



## Descarga de peso e prevalência de degeneração no joelho de indivíduos amputados

*Weight bearing and prevalence of knee degeneration  
in individuals with amputation*

Eduardo José Danza Vicente<sup>[a]</sup>, Bárbara Palmeira Rossi<sup>[b]</sup>, Maria Cristina Pinto de Jesus<sup>[c]</sup>,  
Márcia Miranda Torrejais<sup>[d]</sup>

<sup>[a]</sup> Doutor em Medicina pela Universidade Estadual Paulista (Unesp), câmpus Botucatu, professor adjunto III da Faculdade de Fisioterapia da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora, MG - Brasil, e-mail: eduardo.vicente@ufjf.edu.br

<sup>[b]</sup> Graduada em Fisioterapia pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora, MG - Brasil, e-mail: barrossi@hotmail.com

<sup>[c]</sup> Doutora em Enfermagem pela Universidade de São Paulo (USP), professora associada II da Faculdade de Enfermagem da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora, MG - Brasil, e-mail: mariacristina.jesus@ufjf.edu.br

<sup>[d]</sup> Doutora em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp), professora da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), câmpus Cascavel, Cascavel, PR - Brasil, e-mail: mmtorrejais@yahoo.com.br

---

### Resumo

**Introdução:** Indivíduos amputados apresentam um desequilíbrio na descarga de peso entre os membros inferiores, o que pode desencadear o desenvolvimento da osteoartrite (OA). **Objetivo:** Quantificar a descarga de peso nos membros inferiores de indivíduos protetizados e correlacionar essa descarga com tempo de protetização, idade e com a prevalência de diagnóstico de OA. **Materiais e métodos:** Participaram desta pesquisa 12 indivíduos com amputação transtibial ou transfemoral unilateral, com idade entre 19 e 64 anos. Estes foram avaliados por meio de baropodômetro computadorizado, marca IST Informatique®, modelo

Foot Work, para quantificar a descarga de peso nos membros inferiores; os participantes também foram submetidos a exame radiográfico do joelho íntegro, em incidência anteroposterior, para verificar possível degeneração articular e também foram avaliados por um médico reumatologista para associação da possível degeneração com os sinais clínicos. **Resultados:** O membro íntegro dos indivíduos apresentou uma média de descarga de peso de 58,08% ( $\pm 5,88$ ) e o membro amputado 41% ( $\pm 5,88$ ), apresentando diferença significativa. Dos 12 indivíduos, 25% apresentaram diagnóstico radiográfico de leve degeneração articular no joelho contrário à amputação e nenhum deles teve diagnóstico clínico de OA. Não houve correlação entre idade, tempo de protetização e descarga de peso. Entretanto, indivíduos com maior idade e menor tempo de protetização apresentaram maiores desequilíbrios na descarga de peso. **Conclusão:** Amputados de membro inferior apresentam maior sobrecarga articular sobre o membro íntegro, sendo que quanto maior a idade em que o indivíduo foi protetizado e menor o tempo de protetização, maior essa sobrecarga. Os que foram protetizados após a terceira década de vida apresentam maior tendência à degeneração articular do joelho íntegro.

**Palavras-chave:** Descarga. Peso. Osteoartrose. Joelho. Amputados.

### Abstract

**Introduction:** In individuals with amputation, the knees suffer an imbalance in weight bearing between lower limbs that can lead to development of osteoarthritis (OA). **Objective:** To quantify the weight bearing in lower limb prosthetic individuals and correlate this bearing with time of prosthesis use, age and prevalence of osteoarthritis diagnosis. **Materials and methods:** This study included 12 patients with unilateral transfemoral or transtibial amputation, were patients between 19 and 64 years of age. They were evaluated by a computerized baropodômetro, IST Informatique® brand, model Foot Work to quantify the weight bearing on the lower limbs, by a radiographic examination of the intact knee in the anteroposterior incidence, to verify a possible joint degeneration. Patients were also examined by a rheumatologist for possible association of degeneration with clinical signs. **Results:** The average of weight bearing of intact limb was 58.08% ( $\pm 5.88$ ) and amputated limb was 41% ( $\pm 5.88$ ), with a significant statistical difference. Twenty-five percent of the 12 individuals had radiological diagnosis of mild joint degeneration in the non-amputated knee and none of them had diagnosis of OA. There was no significant association between age, time of prosthesis use and weight bearing. However individuals with older age and shorter time of prosthesis use showed greater imbalance in the weight bearing. **Conclusion:** Lower limbs amputees have an excessive loading on the intact limb, so that the older the individual who is prosthetic and the shorter the period of prosthesis use, higher will be the excessive loading. Individuals who were prosthetic after the thirties have more tendencies to joint degeneration in the intact knee.

**Keywords:** Bearing. Weight. Osteoarthritis. Knee. Amputees.

### Introdução

Ainda hoje, amputados de membro inferior enfrentam significantes alterações físicas e desafios emocionais resultantes de suas amputações (1). Entre as características físicas, existem evidências de que eles têm maiores riscos de desenvolver osteoartrite (OA) no joelho do membro íntegro (1, 2).

A OA é um processo não inflamatório, degenerativo (3) que acomete as articulações sinoviais e caracteriza-se pela degradação progressiva da

cartilagem articular (2) e remodelação do osso subcondral. Apresenta como principais sintomas a dor e a diminuição da mobilidade articular (4, 5).

Peat et al. (6) observaram que 50% dos indivíduos com OA no joelho, diagnosticada em radiografias, não apresentavam dor, uma vez que o grau de degeneração articular observado nesses exames não é diretamente proporcional aos relatos de dor (7).

Provavelmente, um dos fatores que levam ao desenvolvimento da OA em indivíduos com idade avançada é o incremento brusco nas forças de impacto durante a

locomoção que ocorrem por volta dos 50 anos de idade. Provavelmente isso se deve ao resultado de ajustamento postural decorrente da instabilidade causada por um declínio da sensibilidade plantar tátil (8).

Articulações submetidas a um incremento na sobrecarga articular apresentam maior suscetibilidade a OA (1, 2), tanto em indivíduos com sobrepeso (9) como no membro intacto de indivíduos com amputações de membro inferior (1-3, 10-14). Entre os indivíduos com amputações transtibiais, o joelho intacto apresenta um grande risco (1).

Além disso, nos amputados, o risco de desenvolver OA é proporcional ao nível da amputação, ao tempo de protetização, à idade, à diminuição da mobilidade que pode conduzir a um ganho de peso, alterações biomecânicas nos joelhos (13) e tipo da prótese (2). Entretanto, nenhum autor quantificou até o momento o desequilíbrio ou a desigualdade na descarga de peso nos membros inferiores dos amputados.

De acordo com Royer e Koenig (3), a sobrecarga articular nos indivíduos amputados acomete as articulações tanto em repouso como durante a marcha. Contudo, a maioria dos trabalhos estuda somente as alterações durante a marcha, de forma dinâmica (2, 4, 12) e a avaliação da sobrecarga em posição de repouso, ortostática, é negligenciada (8, 12). Além disso, não existem trabalhos descrevendo de forma quantitativa o valor da sobrecarga articular que ocorre na estática, que pode induzir à OA no joelho contralateral de amputados.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi quantificar a descarga de peso nos membros inferiores de indivíduos protetizados após amputações transfemorais ou transtibiais e correlacionar essa descarga com tempo de protetização, idade, e com a prevalência de diagnóstico de OA na articulação do joelho do membro intacto.

## Materiais e métodos

### Delineamento do estudo e aspectos éticos

Trata-se de um estudo transversal, clínico e quantitativo realizado com indivíduos que aceitaram participar da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Para todo procedimento recebeu-se parecer favorável do Comitê de Ética em Pesquisa n. 190/2008.

### Amostra

Participaram desta pesquisa 12 indivíduos, de ambos os sexos, com idade variando de 19 a 64 anos, protetizados após amputações traumáticas transfemorais ou transtibiais com pé SACH, selecionados por conveniência e reabilitados das amputações na Faculdade de Fisioterapia da Universidade Federal de Juiz de Fora (FacFisio – UFJF).

Foram excluídos do estudo indivíduos com diagnóstico prévio de doenças neuromusculares, degenerativas ou reumáticas; os que faziam uso de medicamentos para outras doenças significantes; os voluntários já submetidos aos procedimentos cirúrgicos do membro inferior contrário à amputação; e os que apresentavam lesões significantes neste joelho.

### Instrumento e procedimento

Primeiramente foi solicitado aos indivíduos que realizassem, dez vezes, o passo interrompido, terminando sempre em cima do baropodômetro. O indivíduo deveria repetir quatro vezes a posição funcional de parada de membro inferior; depois a análise da descarga de peso no membro amputado e no membro intacto era realizada utilizando-se o sistema de baropodometria eletrônica (IST Informatique, modelo Foot Work) com superfície ativa de 400 mm × 400 mm, revestido de policarbonato, com 2.704 captadores, trabalhando a uma frequência fixa de 150 Hz, durante 30 segundos. O sistema foi adquirido por meio do edital Universal Fapemig (CDS – APQ - 01730-09) pertencentes ao Laboratório de Pesquisa em Reabilitação Musculoesquelética (LPRM) da FacFisio–UFJF.

Em um segundo momento, os voluntários foram submetidos a uma avaliação radiográfica por meio de radiografias do joelho no membro intacto, em incidência anteroposterior, realizada por um médico radiologista. Em seguida, esses indivíduos, juntamente com o diagnóstico radiológico, passavam por uma avaliação clínica com médico reumatologista.

Os dois médicos pertenciam ao serviço de Clínica Médica do Centro de Atenção a Saúde do Hospital Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora (CAS – HU – UFJF) e diagnosticaram uma possível OA de acordo com os critérios do American College of Rheumatology (14).

## Análise estatística

Após obtenção dos dados, realizou-se análise exploratória por meio do cálculo de medidas de tendência central. O teste de Wilcoxon foi usado para avaliar se as diferenças entre descargas de peso do membro amputado e intacto eram significativas. Além disso, realizaram-se testes não paramétricos de correlação de Spearman rho entre as variáveis idade e descarga de peso e tempo de protetização e descarga de peso. Todos os testes foram realizados com o programa estatístico Statistical Package for Social Science (SPSS), versão 8.0 e o nível de significância foi  $\alpha = 0,05$ .

## Resultados

Dos 12 indivíduos analisados, 41,7% (5/12) eram protetizados após amputações transtibiais e 58,3% (7/12), protetizados após amputações transfemorais. Destes, 16,7% (2/12) eram mulheres, uma com amputação transtibial e outra com transfemoral, e 83,3% (10/12) eram homens, quatro com amputação transtibial e seis com transfemoral.

A idade média foi de 50,33 anos ( $\pm 13,62$ ), estando o voluntário mais jovem com 19 anos e o mais velho com 64 anos. Esses indivíduos apresentaram o índice de massa corpórea (IMC) com média de 24,4 kg/m<sup>2</sup> ( $\pm 3,25$ ), variando de 18,8 a 30,8 e média do tempo de protetização de 10,54 ( $\pm 12,89$ ) anos, variando de 0,42 a 32 anos (Tabela 1).

Em relação à descarga de peso nos membros inferiores, observa-se que 100% (12/12) deles apresentavam assimetria. No membro intacto, a média da porcentagem

de descarga foi de 58,08% ( $\pm 5,88$ ) variando de 51 a 68%. Já no membro protetizado, a média da porcentagem de descarga de peso foi 41% ( $\pm 5,88$ ) variando de 32 e 49%. Houve relação significativa entre as descargas de peso ( $p = 0,002$ ) (Figura 1).

Pela análise radiográfica dos indivíduos protetizados, nota-se que 75% (9/12) não apresentaram nenhuma alteração degenerativa, nem diminuição do espaço articular na articulação do joelho. Os outros 25% (3/12) apresentaram um grau leve de diminuição do espaço articular e leve presença de degeneração (Figura 2).

A análise clínica reumatológica, realizada de acordo com os critérios do ACR e associada aos sinais radiográficos demonstrou que nenhum dos indivíduos apresentou diagnóstico de OA.

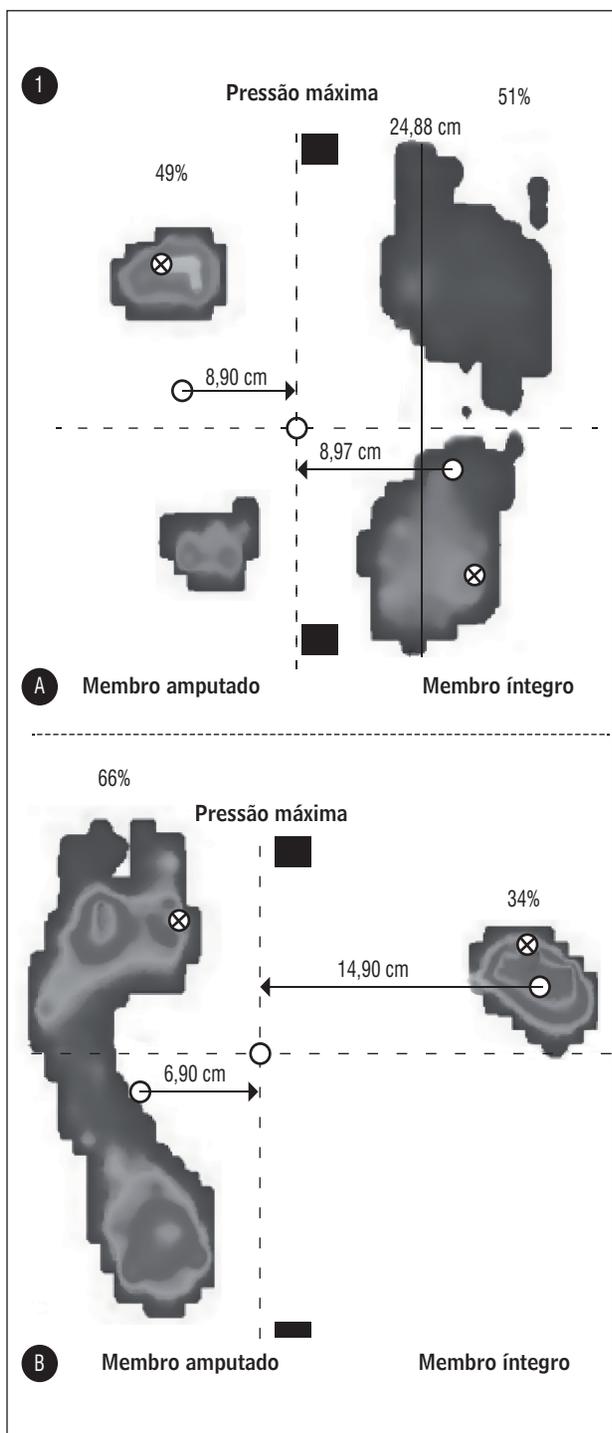
Quando comparados o desequilíbrio na descarga de peso e a idade dos indivíduos protetizados, observou-se que aqueles com maior idade (64 e 62 anos) apresentavam, o mesmo desequilíbrio (60% do peso do corpo no membro intacto e 40% no membro amputado). O indivíduo com 61 anos apresentou desequilíbrio de 59% do peso do corpo no membro intacto e 41% no membro amputado. Em relação ao indivíduo mais novo (19 anos), observou-se o menor desequilíbrio entre os membros (51% do peso do corpo no membro intacto e 49% no membro amputado). Por meio do teste de Spearman rho não foi observada correlação  $r = 0,35$  e  $p = 0,27$ .

Em relação ao desequilíbrio na descarga de peso com o tempo de protetização, observou-se que os indivíduos com maior tempo de uso de prótese (32, 30 e 29 anos) apresentaram desequilíbrios de 67% do peso do corpo no membro intacto e 33% no membro

**Tabela 1** - Idade, índice de massa corpórea, tempo de protetização e porcentagem da descarga de peso no membro intacto e no membro protetizado dos 12 indivíduos estudados

Indivíduos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Idade (anos)	50	19	60	39	37	61	62	56	61	42	64	53
Índice de massa corpórea (kg/m <sup>2</sup> )	23,22	24,4	21,45	24,64	25,3	23,6	24,4	30,8	22,3	24,72	18,82	29,7
Tempo de protetização (anos)	29	5	32	3,5	30	6	0,5	0,5	0,42	0,67	1	18
Descarga de peso no membro intacto (%)	51	51	67	59	56	52	60	62	59	68	60	52
Descarga de peso no membro protetizado (%)	49	49	33	41	44	48	40	38	41	32	40	48

Fonte: Dados da pesquisa.



**Figura 1** - Representação da impressão plantar de dois indivíduos amputados no baropodômetro

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: Em A tem-se um indivíduo protetizado no membro inferior esquerdo que apresentou menor assimetria na descarga de peso entre os membros inferiores, com valores de 51% no membro intacto e 49% no membro protetizado. Em B tem-se um indivíduo protetizado no membro inferior direito que apresentou maior assimetria na descarga de peso entre os membros inferiores, com 66% no membro intacto e 34% no protetizado.

amputado; 56% do peso do corpo no membro intacto e 44% no membro amputado e 51% do peso do corpo no membro intacto e 49% no membro amputado. Já os indivíduos com menor tempo de protetização, um com 5 meses e dois com 6 meses apresentaram desequilíbrios de 59% do peso do corpo no membro intacto e 41% no membro amputado; 60% do peso do corpo no membro intacto e 40% no membro amputado e 62% do peso do corpo no membro intacto e 30% no membro amputado, respectivamente. Por meio do teste de Spearman rho também não foi observada correlação  $r = -0,37$  e  $p = 0,22$ .

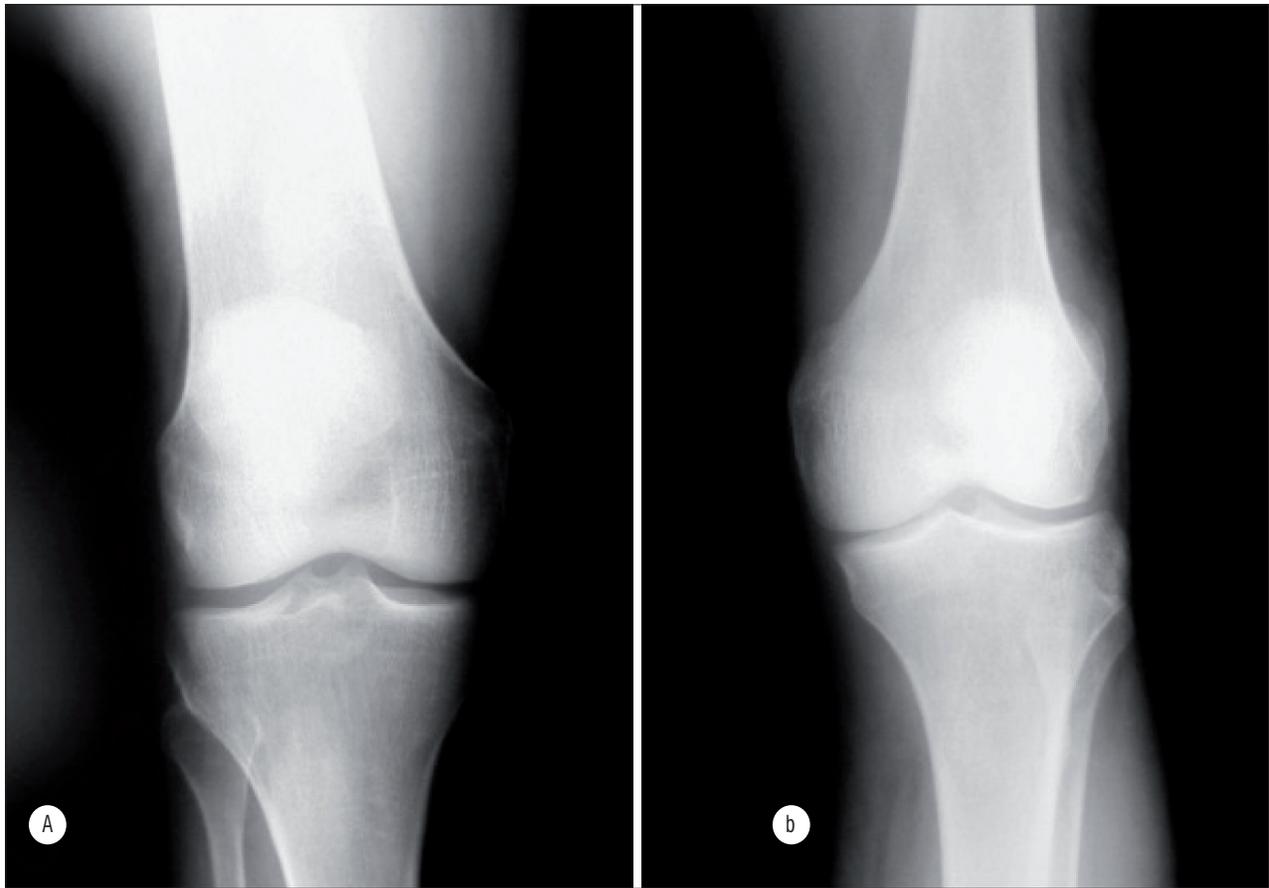
Finalmente quando relacionados o desequilíbrio na descarga de peso com a prevalência de diagnóstico de OA na articulação do joelho do membro intacto, de acordo com os critérios do American College of Rheumatology, observou-se que nenhum dos pacientes recebeu diagnóstico de OA.

Dessa forma, não houve correlação quando foram comparados descarga de peso nos membros inferiores com tempo de protetização, idade, e com a prevalência de diagnóstico de OA na articulação do joelho do membro intacto.

### Discussão

Vários autores descrevem que a causa da amputação não atua significativamente na porcentagem de descarga de peso entre o membro protetizado e o intacto dos indivíduos (1, 3, 10-13, 15-17). Dessa forma, neste estudo, não houve separação dos indivíduos em virtude da etiologia da amputação, de modo que amputados por trauma não foram separados de amputados por problemas vasculares e alocados em grupos distintos. Baraúna et al. (18) avaliaram indivíduos amputados somente por etiologia traumática, comparando com indivíduos sem amputações.

De acordo com Marks (9), a partir dos 40 anos, os indivíduos sem amputações já apresentam maior predisposição a desenvolver OA de joelho quando comparados com indivíduos com menos de 40 anos. Entretanto, observou-se que, na maioria dos artigos estudados, a idade não é delimitada, uma vez que amostras homogêneas de indivíduos amputados de membros inferiores unilaterais ou bilaterais são difíceis de serem obtidas. Nesse trabalho, os 12 indivíduos amputados unilateralmente apresentavam idade variando de 19 a 64 anos, nove deles estavam com mais de 40 anos e três demonstravam pela análise



**Figura 2** - Radiografias em incidência anteroposterior da articulação do joelho no membro intacto de dois indivíduos amputados

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: Em A pode-se observar o espaço articular preservado, sem sinais de degeneração articular. Em B nota-se uma leve diminuição do espaço articular e degeneração, principalmente no compartimento medial.

radiográfica uma leve degeneração articular, sem diagnóstico clínico de OA.

Esses indivíduos apresentaram um índice de massa corpórea com média de  $24,44 \text{ kg/m}^2 (\pm 3,25)$ . Marks (9), em seu trabalho, correlacionou IMC e idade e observou que dos 24 indivíduos com mais de 40 anos diagnosticados com OA de joelho, 80% apresentaram IMC maior que  $25 \text{ kg/m}^2$ , classificando-os como indivíduos com sobrepeso ou obesos. Em nosso estudo, dois dos 12 indivíduos apresentaram IMC entre  $25 \text{ kg/cm}^2$  e  $30 \text{ kg/cm}^2$ , não recebendo diagnóstico de OA de joelho. Entretanto, o único indivíduo com IMC maior que  $30 \text{ kg/cm}^2$  apresentou diminuição leve do espaço articular, de acordo com a avaliação radiológica.

Royer e Koenig (3), estudando a densidade mineral óssea em indivíduos com amputações unilaterais transtibiais, por meio de radiografias específicas com e sem contraste, observaram que a densidade da tíbia

do membro intacto era 45% maior no membro protetizado. Os autores concluíram que o membro intacto, porque recebe maior sobrecarga mecânica, apresenta maior densidade mineral óssea.

Mussman et al. (17) aplicaram um questionário em 47 amputados protetizados de membro inferior e observaram que 64% deles afirmavam descarregar mais o peso do corpo sobre o membro intacto durante atividades físicas.

Não obstante, Baraúna et al. (18), comparando as oscilações do centro de gravidade no plano sagital e no plano frontal em indivíduos amputados de membro inferior e em indivíduos não amputados, observaram que os indivíduos amputados oscilam mais para o lado não amputado. Resultados semelhantes foram descritos por Isakov et al. (19), os quais verificaram um aumento das oscilações para o lado não amputado. De acordo com Geurts e Mulder (20), quando adotam posição

ortostática e estática, indivíduos amputados tendem a ter desequilíbrios para o lado de maior massa, ou seja, para o lado não amputado.

Baraúna et al. (18), oferecendo nova explicação acerca do desequilíbrio, afirmam que em amputados ocorre uma perda da informação proprioceptiva da pele, tecido subcutâneo, cápsula articular, ligamentos, tendões e músculos, como resultado da amputação. Essa perda de informação faz com que os indivíduos sobrecarreguem, com uma maior descarga de peso, o membro intacto.

O desequilíbrio na descarga de peso entre o membro intacto e protetizado não pôde ser confrontado com outro trabalho, pois nenhum outro autor utilizou o equipamento para esse tipo de análise. Entretanto, vários outros autores com diferentes equipamentos e métodos obtiveram resultados semelhantes aos nossos (3, 17-20).

Por meio da análise radiográfica, percebeu-se que 75% dos voluntários avaliados não apresentaram diminuição do espaço articular e/ou presença de degeneração na articulação do membro intacto. Os 25% restantes foram classificados pelo radiologista como leve diminuição do espaço articular e presença de degeneração. Burke et al. (11) utilizaram um critério semelhante para avaliar o desgaste articular na articulação do joelho. Em seus resultados, nota-se que 26,21% dos indivíduos estudados (11/42) apresentavam desgaste articular. Entretanto, quando analisada a gradação desse desgaste, encontrou-se degeneração articular de grau leve, moderado ou intenso. Esses autores concluíram que o membro intacto de indivíduos amputados unilaterais é susceptível à degeneração articular e conseqüentemente a OA.

Quando associamos a análise radiográfica com a avaliação clínica reumatológica, percebemos que nenhum dos 12 indivíduos estudados recebeu diagnóstico de OA no joelho contrário à amputação, não apresentando sinais ou sintomas tais como dor, sinovite, rigidez matinal e crepitação. Essa ausência de sinais clínicos em indivíduos que apresentaram leve diminuição do espaço articular e presença de degeneração no exame radiológico também foi observada por Peat et al. (6), e provavelmente seja explicada pelo curso lento progressivo e degenerativo dessa doença crônica.

Lemaire e Fisher (12) perceberam um aumento significativo na incidência de AO naqueles indivíduos protetizados por amputações transtibiais, com mais de 65 anos e com um tempo de uso de prótese superior a 25 anos. Norvell et al. (1), utilizando o questionário de

gradação de dor crônica, entrevistaram 62 indivíduos amputados e protetizados em vários níveis e observaram uma prevalência de dor no joelho contrário ao lado amputado em 40,3% dos indivíduos. Provavelmente, esse é um dos primeiros sinais de uma degeneração na articulação do joelho, como resultado de um desequilíbrio na descarga de peso entre os membros inferiores de indivíduos amputados.

Segundo Burger et al. (21), estima-se que entre 68 e 88% dos indivíduos amputados usam suas próteses mais de 7 horas diárias para auxiliar na mobilidade e atividades rotineiras. Apenas um pequeno número de amputados não permanece com suas próteses a maior parte do dia, sendo que este pode ser um fator que influencia na sobrecarga mecânica sobre o membro intacto e possível degeneração articular. Nesse trabalho todos os indivíduos estudados utilizavam suas próteses mais de 7 horas diárias; entretanto, acredita-se que o tempo de uso diário, de uma forma isolada, não pode servir como parâmetro para uma análise do grau de degeneração, já que podemos encontrar amputados que permanecem mais de 12 horas com a prótese, embora trabalhem sentados.

Em relação às variáveis *tempo de protetização*, *idade dos indivíduos* e *grau de degeneração articular*, observou-se que, na comparação da descarga de peso entre os membros inferiores, os indivíduos que usavam prótese há mais tempo não apresentavam grandes desequilíbrios na descarga de peso entre o membro amputado e intacto; já aqueles com menor tempo de protetização apresentavam maior desequilíbrio. Dois dos três indivíduos diagnosticados com leve diminuição do espaço articular apresentavam período de protetização inferior a um ano. Entretanto, estes eram os que possuíam maiores assimetrias na descarga de peso e que foram protetizados com mais de 40 anos.

O que se percebe ao analisar isoladamente cada caso é que, quanto maior o tempo de protetização, menor a porcentagem da assimetria entre as descargas de peso. Isso é compatível com os achados de Baraúna et al. (18), que ao estudarem as oscilações corporais dos indivíduos protetizados observaram que estas são inversamente proporcionais ao tempo em anos de uso da prótese. Em nosso trabalho, não houve relação significativa entre tempo de protetização e sobrecarga no membro intacto, provavelmente por causa da não homogeneidade da amostra em relação ao tempo de protetização. A maioria dos trabalhos com amputados, quando apresentam um número satisfatório de indivíduos, não consegue uma amostra homogênea; e quando

a amostra é homogênea, o grupo é pequeno demais para que conclusões sejam encontradas.

Também não houve relação significativa entre a idade dos voluntários e a descarga de peso exercida sobre seus membros inferiores. Isso provavelmente ocorreu pelo mesmo motivo da não relação entre tempo de protetização e assimetria na descarga, ou seja, por causa da não homogeneidade da amostra no quesito idade dos indivíduos. Dos 12 voluntários, quatro foram protetizados antes dos 33 anos, e destes, três possuíam pequena assimetria na descarga entre seus membros inferiores. Dos que foram protetizados com mais de 40 anos, a maioria apresentou maior disparidade entre as descargas. Tal fato é explicado por Borer (22), que, ao revisar textos sobre o efeito do exercício no crescimento musculoesquelético, salienta que a maturidade desse sistema é atingida na terceira década de vida.

Provavelmente, futuras pesquisas que envolvam maior número de indivíduos, ou indivíduos com características semelhantes como idade, peso, tempo de uso de prótese, tipo de componentes da prótese, entre outras, poderão nos dar outras respostas em relação ao tema abordado.

## Conclusão

Amputados de membro inferior apresentam maior sobrecarga no membro intacto com maior desequilíbrio nos indivíduos de mais idade e menor tempo de protetização. Indivíduos protetizados apresentam leve degeneração articular após a terceira década de vida.

## Agradecimentos

A Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (Fapemig) (edital universal – processo – CDS/APQ - 01730-09) pelo sistema de baropodometria eletrônica (IST Informatique, modelo Foot Work) e pela bolsa concedida.

## Referências

- Norvell DC, Czerniecki JM, Reiber GE, Maynard C, Pecoraro JA, Weiss NS. The prevalence of knee pain and symptomatic knee osteoarthritis among veteran traumatic amputees and nonamputees. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(3):487-93.
- Morgenroth DC, Segal AD, Zelik KE, Czerniecki JM, Klute GK, Adamczyk PG, et al. The effect of prosthetic foot push-off on mechanical loading associated with knee osteoarthritis in lower extremity amputees. *Gait Post.* 2011;34(4):502-7.
- Royer T, Koenig M. Joint loading and bone mineral density in persons with unilateral, trans-tibial amputation. *Clin Biomech.* 2005;20(10):1119-25.
- Kaufman KR, Hughes C, Morrey BF, Morrey M, An K. Gait characteristics of patients with knee osteoarthritis. *J Biomech.* 2001;34(7):907-15.
- Metcalfe AJ, Stewart C, Postans N, Dodds AL, Holt CA, Roberts AP. The effect of osteoarthritis of the knee on the biomechanics of other joints in the lower limbs. *Bone Joint J.* 2013;95-B(3):348-53.
- Peat G, Mccarney R, Croft P. Knee pain and osteoarthritis in older adults: a review of community burden and current use of primary health care. *Ann Rheum Dis.* 2001;60(2):91-7.
- Maly MR, Costigan PA, Olney SJ. Mechanical factors relate to pain in knee osteoarthritis. *Clin Biomech.* 2008;23(6):796-805
- Robbins S, Waked E, Krouglicof N. Vertical impact increase in middle age may explain idiopathic weight-bearing joint osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82(12):1673-7.
- Marks R. Obesity profiles with knee osteoarthritis: correlation with pain, disability, disease progression. *Obesity.* 2007;15(7):1867-74.
- Eberhart HD, Elftman H, Inman VT. The locomotor mechanism of the amputee. *Human limbs and their substitutes.* New York: McGraw-Hill; 1954.
- Burke MJ, Roman V, Wright V. Bone and joint changes in lower limb amputees. *Ann Rheum Dis.* 1978;37(3):252-4.
- Lemaire ED, Fisher R. Osteoarthritis and elderly amputee gait. *Arch Phys Med Rehabil.* 1994;75(10):1094-9.
- Kulkarni J, Adams J, Thomas E, Silman A. Association between amputation, arthritis and osteopenia in British male war veterans with major lower limb amputations. *Clin Rehab.* 1998;12(4):348-53.
- Gailey R, Allen K, Castles J, Kucharik J, Roeder M. Review of secondary physical conditions associated with lower-limb amputation and long-term prosthesis use. *J Rehabil Res Dev.* 2008;45(1):15-30.

15. Bellamy N, Klestov A, Muirden K, Kuhnert P, Do K, O'gorman L, et al. Perceptual variation in categorizing individuals according to American College of Rheumatology classification criteria for hand, knee, and hip osteoarthritis (OA): observations based on an Australian Twin Registry study of OA. *J Rheumatol*. 1999;26:2654-8.
16. Nolan L, Wit A, Dudziński K, Lees A, Lake M, Wychowański M. Adjustments in gait symmetry with walking speed in trans-femoral and transtibial amputees. *Gait Posture*. 2003;17(2):142-51.
17. Mussman M, Altwerger W, Eisenstein J, Turturro A, Glockenberg A, Bubbers L. Contralateral lower extremity evaluation with a lower limb prosthesis. *J Am Podiatry Assoc*. 1983;73(7):344-6.
18. Baraúna MA, Duarte F, Sanchez HM, Malusá S, Campello-Silva CD, et al. Avaliação do equilíbrio estático em indivíduos amputados de membros inferiores através da biofotogrametria computadorizada. *Rev Bras Fisioter*. 2005;10(1):83-90.
19. Isakov E, Mizrahi J, Ring H, Susak Z, Hailim N. Standing sway and weight-bearing distribution in people with below-knee amputations. *Arch Phys Med Rehabil*. 1992;73(2):174-8.
20. Geurts ACH, Mulder TW. Attention demands in balance recovery following lower limb amputation. *J Motor Behav*. 1994;26:162-70.
21. Burger H, Marincek C, Isakov E. Mobility of persons after traumatic lower limb amputation. *Disabil Rehabilitation*. 1997;19(7):852-29.
22. Borer KT. The effects of exercise on growth. *Sports Medicine*. 1995;20(6):375-97.

Recebido: 03/10/2012

Received: 10/03/2012

Aprovado: 20/06/2013

Approved: 06/20/2013