

ANÁLISE OBSERVACIONAL DE MARCHA EM VÍDEO NA AMPUTAÇÃO: RELATO DE CASO

Laíla Pereira Gomes da Silva • Fisioterapeuta. Especialista em Assistência em Diabetes Mestranda em Fisioterapia pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: alialpg@hotmail.com

Márcia Heloyse Alves Motta • Fisioterapeuta. Mestranda em Fisioterapia pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: marciaheloyse@hotmail.com

Lígia Raquel Ortiz Gomes Stolt • Mestra em Ciências do Movimento Humano. Professora Assistente na Universidade Federal da Paraíba – UFPB. E-mail: listolt@hotmail.com

Envio em: Janeiro de 2015

Aceite em: Maio de 2015

Resumo: A análise de marcha permite identificar repercussões da amputação na deambulação. Objetivou-se relatar a análise observacional de marcha em vídeo através da Video Observational Gait Analysis (VOGA) de uma mulher com amputação. Trata-se de um relato de caso ocorrido em um hospital universitário de João Pessoa-PB. Participante do sexo feminino, 33 anos, com amputação transfemoral (TF) distal direita, há 12 anos, devido à trauma por atropelamento, utiliza prótese endoesquelética, encaixe CAT-CAM, apoio isquiático, joelho protético livre e pé SACH. Realizou-se: Avaliação fisioterapêutica e VOGA. A VOGA apontou: claudicação; inclinação lateral do tronco no apoio médio; diminuição do balanço dos membros superiores; impacto terminal; pistonamento protético e volteio do quadril. As falhas identificadas na protetização expõem o coto a riscos, maior gasto energético e uma marcha ineficiente. Verificou-se que após a protetização ainda há desvios de marcha que devem ser contemplados pela atuação da Fisioterapia para garantir reabilitação plena.

Palavras chave: Amputação. Marcha. Avaliação em Saúde. VOGA.

OBSERVATIONAL GAIT ANALYSIS VIDEO AT AMPUTATION: CASE REPORT

ABSTRACT: The gait analysis allows identifying amputation effects in ambulation. The aim of this study is report the video observational gait analysis through Video Observational Gait Analysis (VOGA) in woman with amputation. This is a case report occurred in a university hospital in João Pessoa –PB. The participant was female, 33 years old, right distal transfemoral amputation for 12 years, due to trauma from being struck, uses endoesquelectical prosthesis, fitting CAT-CAM, ischial support, free prosthetic knee and SACH foot. Evaluations: Physiotherapy Assessment and VOGA. The VOGA pointed out: claudication; lateral trunk bending; arm swing decrease; terminal impact; piston action; hip vaulting. The failures was identified expos the stumps for larger damages, increased energy expenditure and inefficient gait. After using the device there are still gaps gait that should be covered by role of Physical Therapy to ensure full rehabilitation.

Key words: Amputation. Gait. Health Evaluation. VOGA.

1. INTRODUÇÃO

A amputação corresponde a retirada total ou parcial de um membro, sendo grande maioria em membro inferior^{1,2}. As causas relacionam-se a traumas, neoplasias, deficiências congênitas e complicações vasculares. O contexto da amputação, de um modo geral, constitui-se um processo traumático para o indivíduo que busca reencontrar-se psico logicamente e socialmente³.

Apesar das amputações estarem associadas, na maioria das vezes, a resultados negativos como acidentes ou enfermidades, boa técnica cirúrgica e reabilitação podem minimizar os esses efeitos⁴. A deambulação é primordial para a independência funcional, e costuma ser afetada por lesões⁽⁵⁾ e patologias que atingem o sistema musculoesquelético, o controle neural do movimento ou os sistemas metabólicos de produção de energia⁶. Distúrbios dos parâmetros espaço-temporais, cinemáticos e metabólicos da marcha de amputados têm sido relatados na literatura⁶. Estas alterações prejudicam a capacidade laborativa e socialização refletindo na qualidade de vida⁷.

Fatores como idade, etiologia, nível da amputação, início da reabilitação, complicações clínicas e nível socioeconômico interferem na reabilitação dos amputados⁸. A protetização visa o retorno ao convívio social e profissional⁹. Falhas da protetização culminam no abandono da prótese¹⁰. Logo, existe a necessidade de adaptação ao dispositivo mecânico para se tornar independente novamente⁵.

A análise de marcha contribui nas avaliações desses indivíduos¹¹, é usada na determinação de anormalidades, identificação de causas e reavaliação da eficácia do tratamento. Embora sistemas instrumentados de análise sejam frequentemente usados em pesquisa, na prática diária, terapeutas utilizam a observação da marcha que é mais acessível em relação a tais sistemas de análise¹².

Neste contexto, a Observational Gait Analysis (OGA), ou seja, análise observacional de marcha associada a escalas padronizadas é um meio acessível¹³. A filmagem é um adjunto da OGA. Análise observacional da marcha em vídeo, do inglês Videotaped Observational Gait Analysis (VOGA) aumenta a precisão da avaliação, auxiliando julgamentos clínicos, verificação de ajustes protéticos, ou necessidade de dispositivo de apoio¹¹.

O presente estudo objetiva relatar a abordagem da VOGA na análise de marcha de um sujeito sexo feminino com amputação transfemoral distal em membro inferior direito (MID) que faz uso de prótese endoesquelética concedida pelo Sistema Único de Saúde (SUS).

2. MÉTODO

Trata-se de um relato de caso desenvolvido em 2012 em um ambulatório de Fisioterapia em hospital universitário de João Pessoa-PB. Este trabalho foi realizado mediante protocolo aprovado o Comitê de Ética do Hospital Universitário Lauro Wanderley nº 384/10. A participante era do sexo feminino, 33 anos, com amputação transfemoral (TF) distal de membro inferior direito (MID) há 6 anos, devido à trauma por atropelamento, utiliza prótese endoesquelética, encaixe CAT-CAM, joelho protético livre e pé SACH desde sua conces-

são pelo SUS, há 6 anos. Não apresenta problemas no coto como dor, edema ou limitação de movimento. Utilizou cadeira de rodas antes da protetização, durante 2 anos.

A participante possui dismetria de membros inferiores e compensações decorrentes da amputação TF distal em MID e da injúria ortopédica adquirida no tornozelo esquerdo que se apresenta rígido em flexão plantar devido ao trauma. Utiliza calçado ortopédico de correção para a dismetria, não possui contato total do coto com a prótese que já mostra sinais aparentes de desgaste. E utiliza como auxiliar de marcha, uma muleta canadense.

Realizou-se: 1) Avaliação Fisioterapêutica identificação; anamnese, exame físico geral do paciente e do coto. 2) Coleta de marcha: análise observacional com abordagem qualitativa. Este é um procedimento de execução simples e de baixo custo quando comparada aos métodos computadorizados ^{14, 15}.

A participante caminhou em velocidade habitual em uma distância de 9 metros, dos quais foi desprezado 1 metro inicial e final correspondentes a aceleração e desaceleração da marcha. Ela deveria partir do ponto inicial (PI), caminhar até o ponto final (PF) e retornar ao PI, totalizando 18 metros percorridos a cada coleta. Foram realizadas 3 coletas com intervalos de 1 minuto entre cada uma delas.

O percurso completo totalizou 54 metros dos quais 42 metros eram analisáveis. Uma câmera Sony Cyber-shot 14.1 megapixels fixada em um tripé do modelo Vanguard 132, foi posicionada lateralmente a passarela de 9 metros. O tripé foi disposto a 6,37 metros de distância do ponto médio (3,5m) da passarela, com posicionamento definido a partir de estudo piloto prévio.

As imagens coletadas foram analisadas partindo da observação das fases da marcha: 1) Apoio (60%), definida como o intervalo no qual o pé do membro de referência se acha em contato com o solo. 2) Balanço (40%), fase em que o membro não está em contato com o solo.

■ 3. RESULTADOS

O restabelecimento da marcha independente e funcional é um dos principais focos da reabilitação em indivíduos amputados de membros inferiores ⁽¹⁶⁾. A adaptação à prótese é potencializada nas protetizações imediatas, diante disso, a falta de acesso à prótese e atendimento fisioterapêutico durante a pré-protetização, faz com que o paciente se debilite, assim, a acomodação à cadeira de rodas ou muletas pode tornar o treinamento com a prótese desgastante e desinteressante ao paciente ¹⁰.

São de extrema importância os processos de reabilitação fisioterapêutica em amputados, sendo divididos em: reabilitação pré e pós-amputação e reabilitação pré e pós-protética ¹⁷.

As próteses atuais contribuem para o aperfeiçoamento da marcha do amputado ¹⁸. Ao iniciar o treino com a prótese, o paciente tem dificuldade e insegurança em descarregar o peso nesta, de modo a ter uma marcha claudicante com comprimento de passada, velocidade de passada e fase de balanço menores que o membro não protetizado ¹⁶.

Pouco se sabe se os pacientes, após a alta, continuam a usar a prótese; tampouco se têm dados acerca do sobre a recuperação da função, deambulação ou dos fatores que podem

predizer o uso ou não da prótese ². A literatura aponta que a reabilitação só é atingida no momento em que o paciente é atendido dentro das suas necessidades motoras, apresentando possibilidades de integração econômica e social ¹.

É essencial que os profissionais ligados a reabilitação saibam avaliá-los a fim de formular um programa de reabilitação adequado para o treinamento da marcha que proporcione melhoras efetivas na qualidade de vida ⁵.

O caminhar depende de interações entre dinâmicas aferentes e o programa motor sendo prejudicado pela amputação devido à perda da função sensório-motora ¹⁹, que altera a força vertical de reação ao solo, impulsão dos membros e suporte de peso ²⁰. A marcha normal é caracterizada por movimento simétrico dos membros inferiores, enquanto que na marcha patológica esta simetria pode ser perdida ³. Essa assimetria estrutural exige ajustes dos sistemas músculo-esquelético e nervoso ²¹.

Amputados de membros inferiores não têm muitos mecanismos naturais que atenuam o impacto das forças durante a marcha, cita-se por exemplo, o cochim calcâneo e os movimentos naturais das articulações dos membros inferiores ¹⁸.

Alterações no equilíbrio e nas oscilações corporais foram observados em amputados quando comparados a indivíduos sem amputação³. Adaptações são necessárias e envolvem transferência de energia e diminuição do deslocamento do centro de gravidade ²².

Visando o equilíbrio, há um aumento do suporte de peso na perna não afetada e diminuição do tempo de apoio simples no membro protetizado ⁵, sem transferência total de peso para a prótese ²³. Entretanto, nenhum autor quantificou até o momento o desequilíbrio ou a desigualdade na descarga de peso nos membros inferiores dos amputados ²⁴.

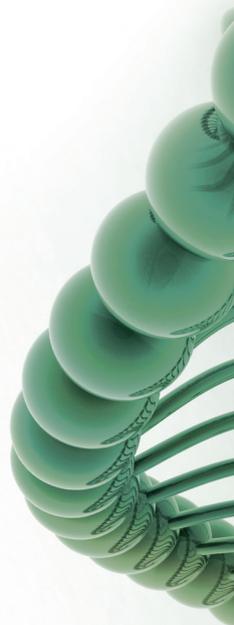
Observou-se por meio da VOGA a inclinação lateral do tronco para o lado direito; volteio de quadril, pistonamento, claudicação e diminuição do balanço dos membros superiores (MMSS). O balanço dos MMSS deve ser simétrico e com amplitude apropriada à velocidade adotada ²⁵. Infere-se que essa assimetria no balanço dos MMSS foi adquirido pelo uso da muleta. Por isso, o fisioterapeuta deve abordar o MMSS no treino de marcha, uma vez que, esta alteração se liga a dor ou desconforto, desequilíbrio ou insegurança ²⁵.

O comprimento de passo assimétrico observado em nosso estudo pode correlacionar-se à perda dos flexores plantares do tornozelo, fundamentais para o suporte do corpo, início do balanço e propulsão, conforme aponta a literatura ^{26, 27}.

Assim, mecanismos compensatórios são essenciais para cumprir o papel desta musculatura ausente em amputados ²⁶. Essa adaptação atribuída a redução de aceitação de peso no membro se dá devido a assimetria na função das pernas amputada e intacta.

Os estudos realizados por Vicente ²⁴ e seus colaboradores sugerem que amputados de membro inferior apresentam maior sobrecarga no membro intacto com maior desequilíbrio nos indivíduos de mais idade e menor tempo de protetização. Durante a reabilitação, se aprende a compensar a deterioração das habilidades sensório-motoras a partir de estratégias de adaptação ¹⁹.

Alterações no padrão da marcha ocorrem devido à secção muscular, alterando assim a capacidade de movimentar articulações proximais ³. A menor fase de apoio do membro protetizado também se dá por desconfiança do usuário frente ao dispositivo, motivando



a transferência de peso para a perna contralateral, o mais rapidamente possível²⁸. Dor ou insegurança podem ser a causa dessa aceleração da transferência de peso, provocando, assim, passos curtos e rápidos com o membro não amputado.

O membro realiza deslocamentos angulares em função do alinhamento protético. Prótese perfeitamente alinhada garante eficiência na marcha²⁸. Por meio da avaliação, identificou-se o desalinhamento. Este problema gera estresse no coto, favorecendo um padrão de marcha irregular e potencial dano para as articulações que suportam peso²⁹.

Na prática atual, o alinhamento da prótese é alcançado através da perícia e experiência do protesista somado a observações do paciente³⁰. Diante disso, o trabalho conjunto entre fisioterapeutas e protesistas é importante para alcançar funcionalidade.

O contato total com o encaixe protege a pele e permite uma boa sustentação de peso²⁸. Sua ausência gera pressão desigual no coto e favorece ferimentos e necrose. Esses aspectos que podem provocar novos procedimentos cirúrgicos e até o aumento do nível de amputações. Durante o balanço, o pistonamento agride o coto pelo atrito com as paredes do encaixe, dificultando a deambulação. Esse problema foi percebido no momento em que a prótese é suspensa após a retirada de peso corporal.

Não houve flexão do joelho protético no contato inicial, resposta a carga e apoio médio e terminal. A flexão de joelho é evitada nos 30 a 40% iniciais do ciclo em que o membro protético se encontra em apoio²⁵. Essa instabilidade criada no momento de flexão do joelho, indica um padrão de marcha ineficiente²².

A ativação precoce dos extensores do quadril em cadeia cinética fechada aumenta o tempo de suporte de peso do membro protético que é necessário para controlar perturbações e normalização da velocidade, para fins de compensação da falta da função do tornozelo^{25,31}.

Esse mecanismo garante propulsão e redução da queda excessiva do centro de massa do corpo, com a transição suave do membro³¹. Sem esta compensação, o avanço do centro de massa do corpo provocaria flexão do joelho que o amputado TF, desprovido da musculatura do quadríceps, precisaria de muito mais energia para manter-se estável durante a fase de apoio.

Somado a isso, problemas associados a prótese requerem ainda mais equilíbrio do amputado. A perda do pé gera a necessidade de controle sobre o posicionamento do membro amputado em ortostatismo e na fase de apoio, pois ele é um importante informante sobre o tipo de solo e desencadeia o reflexo medular de manutenção de equilíbrio⁷. A perda do membro não resulta somente em perda física, mas na integração entre tronco e membros que permitem a harmonia locomotora³.

A perda da força e à atrofia muscular associada à marcha com a prótese, com complicações secundárias e recorrentes atrasando a sua reabilitação e independência devem ser observadas com atenção⁴. Durante o processo de reabilitação, deve-se prezar, dentre outros aspectos, ao longo das fases pós-operatória e pré-protetização, pelo bom alinhamento do coto, alongamento e fortalecimento das musculaturas do quadril de ambos os membros.

A prevenção de contratura em flexão de quadril e da fraqueza muscular interfere positivamente na qualidade da marcha com prótese para amputados TF. Maior ênfase durante a reabilitação dos grupos musculares proximais, os extensores do quadril e abdutores pode resultar em uma maior capacidade de deambulação³².

A recuperação da força e da massa muscular é de crucial importância para a reabilitação do paciente ⁴. Em adição, o treino protético deveria focar também no em treino de equilíbrio e propriocepção pois isso facilita a manutenção da postura ortostática sem grandes oscilações repercutindo na execução da marcha com o dispositivo protético com diminuição de risco de quedas ¹⁶.

O fisioterapeuta inserido na equipe interdisciplinar pode colaborar de maneira imprescindível na diminuição ou ausência dessas complicações e em seguida avançar no processo de reabilitação dos indivíduos com a colocação da prótese, promovendo a interação da relação social e benefícios na sua qualidade de vida¹⁷.

A inclinação lateral do tronco é um desvio comum na marcha de amputados TF ³⁰, perceptível no apoio médio ³³, assemelha-se a marcha em padrão Tredelemburg. A prótese curta em relação ao corpo também é uma das causas que provocam esse desvio ³⁰.

A fraqueza dos abdutores do quadril durante o deslocamento do centro de gravidade força a inclinação lateral para contrabalançar o movimento pélvico para o lado não protetizado. Caso a amplitude e a força do paciente sejam satisfatórios deve-se observar a prótese, pois o desalinhamento diminui a ação da musculatura ³². Evidenciou-se que a participante avaliada apresenta o tamanho inadequado da prótese.

Além do tamanho inadequado da prótese, o trauma ortopédico no tornozelo contralateral necessita de calçado compensação. Esses dois aspectos comprometem a desenvoltura da deambulação da participante avaliada e prejudicam a análise da marcha. Isso ressalta a necessidade de avaliação individual e consideração de fatores que possam influenciar a marcha mesmo sem estar diretamente ligado ao coto ou a prótese.

Para o balanço do lado protético, é necessário equilibrar as perdas funcionais provocadas pela ausência do calcanhar no lado protetizado. Assim, no lado contralateral que está em apoio médio, há um aumento do trabalho dos extensores de quadril e flexores plantares elevando o centro de massa permitindo o balanço da prótese. Se a atividade flexora for demasiada ocorre o volteio de quadril, com causa também associada ao alinhamento ²⁵.

A dismetria de MMII e a rigidez do tornozelo esquerdo em flexão plantar, para realizar o toque de calcanhar no contato inicial predispueram a uma hiperextensão de joelho para que o tornozelo avance permitindo que o contato seja feito com a região posterior do calçado ortopédico.

A hiperextensão se mantém durante toda a fase de apoio. A flexão do joelho gera o distanciamento do solo no balanço. Devido falta do tornozelo, a diminuição da flexão do joelho pode favorecer ao aumento do risco de tropeços e quedas. De acordo com os registros da literatura, apesar do baixo peso da prótese, 30% do peso de um membro inferior normal, a força da flexão do quadril deve ser a mesma para compensar a diminuição da impulsão ²⁵.

O amputado deve iniciar o balanço com flexão do quadril para depois flexionar o joelho, em seguida levar o joelho em extensão se preparando para o contato inicial, evitando desvios, bem como trabalhar o equilíbrio para sentir-se seguro para realização de atividades de vida diária.

A oscilação pendular da haste produz um passo de prótese que é mais longo do que o comprimento do passo do lado contralateral característica identificada na VOGA. Verificou-se o



impacto terminal. Isto é, quando o joelho avança em extensão, a haste protética desacelera rapidamente enquanto a articulação do joelho atinge a extensão máxima no final da oscilação, ele se choca em uma parada brusca^{25,33}.

Esse desvio é audível entre o balanço terminal e o contato inicial consequente. Considerando o componente protético já desgastado pelo uso contínuo, justifica-se o aparecimento desse desvio por uma fricção insuficiente do joelho protético, além do desgaste de peças do joelho que barrem o choque brusco da haste contra o dispositivo.

O estado das peças que compõem o dispositivo protético devem receber manutenção e ajustes com o objetivo que não prejudicarem a desenvoltura da marcha.

Além disso, o medo de cair devido à descarga de peso com o joelho ainda em flexão pode justificar a extensão abrupta no balanço terminal, quando o joelho se aproxima da extensão máxima. Esse mecanismo encaixa a haste em extensão completa e permite que o pé esteja pronto para o contato inicial³³.

■ 4. DISCUSSÃO

A análise da marcha permite a identificação de desvios patológicos e adaptações que podem ser trabalhados, viabilizando o caminhar como atividade de vida diária, gerando qualidade de vida e integração social, objetivos que devem ser alcançados na reabilitação da pessoa com amputação.

Enquanto profissional que dá suporte à reabilitação, seja no pós-operatório, pré-protetização e periprotetização, consolida-se na importância da atuação do Fisioterapeuta em todo este processo, que permeia a aplicação de técnicas de alongamento, fortalecimento, treino de marcha e de equilíbrio, focando o desempenho funcional da marcha e atividades de vida diária.

A VOGA permitiu a análise de marcha de forma simples e barata, podendo ser reproduzida em consultórios e serviços de fisioterapia, sem que haja a necessidade de recorrer à dispositivos de tecnologia avançada. Identificou-se desvios que comprometem o equilíbrio, aumentam o gasto energético e predisõem o coto a riscos. A Fisioterapia atua na prevenção e correção destes desvios permitindo a adaptação à marcha com prótese e tais desvios podem ser facilmente identificados através da análise observacional de marcha em vídeo.

Como desdobramento das análises feitas, foi solicitada via SUS uma nova prótese com joelho alto-bloqueante e calçado adequados para minimizar a dismetria de membro do sujeito associados a um plano de tratamento que visa reabilitação plena da participante.

■ 5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos aqueles que auxiliaram na execução deste estudo e estiveram envolvidos de forma direta ou indiretamente com este projeto, incluindo, os pacientes, pesquisadores e profissionais que atuam no Hospital Universitário Lauro Wanderley.

6. CONFLITO DE INTERESSES

Declaramos que não há conflitos de interesse.

7. FONTE DE FINANCIAMENTO DA EXPERIÊNCIA

Declaramos que este trabalho não foi financiado por nenhum órgão de fomento, sendo realizado com financiamento próprio.

8. REFERÊNCIAS

1. Pastre CM, Salioni JF, Oliveira BAF, Micheletto M, Júnior JN. Fisioterapia e amputação transtibial. *Arq Cienc Saude Unipar.* 2005;12(2):120-4.
2. Kageyama ERO, Yogi M, Sera CTN, Yogi LS, Pedrinelli A, de Camargo OP. Validação da versão para a língua portuguesa do questionário de Medida Funcional para Amputados (Functional Measure for Amputees Questionnaire). *Fisioter Pesq.* 2008;15(2):164-71.
3. Bocchese DPH, Gama LOR. Avaliação do Equilíbrio Estático de Indivíduos Amputados Transtibiais Unilaterais. *Saúde e Pesquisa.* 2012;6(1).
4. Silva GC, de Sousa Nery CA, Chamlian TR, Buck GR. Avaliação isocinética em amputações Transtibiais análise da força muscular dos flexores e extensores dos joelhos. *movimento.* 2013;6(5).
5. Michael JW. Próteses de Membro inferior: Implicações e aplicações. In: Guanabara, editor. ROSE, J G Marcha Teoria e Prática da locomoção humana 2007. p. 201-9.
6. Marques CCdO, Stolt LROG. Perfil Clínico de Amputados de Membro Inferior Provenientes do Programa de Saúde da Família e sua Percepção sobre o Serviço de Saúde. *Rev APS.* 2012;15(2).
7. Pedrinelli A. Amputações traumáticas do membro inferior. São Paulo: Roca; 2004.
8. Maggi LE, Del Acqua CV, Curado ALCF, Lemes TT. Ficha de avaliação fisioterapêutica padronizada aplicada a deficientes físicos amputados. *Revista Movimenta* ISSN.3(4):2010.
9. Giuriolo GG. Os elementos sócio-educativos que figuram a (re) inserção profissional de pessoas com amputação de membros [dissertação]. Rio Grande do Sul: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2009.
10. Vrieling AH, van Keeken HG, Schoppen T, Otten E, Halbertsma JP, Hof AL, et al. Obstacle crossing in lower limb amputees. *Gait Posture.* 2007 Oct; 26(4):587-94. PubMed PMID: 17275306. Epub 2007/02/06. eng.

11. Eastlack ME, Arvidson J, Snyder-Mackler L, Danoff JV, McGarvey CL. Interrater reliability of videotaped observational gait-analysis assessments. *Physical therapy*. 1991; 71(6):465-72.
12. McGinley JL, Morris ME, Greenwood KM, Goldie PA, Olney SJ. Accuracy of clinical observations of push-off during gait after stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2006; 87(6):779-85.
13. Viehweger E, Pfund LZ, Hélix M, Rohon MA, Jacquemier M, Scavarda D, et al. Influence of clinical and gait analysis experience on reliability of observational gait analysis (Edinburgh Gait Score Reliability). *Annals of physical and rehabilitation medicine*. 2010; 53(9):535-46.
14. Araújo AF, Souza MEA, Menezes CA. Qualidade de vida e aspectos socioeconômicos em diabéticos tipo 1. *Arq bras endocrinol metab*. 2008;52(7):1124-30.
15. Tanaka MS, Luppi A, Morya E, Fávero FM, Fontes SV, Oliveira ASB. Principais instrumentos para a análise da marcha de pacientes com distrofia muscular de Duchenne. *Rev Neurocienc*. 2007;15(2):153-9.
16. Chamlian TR, Angrisani PG, de Resende JM, Celestino ML, Say KG, Barela AMF. Avaliação do padrão postural e marcha de pacientes amputados vasculares transtibiais protegidos. *CEP*. 2013;4032:060.
17. Costa Santos ACB, Lee DLHM. Complicações pós-operatórias em amputados de membros inferiores. *InterScientia*. 2015;2(3).
18. Oliveira TP, da Luz SCT, Szücs AP, de Andrade MC, Ávila AOV, Tonon JJ, et al. Análise do impacto mecânico nas próteses de um sujeito bi-amputado durante a marcha. *Fisioterapia e Pesquisa*. 2011; 18(1):11-6.
19. Prinsen EC, Nederhand MJ, Rietman JS. Adaptation strategies of the lower extremities of patients with a transtibial or transfemoral amputation during level walking: a systematic review. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2011; 92(8):1311-25.
20. Schmid M, Beltrami G, Zambarbieri D, Verni G. Centre of pressure displacements in trans-femoral amputees during gait. *Gait & posture*. 2005; 21(3):255-62.
21. Soares ASOC, Yamaguti EY, Mochizuki L, Amadio AC, Serrão JC. Biomechanical parameters of gait among transtibial amputees: a review. *Sao Paulo Medical Journal*. 2009; 127(5):302-9.
22. Kishner S, Monroe J. Gait analysis after amputation. *Medscape* <http://emedicine.medscape.com/article/1237638-overview> [accessed 2013 February 12]. 2010.
23. Correa JE, Ávila C, López GP, Pinzón CP, Rodríguez MG. Análisis computarizado de la marcha de amputados transfemoral unilateral con prótesis endoesquelética y exoesquelética (estudio de caso). *Revista Ciencias de la Salud*. 2003 (002):135-50.
24. Vicente EJD, Rossi BP, de Jesus MCP, Torrejais MM. Descarga de peso e prevalência de degeneração no joelho de indivíduos amputados. *Fisioterapia em Movimento*. 2013;26(3).
25. Rietman J, Postema K, Geertzen J. Gait analysis in prosthetics: opinions, ideas and conclusions. *Prosthetics and orthotics international*. 2002; 26(1):50-7.

26. Silverman AK, Fey NP, Portillo A, Walden JG, Bosker G, Neptune RR. Compensatory mechanisms in below-knee amputee gait in response to increasing steady-state walking speeds. *Gait & posture*. 2008; 28(4):602-9.
27. Rodrigues AT, Bertin V, Vitor LGV, Fujisawa DS. Crianças com e sem deficiência auditiva: o equilíbrio na fase escolar. *Revista Brasileira de Educação Especial*. 2014;20(2):169-78.
28. Fridman A, Ona I, Isakov E. The influence of prosthetic foot alignment on trans-tibial amputee gait. *Prosthetics and orthotics international*. 2003; 27(1):17-22.
29. Hillman SJ, Donald SC, Herman J, McCurrach E, McGarry A, Richardson AM, et al. Repeatability of a new observational gait score for unilateral lower limb amputees. *Gait & posture*. 2010;32(1):39-45.
30. Rodrigues DÉ, Viganó AG, Fagundes FRC, Matos AP, Soares RJ, Hirata T, et al. Análise da Influência do Alinhamento do Pé Protético na Marcha de Amputados Transtibiais. *UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde*. 2014;13(3).
31. Kovač I, Medved V, Ostojić L. Spatial, temporal and kinematic characteristics of traumatic transtibial amputees' gait. *Collegium antropologicum*. 2010;34(1):205-13.
32. Powers CM, Boyd LA, Fontaine CA, Perry J. The influence of lower-extremity muscle force on gait characteristics in individuals with below-knee amputations secondary to vascular disease. *Physical therapy*. 1996;76(4):369-77.
33. Carvalho JA. Amputações de membros inferiores: em busca da plena reabilitação: Manole; 2003.