e 79 artigos na leitura dos resumos. Foram selecionados para leitura na íntegra 33 artigos, dos quais 26 estudos não contemplavam os critérios de elegibilidade: sem texto completo (n= 11), população idosos (n= 5), variáveis biomecânicas (n= 10). A avaliação detalhada apontou que 7 estudos foram considerados potencialmente relevantes e foram incluídos na revisão (Figura 1).

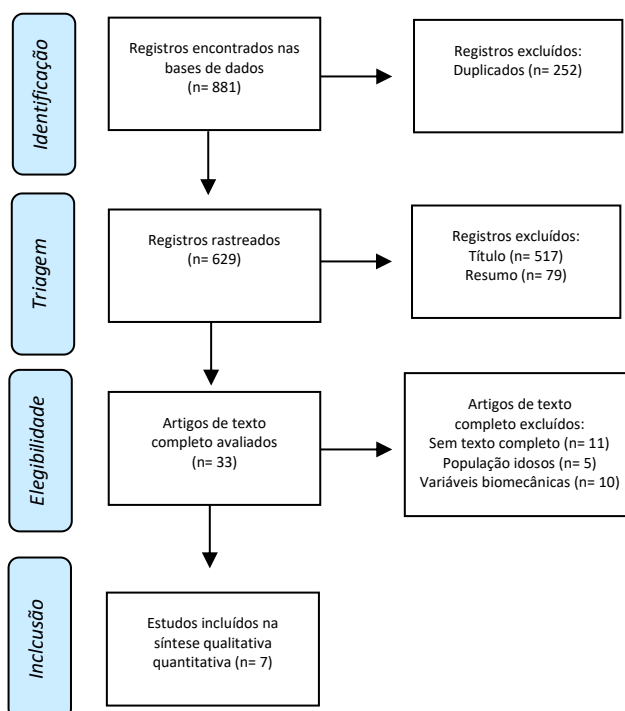


Figura 1. Fluxograma dos estudos incluídos na revisão

Descrição dos estudos

Foram incluídos nesta revisão sete estudos observacionais, dois são caracterizados como ensaios clínicos randomizados,^{31,39} e cinco são caracterizados como transversais.^{15,40-43} Em relação ao local de desenvolvimento dos estudos, dois estudos foram realizados na Noruega (Norte da Europa),^{31,39} um em Kosovo (Sudeste da Europa),⁴⁰ um na Índia

(Sul da Ásia),⁴¹ um na Turquia (Oriente Médio),⁴² um, nos Estados Unidos (América do Norte)¹⁵ e um no Reino Unido (Noroeste da Europa).⁴³

Quanto as características dos participantes e grupos incluídos, quatro estudos incluíram indivíduos com amputação e indivíduos sem amputação pareados por idade, estatura e peso,^{15,31,39,43} os outros três estudos incluíram apenas grupos de indivíduos com amputação.⁴⁰⁻⁴² A respeito da etiologia das amputações, três estudos incluíram amputações traumáticas e congênitas,^{15,40,43} dois estudos incluíram apenas amputações traumáticas,^{41,42} e dois estudos não especificaram a etiologia das amputações.^{31,39}

Em relação aos níveis de amputação, dois estudos incluíram apenas indivíduos com amputações de nível transfemoral,^{31,39} um estudo incluiu apenas indivíduos com amputações de nível transtibial,⁴¹ três estudos incluíram indivíduos com amputações de nível transfemoral, transtibial^{40,42,43} e desarticulações no tornozelo e pé,^{40,42} um estudo incluiu indivíduos com amputações acima do joelho, entretanto, não especificou o tipo de amputação.¹⁵ Ainda, sobre as características das amputações cinco estudos incluíram amputações unilaterais,^{31,39-42} e dois estudos incluíram amputações bilaterais.^{15,43} As demais características dos participantes são apresentadas no Quadro 1, organizados por autor e ano, local do estudo, amostra, sexo, idade, estatura, massa corporal, nível de amputação e tempo de amputação (anos).

Em relação aos métodos e instrumentos utilizados e variáveis avaliadas, cinco estudos optaram pelo conhecimento do comportamento relativo ao consumo de oxigênio (VO₂),^{15,31,39,41,42} através da ergoespirometria e dois estudos^{40,43} optaram pela mensuração do Índice de Custo Fisiológico através da Frequência Cardíaca como variável determinante. A respeito do monitoramento da intensidade de esforço físico relacionada às variáveis fisiológicas, três estudos optaram pela utilização da Escala Subjetiva de Percepção de Esforço (BORG),^{15,31,43} dois estudos optaram pela utilização de uma escala de aptidão autorreferida,^{31,39} e um estudo optou pela utilização de um questionário relacionado a percepção da capacidade de andar.⁴³

Quanto aos testes utilizados, todos os estudos realizaram teste de caminhada, um estudo realizou teste de corrida,³⁹ quatro estudos realizaram testes em pista,^{15,40,41,43} dois estudos realizaram testes em esteira^{39,42} e um estudo utilizou esteira e pista para a realização dos testes.³¹ A respeito da velocidade, cinco estudos optaram pela utilização da velocidade autosselecionada (VAUS),^{31,39-41,43} e dois estudos optaram pela utilização de velocidades pré-determinadas antes do teste com variações de velocidades¹⁵ e inclinação.³⁹ Em relação a outras variáveis e desfechos dos estudos, são apresentados, organizados por autor e ano, título, tipo de estudo, métodos de avaliação do GE, medidas, velocidade e resultados (Quadro 2).

Avaliação da qualidade metodológica

Os estudos caracterizados como ensaios clínicos randomizados^{31,39} foram avaliados por meio da escala PEDro e obtiveram uma pontuação média de 7 pontos, com pontuação mínima de 6 e máxima de 8 pontos, desse modo, caracterizando-os como alta qualidade,³⁸ conforme pode ser observado no Quadro 3.

Quadro 1. Características dos participantes dos estudos incluídos

Autor/ano	Local do estudo	Amostra (n)	Sexo	Média da idade (anos)	Estatura (cm)	Massa corporal (kg)	Etiologia	Amputação nível (%n)	Tempo de amputação
Starholm ³¹ 2016	Oslo, Norway	n= 16	M= 8	37,0 ± 10,9	175,5 ± 4,6	73,6 ± 10,4	ND	TF	15,8 ± 3-39
		GC= 8	F= 8	39,0 ± 12,3	170,0 ± 7,4	72,7 ± 14,2*			
		TF= 8							
Vllasolli ⁴⁰ 2014	Kosovo	n= 89	M=77	TF=40,6±12,5	ND	ND	Traumática Congênita	TF= 22	TF= 17 ± 10,5
			F=12	TT=39,7±13,1				TT= 61	TT= 14,5 ± 7,5
				S= 36,3 ± 6,2				S= 6	S= 11,3 ± 2,4
Gjovaag ³⁹ 2013	Oslo, Norway	n= 36	M= 17	TF= 42,8 ± 13,5	TF= 173,7 ± 7,4	TF= 78,9 ± 19,1	ND	TF= 12	ND
		TF= 12	F= 17	GC= 43,0 ± 11,7	GC= 174,9 ± 8,7	GC= 78,6 ± 15,7			
		GC= 12		GR= 34,3 ± 12,4	GR= 171,3 ± 6,0	GR= 72,7 ± 8,9			
		GR= 12							
Mohanty ⁴¹ 2012	India	n= 30	M= 26 F= 4	34,13 ± 4,40	ND	59,26 ± 4,796	Traumática	TT	ND
Goktepe ⁴² 2010	Turquia	n= 62	ND	TT= 28.1 ± 5.09	TT= 175.6 ± 5.51	TT= 78.4 ± 11.45	Traumática	TT= 31	TT= 54.9 ± 47.82 (mês)
				TF= 30.1 ± 4.37	TF= 172.6 ± 5.74	TF= 67.1 ± 8.94		TF= 9	TF= 51.4 ± 55.82 (mês)
				PF= 30.1 ± 3.36	PF= 174.7 ± 6.01	PF= 77.4 ± 9.57		PF= 22	PF= 78.0 ± 51.89 (mês)
Hoffman ¹⁵ 1997	EUA	n=10	M= 4	NA= 22 ± 6	NA= 166±4	NA= 62.8 ± 11.0	Traumática Congênita	Bilateral Above-Knee Amputee	2,4±2-24 anos
		A= 5	F= 1	A= 22 ± 3	A= 167±5	A= 64.1 ± 13.3*			
		NA= 5							
Wright ⁴³ 2008	UK	n= 20	M= 10	40,5 ± 11,9	ND	ND	Traumática Congênita	TT/TT= 2	TT/TT= 13±7,5
		A= 10						TT/TF= 3	TTT/TF= 22 ± 14,6
		NA= 10						TF/TT= 1	TTF/TT= 48
								TF/TF= 4	TTF/TF= 46±34,5

GC= Grupo Controle; GI= Grupo Intervenção; GR= Grupo de Confiabilidade; *Peso incluindo Prótese; TF= Amputação Transfemoral; TT= Amputação Transtibial; S= amputação pé; PF= Amputação pé parcial; ND= Não disponível, NA= Não amputado; A= Amputado; M= Masculino, F= Feminino

Assim, é possível observar que os dois estudos cumpriram adequadamente as características metodológicas estatísticas (critérios 10 e 11), e quanto a validade interna (critérios 2 a 9) o estudo de Starholm et al.³¹ demonstrou alocação randomizada, porém não informa a ocultação dos terapeutas, nem dos avaliadores responsáveis (critérios 6 e 7). Já o estudo de Gjovaag³⁹ não informa se a alocação foi mascarada, também não informa se a participação dos sujeitos foi realizada de forma cega e não informa a ocultação dos terapeutas, nem dos avaliadores responsáveis (critérios 3,5,6 e 7). Da mesma maneira os estudos caracterizados como transversais,^{15,40-43}

foram avaliados por meio das seguintes faixas de pontuação: (4-5) considera-se como de alta foram avaliados por meio das seguintes faixas de pontuação: (4-5) considera-se como de alta qualidade; (2-3): média qualidade; e (0-1) baixa qualidade, sendo assim a média foi de 4,8, com pontuação mínima de 4 e máxima de 5 pontos entre os 5 estudos, desse modo, caracterizando-os como alta qualidade. No entanto, é possível observar que o estudo Hoffman¹⁵ não informa os critérios de inclusão e exclusão utilizados para a seleção dos participantes, os demais apresentaram todos os critérios estabelecidos para a avaliação da qualidade metodológica.³⁶

Quadro 3. Qualidade metodológica dos estudos caracterizados como ensaios clínicos randomizados

Escala de PEDro / Português (Brasil)	Starholm ³¹ 2016	Gjovaag ³⁹ 2013
Os critérios de elegibilidade foram especificados	Sim	Sim
Os sujeitos foram aleatoriamente distribuídos por grupos (num estudo cruzado, os sujeitos foram colocados em grupos de forma aleatória de acordo com o tratamento recebido)	Sim	Sim
A alocação dos sujeitos foi secreta	Sim	Não
Inicialmente, os grupos eram semelhantes no que diz respeito aos indicadores de prognóstico mais importantes	Sim	Sim
Todos os sujeitos participaram de forma cega no estudo	Sim	Não
Todos os terapeutas que administraram a terapia fizeram-no de forma cega	Não	Não
Todos os avaliadores que mediram pelo menos um resultado-chave, fizeram-no de forma cega	Não	Não
Mensurações de pelo menos um resultado-chave foram obtidas em mais de 85% dos sujeitos inicialmente distribuídos pelos grupos	Sim	Sim
Todos os sujeitos a partir dos quais se apresentaram mensurações de resultados receberam o tratamento ou a condição de controle conforme a alocação ou, quando não foi esse o caso, fez-se a análise dos dados para pelo menos um dos resultados-chave por "intenção de tratamento"	Sim	Sim
Os resultados das comparações estatísticas inter-grupos foram descritos para pelo menos um resultado-chave	Sim	Sim
O estudo apresenta tanto medidas de precisão como medidas de variabilidade para pelo menos um resultado-chave	Sim	Sim
Total	8	6

Quando 2. Características dos estudos incluídos

Autor/Ano	Tipo de Estudo	Teste - Instrumentos	Medidas	Velocidade	Desfechos associados
Stahlin ¹¹ 2016	Cruzado randomizado	Dois testes de caminhada com VAUS em esteira e pista Ergoespirometria	VO2máx (l/min) CWS (m/s)	Test 1 CWS Esteira Pista GC= 1,33±0,2 p<0,05 GI= 0,90±0,2 p<0,01 e p<0,001 (CWS pista na pista X CWS esteira na pista) CWS Esteira Esteira GC= 1,33 ± 0,3 p<0,05 GI= 0,89 ± 0,2 p<0,01 e p<0,001 (CWS pista na esteira X CWS esteira na esteira) Test 2 CWS de pista Pista GC= 1,52 ± 0,1 GI= 1,22 ± 0,2 p<0,01 CWS de pista Esteira GC= 1,52 ± 0,1 GI= 1,22 ± 0,2 p<0,01	Test 1 - EPE, escala de 0 a 10 CWS Esteira Pista GC= 0,4 ± 0,5 GI= 1,5 ± 1,2 p<0,05 CWS Esteira Esteira GC= 0,5 ± 0,8 GI= 1,8 ± 1,3 p<0,05 Test 2 CWS de pista Pista GC= 0,4 ± 0,5 GI= 2,2 ± 1,3 p<0,01 CWS de pista Esteira GC= 1,1 ± 0,3 GI= 3,0 ± 1,4 p<0,01
Viasoli ¹⁰ 2014	Transversal	Teste de caminhada de 5 minutos com VAUS em pista ICF - método indireto	ICF* FC	V = (CWS) (m/s) TF (n = 12) = 0,88 (0,19) GC (n = 12) = 1,44 (0,13) p < 0,001	Gc walk VO2max=38,7(3,9) p<0,001 VEmax=93,4 (20) p<0,05 HRmax=174 (6) RERmax=1,13(0,06) p< 0,05 RPEmax=9,3 (0,6) Gc run VO2max=39,9 (5,6) VEmax=97,2 (22) HRmax=176 (8) RERmax=1,14 (0,04) RPEmax=9,4 (0,5)
Mohanty ⁴¹ 2012	Transversal	Teste de caminhada com VAUS em pista Ergoespirometria	VO2 (ml/min) FC (bpm) Vm (ml/min) GEE(kcal/min)	Média entre o grupo: Com Prótese VO2= 251,5005 ± 52,053 p<0,005 GE= 1,3380 ± 0,402 p< 0,00001 FC= 82,0735 ± 5,869052	Com Muleta VO2= 305,8017± 73,837 p<0,005 GE= 2,5694 ± 1,0333 p< 0,00001 FC= 91,27 ± 7,401
Goktepe ⁴² 2010	Transversal	Teste de caminhada de 5 minutos em esteira com 4 combinações de diferentes intensidades (velocidade e inclinação) Ergoespirometria	VO2 (ml/kg/min) CO2 (ml/kg/m) L/min Vm (ml/min) FC (bpm)	Foram utilizadas quatro combinações diferentes de velocidade e inclinação: - 1,5 Km/h - 0° - 3 Km/h - 0° - 1,5 Km/h - 5° - 3 Km/h - 5°	1,5 Km/h - 0° p<0,52 Grupo TT VO2= 7,05 ± 1,68 e CO2= 0,30 + 0,08 Grupo TF VO2= 7,73 ± 2,11 e CO2= 0,31 + 0,08 Grupo PF VO2= 7,52 ± 1,89 e CO2= 0,30 + 0,08 3 Km/h - 0° p<0,58 Grupo TT VO2= 9,34 ± 2,43 e CO2= 0,18 + 0,05 Grupo TF VO2= 10,08 ± 2,21 e CO2= 0,20 + 0,04 Grupo PF VO2= 9,64 ± 1,97 e CO2= 0,19 + 0,04
Hoffman ¹⁵ 1997	Transversal	Teste de caminhada de 5 minutos em pista com 4 variações de velocidade Ergoespirometria	VO2 (ml/kg/min ou L/min) Vm (ml/min) FC (bpm)	Vm 0,30, 61, 91 m/s Vm (CWS) NA= 1,04±0,07m/s A= 0,82±0,28m/s A maior variabilidade na velocidade foi por 1 A= 1,31 m/s e os A= 0,65 e 0,75 m/s (média 0,70m/s) p= 0,0004	Na CWS Grupo A VO2médios= 0,98±0,32(l/min) (p < 0,01) Grupo NA VO2médios= 0,17±0,02ml/kg/m
Wright ¹³ 2008	Transversal	Teste de caminhada com VAUS de 6 minutos em pista ICF - método indireto	Teste de caminhada com VAUS de 6 minutos em pista ICF - método indireto	NA= 1,36 (média) TT/TF= 1,3 TT/TF= 1,2 TT/TF= 1,2 TT/TF= 0,9 TT/TF= 1,05 TT/TF= 0,93 TF/TF= 0,94 TF/TF= 1 TF/TF= 0,92 TF/TF= 0,72 TF/TF= 0,68	TT/TF FC= 80; EPE= 11; ICF= 0,41 **TF/TF FC= 110; EPE= 7; ICF= 0,4 **TT/TF FC= 117; EPE= 7; ICF= 0,6 TF/TF FC= 113; EPE= 13; ICF= 0,87 TF/TF FC= 113; EPE= 13; ICF= 0,68

VAUS= velocidade autoselecionada; VE= ventilação pulmonar; VEmax= consumo de oxigênio; VO2max= consumo máximo de oxigênio; A= amputado; bpm= batimentos por minuto; CO2= custo de oxigênio; CWS= Velocidade de caminhada confortável; EPE= Escala subjetiva de Esforço percebido (BORG); FC= frequência cardíaca; FC(N) = frequência cardíaca em repouso; FC(W)= frequência cardíaca ao caminhar; GC= grupo controle; GE= gasto energético; GI= grupo intervenção; HRmax= frequência cardíaca máxima; ICF = Índice de Custo Fisiológico; * ICF= FC (W) - FC (R)/Vm; kcal/min= quilocalorias/minuto; Km/h= quilômetros/hora; /min= litros por minuto; L/min= litros por minuto; m/s= metros/segundo; ml/kg/min= mililitros/kg/segundo; ml/min= mililitro por minuto; NA= não amputado; p= significância estatística; PF= amputação pé parcial; RER= razão de troca respiratória; RPE= classificação de esforço percebido; RERmax= razão de troca respiratória máxima; S= amputação pé; TF= amputação Transfemorai; TT= Amputação Transtibial; V= velocidade; VAUS= velocidade autoselecionada; VE= ventilação pulmonar; VEmax= consumo de oxigênio; VO2max= consumo máximo de oxigênio

Quadro 4. Qualidade metodológica dos caracterizados como estudos transversais

Itens relacionados aos estudos	Hoffman ¹⁵	Vllasolli ⁴⁰	Mohanty ⁴¹	Goktepe ⁴²	Wright ⁴³
	1997	2014	2012	2010	2008
Questão clara, focada e objetiva	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>
Critérios de inclusão e exclusão adotados pelos participantes	<i>Não</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>
Desfechos avaliados de forma valida e padronizada	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>
Perdas e Exclusões	<i>Não</i>	<i>Não</i>	<i>Não</i>	<i>Não</i>	<i>Não</i>
Resultados Claramente apresentados e discutidos	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>
Total	4	5	5	5	5

DISCUSSÃO

Considerando que no presente estudo buscou-se identificar os métodos utilizados para determinar o gasto energético de pessoas com amputação de membro inferior por meio de uma revisão sistemática, foi possível constatar que a maioria dos estudos optaram pelo conhecimento da variável volume de oxigênio (VO₂) nos testes para avaliar o consumo de energia,^{15,31,39,41,42} enquanto que outros estudos^{40,43} utilizaram a avaliação da variável Frequência Cardíaca no teste de Índice de Custo Fisiológico. A maioria dos estudos utilizou a ergoespirometria,^{15,31,39,41,42} e todos utilizaram algum tipo de teste de caminhada.^{15,31,39-43} A maior parte dos estudos utilizou o teste em pista,^{15,40,41,43} sendo que apenas dois, utilizaram esteira para realização do teste^{39,42} e um³¹ optou pela utilização e comparação do teste de pista com teste de esteira. Ainda, quanto a variável velocidade, cinco estudos utilizaram o VAUS^{31,39-41,43} e dois estudos utilizaram velocidades pré-determinadas com variações de velocidade¹⁵ e inclinação.³⁹ Com base nos achados, pode-se dizer que o gasto energético foi avaliado na maioria dos estudos,^{15,31,39,41,42} pelo volume de oxigênio (VO₂), por meio da análise de gases exalados (Ergoespirometria), sendo este o método considerado “padrão ouro” utilizado para definir a capacidade física e aeróbia.²⁷

Contudo, as alterações biomecânicas⁶ inerentes à amputação podem dificultar a aplicação e execução desse método, sendo assim o uso de medidas indiretas se tornam alternativas menos estressoras.^{44,45} Diante do exposto a relação entre o consumo de oxigênio e a frequência cardíaca em testes submáximos, configura-se como uma base para o uso da frequência cardíaca como medida indireta do consumo de energia,⁴⁶ já o uso do índice de custo fisiológico, que foi utilizado nos demais estudos,^{40,43} se torna uma das alternativas como medida duplamente indireta para a mensuração do consumo energético. Todavia, essa medida em populações com comorbidades é passível de questionamento, uma vez que essas podem fazer o uso de beta bloqueadores.⁴⁷

Em relação aos testes e ao uso de diferentes protocolos em relação ao tipo de solo na determinação do mesmo, seja ele de pista ou esteira,^{15,31,39-43} pode-se perceber que existe uma lacuna entre o que é válido e confiável. Os estudos citam as diferenças encontradas na literatura, isto é, como a escolha do solo pode influenciar no consumo energético e na estimativa do GE. Enquanto o teste em esteira fornece um ambiente mais preciso e controlável,⁴⁸ o teste em pista assegura uma melhor confiança e autonomia para o participante, porém um ambiente difícil pode dificultar uma deambulação eficiente,⁴² o que influenciaria diretamente no desempenho e resultado das medidas avaliadas. Alguns estudos têm relatado o consumo energético associado à velocidade de caminhada^{15,40-43} e outros

chamam a atenção para existência da interação dessas variáveis com a percepção subjetiva de esforço.^{31,39,43} Nesse contexto, verificou-se os resultados das velocidades de caminhada nas duas situações (pista e esteira), e pode-se perceber que existem diferenças entre as situações. Dessa forma, Wright,⁴³ cita que além dos fatores biomecânicos, os fatores psicológicos (autoconfiança, motivação) podem influenciar no desempenho da marcha. Assim, pode-se perceber que a escolha do protocolo no que diz respeito a intensidade e velocidade, também se torna um fator determinante na mensuração do consumo e GE,³⁹ todavia, sabe-se que a estabilidade é um fator relevante para amputados de MMII e pode influenciar na escolha da velocidade de caminhada,⁴⁹ interferindo diretamente no resultado do teste, visto que a taxa de captação de oxigênio depende da velocidade de caminhada.¹⁶

O estudo de Starholm³¹ apresentou uma média de VO₂máx significativamente maior no GC do que o GI. Entretanto, quando comparados à captação relativa de oxigênio (VO₂), o grupo de amputados usaram cerca de 53% e 42% de seu VO₂máx ao caminhar com o VAUS enquanto que para o GC os valores correspondentes foram cerca de 31% e 27% do VO₂máx, o que mostra que a velocidade pode influenciar no desempenho e consumo energético. Da maneira semelhante, o estudo de Gjoavaag³⁹ que utilizou o teste em esteira, apresentou o VO₂máx do grupo de amputados como aproximadamente 30% mais baixo do que o GC. Quando comparados à captação relativa de oxigênio, o grupo de amputados usaram cerca de 47% e 35% do seu VO₂máx. Também, o estudo de Hoffman¹⁵ apresentou valores de VO₂ maiores para o grupo de amputados do que o GC (55% a 83%), essas diferenças na demanda de volume de oxigênio denotam não só a relação entre a velocidade, como também na escolha do solo.

Ainda, no estudo de Vllasolli⁴⁰ que utilizou o índice de custo fisiológico para mensurar o consumo energético, os autores realizaram uma comparação entre três níveis de amputação (transfemoral, transtibial e Syme) que apresentou diferenças significativas entre os participantes. Cabe mencionar que os autores relataram a existência da relação entre o nível de amputação com a variação do consumo energético e velocidade de caminhada. Além disso, o consumo médio (VO₂) ou índice de custo fisiológico foram influenciados pelo nível de amputação.^{31,39}

Dessa maneira, destacam um aumento do consumo energético e a diminuição da velocidade de caminhada a cada nível superior de amputação. Por outro lado, o estudo de Wright⁴³ que também utilizou o índice de custo fisiológico, com amputados bilaterais, apresentou dados variados entre amputados e relatou que essas diferenças não puderam ser relacionadas ao nível de amputação. Por fim, encontrou uma

relação entre a percepção da marcha e o custo fisiológico em mais da metade do grupo. Sendo assim, os autores preferiram assumir as diferenças entre outras variáveis como marcha, massa corporal e a redução da capacidade aeróbica.

Em relação ao consumo energético dos participantes dos estudos, relatou-se maiores demandas metabólicas nos grupos de pessoas com amputação aos que realizaram comparação entre os grupos.^{15,31,39} Em estudos que realizaram comparação entre níveis de amputação^{40,42} relataram que existe uma diferença no consumo energético entre os grupos e essas diferenças estão associadas ao nível de amputação. Ainda, outros fatores puderam ser observados em dois estudos,^{40,41} que ao comparar o uso de dois tipos de suportes auxiliares diferentes (muleta e prótese), apresentaram diferenças significativas no VO₂ e consumo energético, sugerindo que a mudança no consumo de volume de oxigênio tem relação com o maior esforço físico associado as alterações causadas pela amputação.^{40,41}

Com base neste estudo, é possível afirmar que o consumo energético, durante a deambulação em amputados, é mais alto comparado a não amputados, como também, apresentam diferenças quando comparados a níveis de amputações. Indicam que níveis mais altos denotam a existência de maior esforço físico na realização da tarefa, sendo assim, ocorre aumento do volume de oxigênio e maior consumo energético.^{16,17} Fato esse, que poderá ser explicado devido a variáveis como desequilíbrios musculares e mudanças no deslocamento do centro de gravidade, fatores que contribuem em variáveis espaço-temporais em amputados.²⁴

Um fato a ser destacado nessa revisão, é a homogeneidade na escolha das amostras em relação a etiologia. Os estudos em geral apresentaram, em suas amostras, somente participantes com amputações de causas traumáticas,^{41,42} traumáticas e congênitas^{15,40,42} e embora dois estudos^{31,39} não disponibilizaram a etiologia das amputações dos participantes, adotaram como critério de exclusão amputações de causas vasculares.

Para fins de conhecimento do perfil energético a etiologia das amputações, faz-se necessária,^{14,19} embora não se observe a razão da escolha nesses estudos, pode-se citar a hipótese de que amputações de causas vasculares implicam em resultados no volume de oxigênio, pois estão associadas à comorbidades, sendo esses aspectos limitantes na capacidade física e aeróbica.^{16,50-52}

Dentre as limitações, ao longo desse estudo pode-se perceber a heterogeneidade em relação a características dos participantes, alguns estudos não disponibilizaram informações básicas como massa corporal e estatura, o que dificulta as correlações. Ainda, pode-se perceber a heterogeneidade em relação ao número de participantes, os protocolos de testes, e as variações das medidas utilizadas para demonstrar os resultados dos estudos.

Por fim, o uso de diferentes termos associados à temática, também se faz presente nos estudos, alguns preferem utilizar gasto energético, outro custo metabólico ou custo energético. Ainda, é possível observar que há uma limitação sobre estudos e dados publicados na literatura, envolvendo o uso de prótese ou muletas e a descrição do consumo de energia. Ao longo dessa pesquisa, encontrou-se muitos estudos com análise biomecânica da marcha e relatos da energia dissipada pelo tipo

de prótese, comparado ao uso de muletas. Isso faz com que a replicação do método ainda seja necessária, como forma de fundamentar o gasto energético do indivíduo amputado, como especificidade de parâmetro para prescrição de treinamento.

O aumento de pesquisas sobre o gasto energético em pessoas com amputações é relevante para o conhecimento de variáveis associadas a essa população, pois suas características necessitam descrições mais robustas e relações mais complexas que melhorem a qualidade dos estudos segundo suas especificidades, além de serem capazes de permitir se observar e agrupar os participantes de acordo com questões antropométricas, clínicas, funcionais, entre outras. A inclusão de diferentes níveis de amputação, assim como tipos variados deveria ser evitada, assim como os fatores intrínsecos e extrínsecos deveriam ser fortemente levados em consideração.

Também é possível destacar que ainda existem poucas informações sobre a classificação subjetiva do esforço físico dos usuários de próteses ao caminhar sobre superfícies diferentes e como a percepção do esforço corresponde às medidas fisiológicas. Da mesma maneira a escolha da velocidade é imprescindível em estudos que envolvam pessoas com amputações e caminhada autosseleccionada, uma vez que as variáveis metabólicas podem ter relação direta com as variáveis biomecânicas.

Em sua relevância clínica é importante que existam estudos com essa temática, uma vez que esse tipo de estudo pode proporcionar o conhecimento relativo a capacidade física dessa população, assim contribuindo para melhoras em diversos aspectos no treinamento, na reabilitação e no estilo de vida dessas pessoas. Por fim, o fato do processo de envelhecimento também precisa estar associado as variáveis, uma vez que ocorre a diminuição da capacidade aeróbica.

CONCLUSÃO

Os achados mostram que o volume de oxigênio (VO₂) é a variável mais fidedigna para avaliação do consumo energético, devido a especificidade ecológica e dos sujeitos estudados segundo o nível ou altura de amputação, contudo, testes com medidas diretas podem ser mais difíceis de aplicar, pelas alterações biomecânicas e psicológicas recorrentes à amputação, podendo comprometer o desempenho no teste, todavia, o uso de variáveis que estimem o consumo energético por meio de medidas indiretas se torna uma alternativa válida, mas é necessário atentar-se no uso da variável Frequência Cardíaca em populações que utilizem algum tipo de medicamento que possa alterar ou comprometer o resultado.

Além disto, a utilização de teste em esteira ou de teste em pista, parece indicar melhor a descrição deste comportamento durante a avaliação do consumo energético de pessoas com amputações, principalmente, no que tange a autosseleção da velocidade que parece indicar, em alguns casos, uma relação entre o nível de amputação e a escala subjetiva de esforço.

REFERÊNCIAS

1. Sivapuratharasu B, Bull AMJ, McGregor AH. Understanding Low Back Pain in Traumatic Lower Limb Amputees: A Systematic Review. Arch Rehabil Res Clin Transl. 2019;1(1-2):100007. Doi: <https://dx.doi.org/10.1016/j.arrct.2019.100007>

2. Brasil. Ministério da Saúde. Diretrizes de atenção à pessoa amputada. Brasília (DF): Ministério da Saúde; 2013.
3. Dillingham TR, Pezzin LE, Mackenzie EJ. Limb amputations and limb deficiencies: epidemiology and recent trends in the United States. *South Med J*. 2002; 95(8):875-83. Doi: <https://doi.org/10.1097/00007611-200208000-00018>
4. Spichler D, Miranda Junior RF, Spichler ES, Franco LT. Amputações maiores de membros inferiores por doença arterial periférica e diabetes melito no município do Rio de Janeiro. *J Vasc Bras*. 2004;3(2):111-22.
5. McDonald CL, Westcott-Mccoy S, Weaver MR, Haagsma J, Kartin D. Global prevalence of traumatic non-fatal limb amputation. *Prosthet Orthot Int*. 2020. Doi: <https://dx.doi.org/10.1177/0309364620972258>
6. Knezevic A, Salamon T, Milankov M, Ninkovic S, Jeremic-Knezevic M, Tomasevic-Todorovic S. Assessment of quality of life in patients after lower limb amputation. *Med Pregl*. 2015;68(3-4):103-8. Doi: <https://dx.doi.org/10.2298/mpns1504103k>
7. Humphries MD, Brunson A, Hedayati N, Romano P, Melnkow J. Amputation risk in patients with diabetes mellitus and peripheral artery disease using Statewide data. *Ann Vasc Surg*. 2016;30:123-31. Doi: <https://dx.doi.org/10.1016/j.avsg.2015.04.089>
8. Unwin N. Epidemiology of lower extremity amputation in centres in Europe, North America and East Asia. *Br J Surg*. 2000;87(3):328-37. Doi: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2168.2000.01344.x>
9. Spichler ER, Spichler D, Lessa I, Costa FA, Franco LJ, La Porte RE. Capture-recapture method to estimate lower extremity amputation rates in Rio de Janeiro, Brazil. *Rev Panam Salud Publica*. 2001;10(5):334-40. Doi: <https://doi.org/10.1590/s1020-49892001001100007>
10. Brasil. Ministério da Saúde. Procedimentos hospitalares do SUS - por local de internação – Brasil [base de dados na Internet]. Brasília (DF): Ministério da Saúde; c2020 [citado 2020 mar 30]. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih/cnv/qiuf.def>
11. Jones L, Hall M, Schuld W. Ability or disability? A study of the functional outcome of 65 consecutive lower limb amputees treated at the Royal South Sydney Hospital in 1988-1989. *Disabil Rehabil*. 1993;15(4):184-8. Doi: <http://dx.doi.org/10.3109/09638289309166010>
12. Fortington LV, Rommers GM, Geertzen JHB, Postema K, Dijkstra PU. Mobility in elderly people with a lower limb amputation: a systematic review. *J Am Med Dir Assoc*. 2012;13(4):319-25. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2010.12.097>
13. Matsen SL, Malchow D, Matsen FA. Correlations with patients' perspectives of the result of lower-extremity amputation. *J Bone Joint Surg Am*. 2000;82:1089-1095. Doi: <https://dx.doi.org/10.2106/00004623-200008000-00004>
14. 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.
15. Hoffman MD, Sheldahl LM, Buley KJ, Sandford PR. Physiological comparison of walking among bilateral above-knee amputee and able-bodied subjects, and a model to account for the differences in metabolic cost. *Arch Phys Med Rehabil*. 1997;78:385-92. Doi: [https://dx.doi.org/10.1016/s0003-9993\(97\)90230-6](https://dx.doi.org/10.1016/s0003-9993(97)90230-6)
16. Waters RL, Mulroy S. The energy expenditure of normal and pathological gait. *Gait Posture*. 1999; 9:207-31. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0966-6362\(99\)00009-0](https://doi.org/10.1016/S0966-6362(99)00009-0)
17. Schmalz T, Blumentritt S, Jarasch R. Energy expenditure and biomechanical characteristics of lower limb amputee gait: the influence of prosthetic alignment and different prosthetic components. *Gait Posture*. 2002;16(3):255-63. Doi: [http://dx.doi.org/10.1016/s0966-6362\(02\)00008-5](http://dx.doi.org/10.1016/s0966-6362(02)00008-5)
18. Waters RL. The energy expenditure of amputee gait. In: Bowker JH, Michael JW. Atlas of limb prosthetics: surgical, prosthetic, and rehabilitation principles. St Louis: Mosby; 1992. p. 381-7.
19. Detrembleur C, Vanmarsenille JM, De Cuyper F, Dierick F. Relationship between energy cost, gait speed, vertical displacement of centre of body mass and efficiency of pendulum-like mechanism in unilateral amputee gait. *Gait Posture*. 2005;21(3):333-40. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2004.04.005>
20. Genin JJ, Bastien GJ, Franck B, Detrembleur C, Willems PA. Effect of speed on the energy cost of walking in unilateral traumatic lower limb amputees. *Eur J Appl Physiol* 2008; 103:655-63. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00421-008-0764-0>
21. Mengelkoch LJ, Kahle JT, Highsmith MJ. Energy costs and performance of transfemoral amputees and non-amputees during walking and running: a pilot study. *Prosthet Orthot Int*. 2017;41(5):484-91. Doi: <https://doi.org/10.1177/0309364616677650>
22. Gaspar AP, Ingham SJM, Chamlian TR. Gasto energético em paciente amputado transtibial com prótese e muletas. *Acta Fisiatr*. 2003;10(1):32-4. Doi: <https://doi.org/10.11606/issn.2317-0190.v10i1a102428>
23. Martin EAS, Schneiders PB, Souza TL, Peiter APD, Goulart CL, Silva ALLG, et al. Consumo de oxigênio estimado em amputados unilaterais de membros inferiores. *Saúde Pesqui*. 2018;11(3):451-7. Doi: <https://doi.org/10.17765/1983-1870.2018v11n3p451-457>
24. Carvalho JA. Amputações de membros inferiores: em busca da plena reabilitação. 2 ed. Barueri: Manole; 2003.
25. Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;116:1081-93. Doi: <http://dx.doi.org/10.1249/mss.0b013e3180616b27>

26. Santos JR, Vargas MM, Melo CM. Nível de atividade física, qualidade de vida e rede de relações sociais de amputados. *Rev Bras Ciênc Mov.* 2014;22:20-6. Doi: <http://dx.doi.org/10.18511/0103-1716/rbcm.v22n3p20-26>
27. Raso V, Greve JMD, Polito MD. Pollock: fisiologia clínica do exercício. Barueri: Manole; 2013.
28. Balardina AL, Andrighetta S, Schimit VM, Cechetti F, Bonetti LV, Sacconi R. Análise cinemática linear e angular da marcha em pacientes amputados transfemorais protetizados. *J Health Sci* 2018;20(2):125-30. Doi: <https://doi.org/10.17921/2447-8938.2018v20n2p125-130>
29. Silva FLC, Monteiro PC, Borges MAO, Lima BLP, Lima VP. Correlação entre as medidas antropométricas e aptidão cardiorrespiratória em militares do sexo masculino. *Rev Bras Prescr Fis Exerc.* 2019;13(83):514-22. Doi: <http://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/article/view/1710>
30. Ciolac EG, Guimarães GV. Exercício físico e síndrome metabólica. *Rev Bras Med Esporte.* 2004;10(4):319-24. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922004000400009>
31. Starholm IM, Mirtaheri P, Kapetanovic N, Versto T, Skyttemyr G, Westby FT, et al. Energy expenditure of transfemoral amputees during floor and treadmill walking with different speeds. *Prosthet Orthot Int.* 2016;40(3):336-42. Doi: <https://doi.org/10.1177/0309364615588344>
32. Ladow P, Nightingale TE, McGuigan MP, Bennett AN, Phillip RD, Bilzon JL. Predicting ambulatory energy expenditure in lower limb amputees using multi-sensor methods. *PLoS One.* 2019;14(1):e0209249. Doi: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0209249>
33. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG; PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med.* 2009;6(7):e1000097. Doi: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
34. Silva FC, Gonçalves E, Arancibia BA, Bento GG, Castro TL, Hernandez SS, et al. Estimadores de consistencia interna en las investigaciones en salud: el uso del coeficiente alfa. *Rev Peru Med Exp Salud Publica.* 2015;32(1):129-38.
35. Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan-a web and mobile app for systematic reviews. *Syst Rev.* 2016;5(1):210. Doi: <https://dx.doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4>
36. Silva FC, Hernandez SS, Gonçalves E, Arancibia BA, Castro TLS, Silva R. Anthropometric indicators of obesity in policemen: a systematic review of observational studies. *Int J Occup Med Environ Health.* 2014;27(6):891-901. Doi: <https://doi.org/10.2478/s13382-014-0318-0>
37. Verhagen AP, Vet HC, Bie RA, Kessels AG, Boers M, Bouter LM, et al. The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomized clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. *J Clin Epidemiol.* 1998;51(12):1235-41. Doi: [https://doi.org/10.1016/s0895-4356\(98\)00131-0](https://doi.org/10.1016/s0895-4356(98)00131-0)
38. Beardsley C, Škarabot J. Effects of self-myofascial release: a systematic review. *J Bodyw Mov Ther.* 2015;19(4):747-58. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2015.08.007>
39. Gjovaag T, Starholm IM, Mirtaheri P, Hegge FW, Skjetne K. Assessment of aerobic capacity and walking economy of unilateral transfemoral amputees. *Prosthet Orthot Int.* 2014;38(2):140-7. Doi: <http://dx.doi.org/10.1177/0309364613490444>
40. Vllasolli TO, Zafirova B, Orovcane N, Poposka A, Murtezani A, Krasniqi B. Energy expenditure and walking speed in lower limb amputees: a cross sectional study. *Ortop Traumatol Rehabil.* 2014;16(4):419-26. Doi: <https://doi.org/10.5604/15093492.1119619>
41. Mohanty RK, Lenka P, Equebal A, Kumar R. Comparison of energy cost in transtibial amputees using "prosthesis" and "crutches without prosthesis" for walking activities. *Ann Phys Rehabil Med.* 2012;55(4):252-62. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2012.02.006>
42. Göktepe AS, Cakir B, Yilmaz B, Yazicioglu K. Energy expenditure of walking with prostheses: comparison of three amputation levels. *Prosthet Orthot Int.* 2010;34(1):31-6. Doi: <https://doi.org/10.3109/03093640903433928>
43. Wright DA, Marks L, Payne RC. A comparative study of the physiological costs of walking in ten bilateral amputees. *Prosthet Orthot Int.* 2008;32(1):57-67. Doi: <https://doi.org/10.1080/03093640701669108>
44. 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. Doi: <https://doi.org/10.1161/JAHA.114.000960>
45. Wijeyesundera 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):e010359. Doi: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-010359>
46. Åstrand PO, Rodahl K. Textbook of work physiology: physiological bases of exercise. 3 ed. New York: McGraw Hill; 1986.
47. Maia ER, Subieta CGP, Tavares CMF, Eyer CMC, Mesquita CT, Guedes CR, et al. effects of propranolol on parameters of systolic function in congestive heart failure. *J Am Coll Cardiol* 1998;5(suppl C):428.

-
48. Meneghelo RS, Araújo CGS, Stein R, Mastrocolla LE, Albuquerque PF, Serra SM, et Al. III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre teste ergométrico. *Arq Bras Cardiol.* 2010;95(5 Supl 1):1-16. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0066-782X2010000800001>
49. Jordan K, Challis JH, Newell KM. Newell Walking speed influences on gait cycle variability. *Gait Posture.* 2007;26:128-134. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2006.08.010>
50. Czerniecki JM. Rehabilitation in limb efficiency. 1. Gait and motion analysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996; 77(3): S3-S8. Doi: [https://doi.org/10.1016/s0003-9993\(96\)90236-1](https://doi.org/10.1016/s0003-9993(96)90236-1)
51. Chin T, Sawamura S, Fujita H, Nakajima S, Ojima I, Oyabu H, Nagakura Y, Otsuka H, Nakagawa A. Effect of endurance training program based on anaerobic threshold (AT) for lower limb amputees. *J Rehabil Res Dev.* 2001;38(1):7-11.
52. Isakov E, Susak Z, Becker E. Energy expenditure and cardiac response in above-knee amputees while using prostheses with open and locked knee mechanisms. *Scand J Rehabil Med Suppl.* 1985;12(12):108-11.