

Aplicação do dispositivo de avaliação pressórica na transferência de carga entre os membros inferiores nas doenças unilaterais do joelho*

Application of pressure evaluation device in assessing the load transfer between the lower limbs in unilateral pathologies of the knee joint

ALFREDO MARQUES VILLARDI¹, CIRÍACO VILLARDI², GILBERTO LUÍS CAMANHO³, MAURÍCIO CAGY⁴

RESUMO

Objetivo: Avaliar comparativamente a distribuição estática de carga dos membros inferiores (MMII) em portadores de doenças unilaterais do joelho e em indivíduos saudáveis. **Métodos:** Utilizando o dispositivo de avaliação pressórica (DAP), desenvolvido pelos autores, a partir do método do esfigmomanômetro modificado, no período entre janeiro e março de 2002, foram avaliados 40 indivíduos, com idade variando entre 25 e 66 anos, divididos em dois grupos, sendo o grupo I composto por portadores de doença unilateral do joelho, com queixas de dor, e o grupo II, por voluntários sem história de doença ou sintomas nos membros inferiores. O DAP consiste em uma base de acrílico, sobre a qual são fixadas duas outras placas também de acrílico. Entre a base e cada placa superior, foi introduzida uma bolsa inflável de esfigmomanômetro, sendo a leitura da pressão dos MMII feita nos dois aneróides analógicos. **Resultados:** No grupo I, a diferença média dos valores pressóricos entre os membros sadio e acometido foi de 30,15mmHg. No grupo I, a média das pressões no membro sadio foi

significativamente maior que a média no membro acometido ($p < 0,05$). No grupo II, não houve diferença significativa entre as médias de pressão dos membros dominante e contralateral ($p = 0,14$). A assimetria média do grupo I foi de 15,61%, enquanto que no grupo II, de apenas 0,72%. **Conclusões:** A avaliação da distribuição estática de pressões dos MMII leva a concluir que existe transferência de cargas do membro inferior portador de doença do joelho para o membro contralateral.

Descritores – Joelho/patologia; Extremidade inferior; Avaliação/métodos; Esfigmomanômetros; Suporte de carga

ABSTRACT

Objective: To compare the static load distribution in lower limbs (MMII), in individuals with unilateral knee pathologies and in healthy individuals. **Method:** Using a pressure evaluation device (DAP) developed by the authors, based on the modified sphygmomanometer method, from January to March 2002, the authors assessed 40 individuals with ages ranging from 25 to 66 years, divided into two groups: group I made up by individuals with unilateral knee pathologies with complaints of pain, and group II made up by volunteers with no history of disease or symptoms in the lower limbs. The DAP consists in an acrylic stand in which two other acrylic plates are mounted. A sphygmomanometer inflatable cuff was introduced between the base plate and each attached plate, and the reading of MMII pressure is made in the two analogical aneroids. **Results:** In group I, the difference of the pressure values between the healthy and the pathologic limbs was 30.15 mmHg. In group I, the average pressure in the healthy limb was significantly higher than the average pressure in the diseased limb ($p < 0,05$). In group II, there was no significant difference between the average pressures of the dominant and the contralateral limbs ($p = 0.14$). The mean asymmetry in group I was 15.61%, whereas it was only 0.72% in group II. **Conclusions:** An evaluation of the static pressure distribution between the MMII leads to the conclusion that there is a load transfer from the limb with a knee joint disease to the contralateral limb.

Keywords – Knee/pathology; Lower extremity; Evaluation/methods; Sphygmomanometers; Weight-bearing

* Trabalho realizado na Clínica Ortopédica Villardi, Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

1. Mestre em Medicina pela Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio de Janeiro (RJ), Brasil; Membro do Centro de Artroplastia e Reconstrução Articular do Instituto Nacional de Traumatismo-Ortopedia – Hospital de Traumatismo-Ortopedia – INTO-HTO – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.
2. Médico Ortopedista, Membro Titular da SBOT e Membro do Corpo Clínico do Hospital São Vicente de Paulo – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.
3. Professor Associado da Universidade de São Paulo – USP – São Paulo (SP), Brasil.
4. D.Sc. em Engenharia Biomédica e Professor Adjunto do Departamento de Epidemiologia e Bioestatística da Universidade Federal Fluminense – UFF – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

Endereço para correspondência: Av. Maracanã, 3.200/C01, Tijuca – 20530-231 – Rio de Janeiro (RJ) – Brasil. Tel.: (21) 2278-9177. E-mail: avillardi@ig.com.br

Recebido em 9/11/05. Aprovado para publicação em 26/9/06.
Copyright RBO2006

INTRODUÇÃO

Não é pouco freqüente, na prática diária, observarmos pacientes portadores de doença unilateral do joelho desenvolverem dor no joelho contralateral, sem qualquer indício de sinal patológico. A hipótese que consideramos ao nos depararmos com tal fato é de que por um mecanismo, provavelmente reflexo de proteção articular, haja tendência à diminuição da carga no membro inferior acometido, reduzindo as forças axiais de compressão e, conseqüentemente, as de reação do solo. Sendo assim, a carga aliviada desse membro inferior seria transferida para o membro contralateral, produzindo sobrecarga relativa neste último.

A avaliação quantitativa da transferência de cargas entre membros, contudo, requer o uso de dois instrumentos de medição de carga, o que pode acarretar um custo impeditivo. O esfigmomanômetro modificado (EM) consiste em aplicação alternativa do aparato comum do esfigmomanômetro com vistas a medições de carga e representa solução simples e barata para a avaliação da transferência de carga entre membros.

Tendo sido primeiramente proposto por Helewa *et al*⁽¹⁾ para avaliar a força da musculatura abduutora do ombro, o EM tem sido empregado por diversos autores para avaliação da força de outros grupamentos musculares, tais como de membros inferiores e superiores⁽²⁾ e da região cervical⁽³⁾; todos concluíram que o método do EM mostrou-se como instrumento confiável e promissor na avaliação isométrica da força muscular.

Baseados no princípio do EM, imaginamos desenvolver um instrumento capaz de avaliar a pressão exercida – dispositivo de avaliação pressórica (DAP) – por membro simultaneamente e verificar a possibilidade de transferência de carga de um membro para o outro nos casos de doença unilateral do joelho.

O objetivo deste estudo é testar a validade dessa hipótese, estimando a possibilidade de transferência estática de carga de um membro inferior acometido por doença monoarticular do joelho para o membro contralateral, em comparação com um grupo controle de indivíduos saudáveis, utilizando-se o DAP como instrumento de avaliação das cargas axiais dos MMII.

MÉTODO

No período entre 10 de janeiro e 20 de março de 2002, foi realizada a avaliação da distribuição de carga axial dos MMII, por meio do DAP, em 40 indivíduos, recrutados pelos autores, entre pacientes de sua clínica privada. Os sujeitos da pesquisa foram distribuídos em dois grupos: o grupo I foi composto por 20 pacientes portadores de doença unilateral do joelho,

com queixas álgicas, e o grupo II, por 20 voluntários, sem história ou sintomas de doenças nos MMII. Todos os participantes autorizaram a posterior publicação dos dados obtidos pela pesquisa.

Do total de indivíduos estudados no grupo I, 10 eram do sexo masculino (50%) e 10 do feminino (50%), com idade variando entre 25 e 66 anos (média de 51,1 anos). No grupo II, 14 eram do sexo feminino (70%) e seis do masculino (30%), com média de idade igual a 43 anos, sendo a maior igual a 61 e a menor, igual a 26 anos (tabelas 1 e 2).

A massa corporal dos indivíduos examinados não foi informada pelos próprios. No grupo I variou entre 130kg e 56kg, sendo a média igual a 74,6kg. No grupo II, variou entre 81kg e 29kg, sendo a média igual a 60,7kg.

Convencionamos como lado dominante dos membros inferiores o mesmo dos membros superiores. Na totalidade dos casos, a dominância foi do lado direito. A doença mais freqüentemente encontrada nos pacientes do grupo I foi a osteoartrose, em 10 casos, seguida por lesão do menisco medial em sete, lesão do menisco lateral em um, lesão do ligamento cruzado anterior em um e síndrome dolorosa patelofemoral em um caso (gráfico 1).

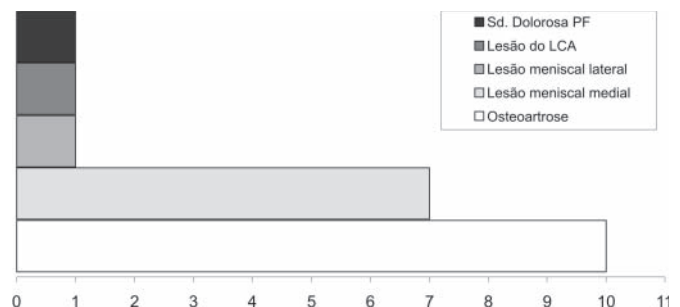


Gráfico 1 – Afecções patológicas encontradas no grupo I

Fonte: Clínica privada dos autores – 2002

O DAP consiste de uma base acrílica com 46cm de largura × 35cm de comprimento e 10mm de espessura, sobre a qual são fixadas nas suas extremidades, com parafusos e porcas, duas outras placas também de acrílico, de mesma espessura, com 18cm de largura × 35cm de comprimento, havendo uma distância de 10cm entre as duas placas superiores. Entre a base e cada placa superior, está uma bolsa inflável de borracha de esfigmomanômetro, sendo o dispositivo apoiado sobre uma base de madeira, coberta com fórmica (figura 1).

Foram utilizados dois esfigmomanômetros aneróides *Premium*[®], certificados pelo INMETRO, com escala analógica de 0 a 300mmHg, com intervalo de 2mmHg. O diâmetro dos para-

TABELA 1
Indivíduos estudados e valores pressóricos obtidos no grupo I

Iniciais	Sexo	Idade em anos	Massa corporal (kg)	Lado	P dir	P esq	Doença	P total
PSR	M	63	130	E	160	120	OA	280
SJSS	M	34	77	D	80	100	MM	180
FBP	M	28	76	D	76	102	ML	178
HAR	F	64	78	D	72	110	OA	182
MOGM	F	25	56	D	74	82	LCA	156
DRC	M	65	57	D	64	78	OA	142
CBS	F	64	67	E	110	62	OA	172
NPF	F	53	85,5	D	98	120	MM	218
MEMB	M	66	58	D	70	92	OA	162
MGSB	F	52	91	D	102	136	OA	238
GPDC	M	39	67	D	81	90	MM	171
MEG	F	57	76	E	141	81	OA	222
DFC	F	45	88	E	118	90	MM	208
ARS	M	61	63	D	62	108	MM	170
ISAS	M	50	80	E	118	92	MM	210
ASA	F	65	70	D	70	112	OA	182
CMBS	M	53	72	E	122	82	OA	204
CMC	F	60	64	E	102	78	OA	220
SFST	F	41	67	D	72	98	SDPF	210
ADF	M	37	70	E	122	92	MM	214

M = Masculino; F = Feminino; Lado = Lado da doença; D = Direito; E = Esquerdo; P dir = Pressão do membro inferior direito; P esq = Pressão do membro inferior esquerdo; OA = Osteoartrose; MM = Lesão meniscal medial; ML = Lesão meniscal lateral; LCA = Lesão do ligamento cruzado anterior; SDPF = Síndrome dolorosa patelofemoral; P total = Somatório das pressões dos membros inferiores.

TABELA 2
Indivíduos estudados e valores pressóricos obtidos no grupo II

Iniciais	Sexo	Idade em anos	Massa corporal (kg)	Lado dominante	P dir	P esq	Doença	P total
MCC	F	37	63	D	92	94	GC	186
ALCCV	F	31	29	D	40	42	GC	82
RCCCV	F	44	49	D	70	68	GC	138
NFG	M	61	78	D	108	112	GC	220
CCN	F	26	74	D	100	98	GC	198
MSSS	F	42	73	D	98	100	GC	198
JAMS	M	49	81	D	108	102	GC	210
GRA	M	37	63	D	84	82	GC	166
DJGN	F	34	44	D	60	62	GC	122
COMC	M	60	74	D	96	94	GC	190
MTFS	F	51	42	D	62	58	GC	120
RSO	F	34	74	D	100	98	GC	198
MDCR	F	52	55	D	72	74	GC	146
DLL	F	55	58	D	78	84	GC	162
JGCV	M	29	70	D	104	98	GC	202
RFA	M	31	58	D	72	74	GC	146
CMPO	F	39	52	D	74	68	GC	142
MJCS	F	55	65	D	98	92	GC	190
AMSM	F	53	58	D	82	78	GC	160
MCP	F	40	55	D	78	72	GC	150

M = Masculino; F = Feminino; D = Direito; E = Esquerdo; P dir = Pressão do membro inferior direito; P esq = Pressão do membro inferior esquerdo; GC = Grupo controle; P total = Somatório das pressões dos membros inferiores.

fusos de fixação das placas foi pouco menor do que o diâmetro dos respectivos furos, servindo como guias e possibilitando a excursão das placas superiores, ao serem pressionadas.



Figura 1 – Dispositivo de avaliação pressórica, apoiado sobre sua base

As bolsas foram infladas até a pressão de 20mmHg para que houvesse a mesma calibragem de ar residual em cada bolsa (figura 2).



Figura 2 – Observar a marcação em 20mmHg nos dois esfigmomanômetros aneróides

No centro da placa base, foi feita marcação para coincidir com um peso de chumbo ligado a uma corda de náilon, como um fio de prumo, presa a um cinto colocado no examinado, para referência no posicionamento sobre o DAP.

Os indivíduos examinados pisaram com um dos pés sobre cada placa e, após alguns segundos, ao estabilizar-se a oscilação, a leitura da pressão foi feita simultaneamente, sendo subtraído o valor inicial de 20mmHg (figuras 3 e 4).

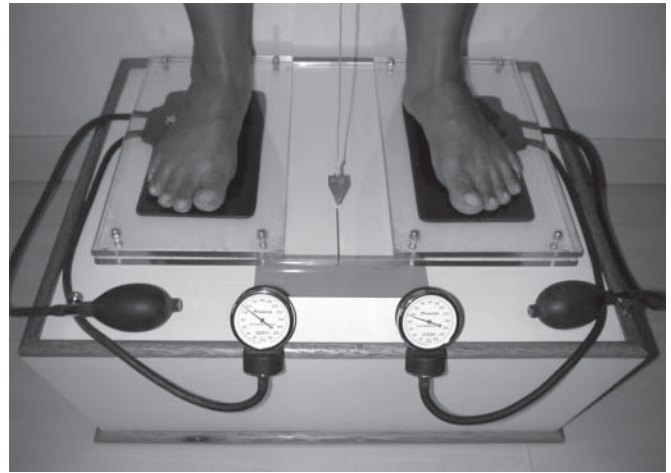


Figura 3 – Paciente posicionada sobre o DAP. Observar o detalhe da coincidência do peso de chumbo com a marca vermelha no centro da placa.



Figura 4 – Detalhe da aferição simultânea da pressão dos MMII

Os valores pressóricos obtidos foram avaliados sob três enfoques:

1) As somas das pressões nas duas placas foram comparadas com os pesos informados por todos os indivíduos por meio de regressão linear simples, obtendo-se a reta de regressão e o coeficiente de correlação.

2) Os valores de pressão medidos foram comparados entre os membros acometido e sadio, para o grupo I, e entre os membros dominante e contralateral, para o grupo II. Para tal, empregou-se o teste *t* de Student para amostras pareadas, com nível de significância de 5%. Assim, a obtenção de um valor-*p* < 0,05 apóia estatisticamente a rejeição da hipótese nula de iguais médias de carga em ambos os membros.

3) Calculou-se, para cada grupo, o valor de assimetria de cargas. Definida como a razão entre a diferença e a soma das cargas em ambos os membros de um indivíduo, a assimetria representa o desbalanceamento percentual de cargas entre membros. Em outras palavras, ela expressa o quanto a carga em cada membro difere do valor que seria esperado idealmente, isto é, metade do peso por membro. Assim, a assimetria foi comparada entre os grupos empregando-se o teste de Wilcoxon para amostras independentes (*rank sum*), também com nível de significância de 5%. Nesse caso, a obtenção de um valor-*p* menor que 0,05 apóia estatisticamente a rejeição da hipótese nula de iguais valores medianos de assimetria entre os grupos.

RESULTADOS

A regressão linear entre os pesos informados pelos indivíduos e as respectivas leituras de pressão nas placas resultou em um coeficiente de correlação de 0,934, sendo a reta de regressão e o diagrama de espalhamento dos pares peso-pressão apresentados no gráfico 2.

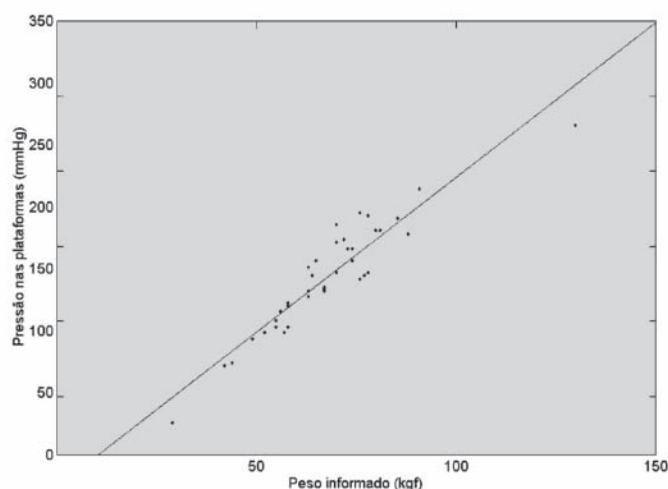


Gráfico 2 – Regressão linear entre os pesos informados e as leituras de pressão

A maior pressão encontrada em um membro inferior foi de 160mmHg e a menor, de 40mmHg. A pressão total média (média do somatório das pressões dos MMII de cada indivíduo) foi de 191,95mmHg no grupo I e de 166,30mmHg no grupo II. Neste grupo, a diferença média dos valores pressóricos entre os membros dominante e contralateral foi de apenas 1,3mmHg dos MMII, o que não parece ser indício de maior carga no membro dominante. Já no grupo I, a diferença média

dos valores pressóricos entre os membros sadio e acometido foi de 30,15mmHg, indicando maior carga nos membros saudáveis.

Ao compararmos os valores pressóricos do grupo I, observamos que, na totalidade dos casos, a pressão aferida no lado em que o joelho estava doente foi menor que a pressão do lado oposto (tabela 1).

No grupo II, em 12 casos (60%), houve discreto aumento dos valores pressóricos no lado dominante (0,38%), enquanto que, nos outros oito casos (40%), ocorreu pequeno aumento de pressão no membro contralateral (0,28%).

Com base no teste *t* de Student, a média das pressões no membro sadio foi significativamente maior que a média no membro acometido (valor-*p* < 0,05 para teste unilateral) para o grupo I. Para o grupo II, não houve diferença significativa entre as médias de pressão dos membros dominante e contralateral (valor-*p* = 0,14 para teste bilateral).

A assimetria média do grupo I foi de 15,61% (desvio-padrão de 6,67%), enquanto que, no grupo II, a assimetria média foi de apenas 0,72% (desvio-padrão de 2,36%). A considerável diferença entre os valores de desvio-padrão nos dois grupos impediu a aplicação de análise estatística pelo teste *t* de Student, motivo pelo qual se optou por um teste não paramétrico (Wilcoxon), o qual sugere haver diferença estatisticamente significativa entre as assimetrias medianas dos dois grupos (valor-*p* < 0,05).

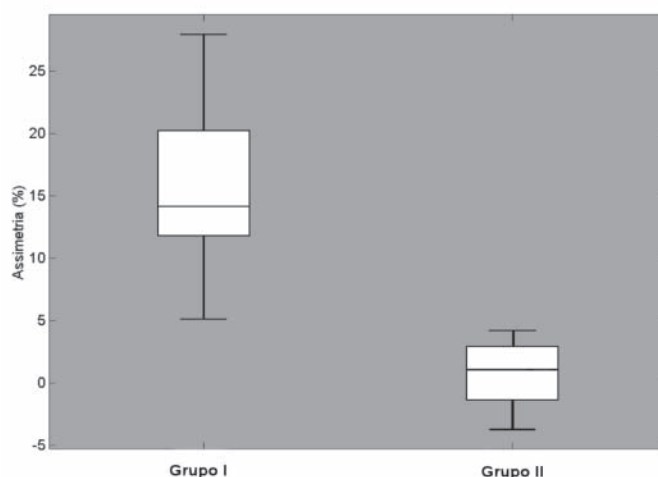


Gráfico 3 – Box-plot dos valores de assimetria para ambos os grupos

O gráfico 3 apresenta o *box-plot* dos valores de assimetria para ambos os grupos. Neste gráfico, nota-se que todos os valores de assimetria para o grupo I são positivos (maior car-

ga no membro sadio), enquanto que, para o grupo II, há valores positivos e negativos (não há necessariamente maior carga no lado dominante). Ademais, nota-se que não há superposição entre as duas distribuições, característica que reforça a inferência estatística resultante do teste de Wilcoxon.

DISCUSSÃO

O esfigmomanômetro modificado (EM) vem sendo empregado, principalmente, para avaliação da força muscular, em diversas situações. Helewa *et al* descreveram e utilizaram esse método para avaliar a força da musculatura abduutora do ombro, concluindo ser método prático, portátil, confortável, seguro e de baixo custo⁽¹⁾. Rice *et al* avaliaram a força de vários grupamentos musculares dos membros inferiores e superiores de 118 pacientes idosos, utilizando o método do EM⁽²⁾. Vernon *et al* avaliaram a força muscular da região cervical e concluíram que o método do EM mostrou-se confiável e promissor na avaliação isométrica da musculatura cervical em indivíduos normais e sintomáticos⁽³⁾. Dunn utilizou o EM em estudo comparativo avaliando a força de preensão entre crianças com afecções reumatológicas e crianças normais de três a sete anos⁽⁴⁾. Kaegi *et al* avaliaram a força de extensão do cotovelo e do quadril de 36 indivíduos idosos com o EM, concluindo que o método é prático e confiável⁽⁵⁾. Delgado *et al* utilizaram o esfigmomanômetro modificado (EM) como instrumento de avaliação da força dos músculos extensores e flexores da articulação do joelho em militares⁽⁶⁾. Shipham e Pitout avaliaram a força preensora da mão e correlacionaram com o grau de limitação para realização de atividades de vida diária de pacientes portadores de artrite reumatóide⁽⁷⁾.

Assim, a vasta aplicabilidade do EM na avaliação de força suporta a opção de utilizarmos o DAP para este estudo, somando a isso a sua praticidade, eficiência, o fato de ser portátil, de rápida aplicação e apresentar custo reduzido quando comparado com outros métodos de avaliação de pressão.

A possibilidade de transferência estática de carga de um membro inferior acometido por doença monoarticular do joelho para o membro contralateral é ratificada pelo estudo que analisou a distribuição consciente de peso nos membros inferiores de portadores de lesão do LCA, utilizando a baropodometria como método de avaliação⁽⁸⁾.

Partindo, portanto, da hipótese inicial de que deveria haver equilíbrio na distribuição de cargas entre os membros inferiores numa população normal, aferimos a pressão dos MMII em voluntários sem história de doença nos MMII (grupo II), para identificar o comportamento de distribuição de cargas em indivíduos normais. Sabendo que pressão é a razão de força

sobre área, admitimos que, ao aplicarmos uma determinada força sobre uma plataforma não flexível, essa força seria transmitida através da placa de acrílico de modo uniforme, comprimindo uniformemente a bolsa inflável do esfigmomanômetro e produzindo, assim, uma determinada pressão em mmHg.

Bohannon e Lusardi, comparando o EM com a dinamometria com *strain gauge* na avaliação da força flexora do cotovelo, constataram que os valores correlacionam-se com segurança, concluindo que ambos os métodos são confiáveis. Entretanto, salientam que o EM não é a melhor opção para avaliar indivíduos muito fortes que possam produzir pressões maiores que 210mmHg⁽⁹⁾. No presente estudo, a pressão máxima obtida de um membro inferior foi de 160mmHg, o que está dentro do limite de segurança e confiabilidade apregoado pelo estudo de Bohannon e Lusardi⁽⁹⁾. Ademais, o coeficiente de correlação obtido (0,934, i.e. próximo da unidade) reforça a relação linear entre os valores de pressão no DAP e de peso corporal. Considerando-se que se utilizou nessa regressão o valor de massa corporal informado pelo próprio paciente, um valor de correlação possivelmente maior poderia ser obtido caso se dispusesse de uma balança de precisão.

A diferença média entre as pressões dos MMII no grupo II sugere que haja equilíbrio na distribuição de carga entre os membros inferiores, como já era previsto. A média dos valores encontrados no grupo I foi 23 vezes maior, apontando para que efetivamente ocorra transferência de carga de um membro inferior para o contralateral na vigência de doença unilateral do joelho. Esse resultado tornou-se mais consistente ao observarmos que, no membro inferior portador de doença, os valores pressóricos eram maiores do que naqueles não lesados, na totalidade dos casos do grupo I.

No grupo II, não foi evidenciado predomínio nítido de aumento de pressão entre os MMII quando tentamos relacionar com o lado de dominância. Em 12 casos (60%), houve discreto aumento dos valores pressóricos no lado dominante, enquanto que, em oito casos (40%), esse comportamento não foi detectado. Possível explicação para tal ocorrência é a dificuldade de estabelecer a dominância de membros inferiores, principalmente em indivíduos não atletas, e/ou a falta de correlação entre lado de dominância e distribuição de cargas entre os MMII.

Acreditamos que o parâmetro de assimetria de pressão entre os MMII é de extrema importância nessa avaliação, porque esse índice retrata o percentual da carga total do indivíduo (peso corpóreo) que está sendo transferido de um membro inferior para o outro. Ao se compararem os valores médios

entre os dois grupos, observou-se que os indivíduos do grupo I transferiram 15,61% da carga total do membro inferior portador de doença para o contralateral. Os do grupo II, por seu turno, transferiram apenas 0,72% da carga total. Isso significa que os indivíduos do grupo I apresentaram variação de transferência 21 vezes maior que os do grupo II, considerando-se a carga total do indivíduo.

Syed e Davis associaram a obesidade com a fadiga do quadríceps⁽¹⁰⁾. Para eles, essa fadiga muscular produziria diminuição da capacidade de absorção de cargas na articulação do joelho, com conseqüente sobrecarga articular com aumento das forças de reação do solo. Eles acreditam que essas condições possam levar à degeneração articular precoce⁽¹⁰⁾. Relacionando as hipóteses formuladas por esses autores e a observação dos resultados encontrados em nosso estudo, podemos imaginar que uma taxa média de transferência da ordem de 15,61% da carga total do indivíduo venha a representar sobrecarga articular considerável.

Aceitando a hipótese de que o sobrepeso acarretaria fadiga quadricipital e conseqüente diminuição da capacidade de ab-

sorção de impacto articular, podemos supor que o quadro de dor no joelho contralateral ao joelho lesionado pode ser explicado por meio desses fenômenos. Entretanto, acreditamos ser extremamente importante o aprofundamento do estudo de distribuição de cargas dos MMII não só estáticas quanto dinâmicas, para que haja melhor entendimento dessa e de novas hipóteses que possam surgir.

CONCLUSÕES

1) Observou-se diferença significativa nas médias de valores pressóricos nos MMII no grupo I, resultado este não encontrado no grupo II.

2) Os valores de assimetria de pressão entre os MMII dos indivíduos do grupo I foram significativamente maiores que os relativos ao grupo II.

3) A avaliação da distribuição estática de pressões dos MMII leva-nos a concluir que existe transferência de cargas do membro inferior portador de doença do joelho para o membro contralateral.

REFERÊNCIAS

1. Helewa A, Goldsmith CH, Smythe HA. Patient, observer and instrument variation in the measurement of strength of shoulder abductor muscles in patients with rheumatoid arthritis using a modified sphygmomanometer. *J Rheumatol.* 1986;13(6):1044-9.
2. Rice CL, Cunningham DA, Paterson DH, Rechnitzer PA. Strength in an elderly population. *Arch Phys Med Rehabil.* 1989;70(5):391-7.
3. Vernon HT, Aker P, Aramenko M, Battershill D, Alepin A, Penner T. Evaluation of neck muscle strength with a modified sphygmomanometer dynamometer: reliability and validity. *J Manipulative Physiol Ther.* 1992;15(6):343-9.
4. Dunn W. Grip strength of children aged 3 to 7 years using a modified sphygmomanometer: comparison of typical children and children with rheumatic disorders. *Am J Occup Ther.* 1993;47(5):421-8.
5. Kaegi C, Thibault MC, Giroux F, Bourbonnais D. The interrater reliability of force measurements using a modified sphygmomanometer in elderly subjects. *Phys Ther.* 1998;78(10):1095-103.
6. Delgado C, Fernandes Filho J, Barbosa FP, Oliveira HB. Utilização do esfigmomanômetro na avaliação da força dos músculos extensores e flexores da articulação do joelho em militares. *Rev Bras Med Esporte.* 2004;10(5):362-70.
7. Shiphram I, Pitout SJ. Rheumatoid arthritis: hand function, activities of daily living, grip strength and essential assistive devices. *Curationis.* 2003;26(3):98-106.
8. Soares RJ, Cohen M, Abdalla RJ. Alterações nos mecanismos compensatórios corporais após reconstrução do ligamento cruzado anterior. *Rev Bras Ortop.* 2003;38(5):281-90.
9. Bohannon RW, Lusardi MM. Modified sphygmomanometer versus strain gauge hand-held dynamometer. *Arch Phys Med Rehabil.* 1991;72(11):911-4.
10. Syed IY, Davis BL. Obesity and osteoarthritis of the knee: hypotheses concerning the relationship between ground reaction forces and quadriceps fatigue in long-duration walking. *Med Hypotheses.* 2000;54(2):182-5.