

# Baropodometria eletrônica estática em pacientes com metatarsalgia

## Static electronic baropodometry in patients with metatarsalgia

Renan Marson Costa<sup>1</sup>, Joao Luiz Vieira da Silva<sup>2</sup>, Gianfrancesco Marconato<sup>1</sup>, Sarah Carolina Diogo de Moraes<sup>3</sup>, Maria Thereza Burko Rocha<sup>3</sup>

1. Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.

2. Universidade Federal do Paraná e Universidade Positivo, Curitiba, PR, Brasil.

3. Acadêmica do Curso de Medicina da Universidade Positivo, Curitiba, PR, Brasil.

### RESUMO

**Objetivo:** Analisar os valores obtidos em baropodometria eletrônica em pacientes com metatarsalgia.

**Métodos:** Estudo retrospectivo observacional de dados de prontuário (gênero, altura, peso, IMC, lateralidade do pé, tamanho do calçado e diagnóstico clínico) e de valores obtidos em exame de baropodometria eletrônica estática (distribuição de carga, pressão máxima e média). Foram selecionados 39 pacientes com queixa clínica de metatarsalgia e que foram submetidos à baropodometria eletrônica estática.

**Resultados:** O sexo feminino foi mais prevalente (58,9%) e 61,53% dos pacientes apresentavam sobrepeso ou obesidade. A média do valor de pressão máxima foi de 1,76kgf/cm<sup>2</sup> e a relação de distribuição de carga no antepé/retopé foi de 0,86. Houve correlação significativa entre IMC e valor de pressão máxima. Não foi encontrada correlação com o tamanho do calçado.

**Conclusão:** Os valores de baropodometria obtidos neste estudo foram semelhantes ao obtido na literatura. Obtivemos um maior valor de pressão máxima em pacientes obesos e com sobrepeso, podendo sugerir um maior risco de dor metatarsal nesta população.

**Nível de Evidência III; Estudos Diagnósticos; Estudo de pacientes não consecutivo; Sem padrão de referência "ouro" aplicado uniformemente.**

**Descritores:** Metatarsalgia; Marcha; Pressão; Doenças do Pé/diagnóstico.

### ABSTRACT

**Objective:** To analyze the values obtained by electronic baropodometry in patients with metatarsalgia.

**Methods:** A retrospective observational study of medical data (gender, height, weight, body mass index, foot laterality, shoe size and clinical diagnosis) and values obtained by static electronic baropodometry (load distribution and maximum and mean pressure) was performed. A total of 39 patients with clinical complaints of metatarsalgia were selected and subjected to static electronic baropodometry.

**Results:** Female gender was more prevalent (58.9%) among patients, and 61.53% of the patients were overweight or obese. The mean maximum pressure was 1.76kgf/cm<sup>2</sup>, and the forefoot-to-rearfoot load distribution ratio was 0.86. There was a significant correlation between body mass index and maximum pressure. No correlation was found with shoe size.

**Conclusion:** The baropodometry values measured in this study were similar to those reported in the literature. Obese and overweight patients had a higher maximum pressure value, which suggests a higher risk of metatarsal pain in this population.

**Level of Evidence III; Diagnostic Studies; Study of non consecutive patients; Without consistently applied reference "gold" standard.**

**Keywords:** Metatarsalgia; Gait; Pressure; Foot diseases/diagnosis.

**Como citar esse artigo:** Costa RM, Silva JLV, Marconato G, Moraes SCD, Rocha MTB. Baropodometria eletrônica estática em pacientes com metatarsalgia. Sci J Foot Ankle. 2019;13(2):124-8.

Trabalho realizado na Universidade Positivo, Curitiba, PR, Brasil e Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.

**Correspondência:** Renan Marson Costa. Rua Parintins, 245, Vila Izabel, Curitiba, PR, Brasil. CEP: 80320270. E-mail: renan.marson@gmail.com

**Conflito de interesses:** não há. **Fonte de financiamento:** próprio.

**Data de Recebimento:** 28/02/2019. **Data de Aceite:** 25/04/2019. **Online em:** 31/05/2019.



## INTRODUÇÃO

A metatarsalgia é a causa mais frequente de dor no pé, podendo estar presente de forma isolada ou associada a outras patologias<sup>(1,2)</sup>. Pode ser definida como a dor no antepé, sobre a cabeça de um ou mais metatarsos<sup>(3)</sup>. Fatores como anatomia do pé, deposição excessiva de força durante a marcha, tipos de exercício físico, calçados e doenças sistêmicas podem desencadear esse tipo de dor<sup>(3,4)</sup>.

As causas de metatarsalgia podem ser divididas em 3 grupos maiores: primárias, secundárias e iatrogênicas. As causas primárias são relativas a alterações anatômicas do pé e dos metatarsos, dentre elas estão: halux valgus, deformidades congênitas das cabeças metatarsais, rigidez do gastrocnêmio e arco plantar excessivamente alto. A metatarsalgia secundária é causada por condições que levam a aumento da carga de forma indireta como, por exemplo, sinovite crônica, artrite reumatoide, gota, sequelas de fraturas e doença de Freiberg. Por fim, a metatarsalgia iatrogênica pode ser causada após procedimentos cirúrgicos do antepé<sup>(3)</sup>.

O diagnóstico é feito com base em exame clínico e de imagens, como radiografias e ressonância magnética<sup>(5)</sup>. O estudo da distribuição das pressões plantares através de uma plataforma de registro eletrônico – baropodometria eletrônica – tem sido um recurso cada vez mais estudado e utilizado na avaliação da metatarsalgia<sup>(6)</sup>.

Além do valioso auxílio complementar no diagnóstico, a baropodometria eletrônica pode ser útil no tratamento, ajudando na confecção de órteses, palmilhas e calçados adequados à distribuição de carga plantar observada<sup>(7)</sup>.

Poucos estudos na literatura nacional avaliaram a metatarsalgia e suas implicações na pressão exercida no pé<sup>(5,7)</sup>. O objetivo deste estudo é analisar as alterações nos valores obtidos em baropodometria eletrônica em pacientes com metatarsalgia, comparando estes dados com a literatura, e buscando correlações clínicas.

## MÉTODOS

Este trabalho obteve aprovação do Comitê de Ética, com registro na Plataforma Brasil, sob o número do CAAE: 08329619.7.0000.0093.

Trata-se de um estudo retrospectivo observacional. Foram incluídos no estudo pacientes com diagnóstico clínico de metatarsalgia e que tenham sido submetidos à realização de baropodometria eletrônica estática. O diagnóstico e exame foram realizados por um único cirurgião ortopédico,

especialista em cirurgia do pé e tornozelo, no período de fevereiro de 2017 a junho de 2018, em um consultório médico particular na cidade de Curitiba – PR. Esse exame é realizado de forma rotineira para todos os pacientes na avaliação clínica deste cirurgião, desde que haja consentimento para sua realização. Foram excluídos do estudo 2 pacientes menores de 18 anos, que não foram submetidos ao exame baropodométrico. A partir desses critérios, 39 pacientes foram selecionados para o estudo e, através do registro em prontuário médico eletrônico, foram colhidos dados clínicos e de imagem.

Todos os pacientes deste estudo foram submetidos a avaliação baropodométrica com a utilização do mesmo aparelho e orientados por um único cirurgião ortopédico especialista em pé e tornozelo. Os pacientes foram posicionados em cima da plataforma, posição ortostática, com os pés paralelos e os braços pendentes ao lado do corpo (Figura 1). O equipamento utilizado foi uma plataforma de força do Sistema de Análise Foot Work Pro (IST Informatique - Intelligence Service et Technique, França), da marca AM3 software, versão 1.1.3.0.

Os dados coletados foram: gênero, altura (m), peso (kg), IMC, lateralidade do pé com metatarsalgia, tamanho do calçado e diagnóstico clínico. As variáveis baropodométricas no exame estático analisadas foram: percentual da carga plantar do antepé e retopé (definidos como anterior e posterior ao centro de gravidade do pé, respectivamente), percentual da carga plantar de cada pé individualmente (pressão média e pressão média no pé direito e esquerdo, KPa) e valor de pressão máxima plantar (Pmáx) em kgf/cm<sup>2</sup> (Figura 2).

Todos os dados foram dispostos em planilhas no programa Excel. As variáveis contínuas foram expressas como média e desvio padrão e comparadas através dos testes não paramétricos Wilcoxon ou Mann-Whitney. As análises de correlação executadas foram as paramétricas de Pearson<sup>(8)</sup>. As variáveis categóricas foram expressas em porcentagens. As análises estatísticas foram efetuadas com o pacote estatístico Graphpad Prism 7, sendo considerado um nível de significância de 5% (p=0,05).

Por tratar-se de um estudo retrospectivo no qual foram feitos apenas a análises de dados de prontuário e de exame previamente realizado, e por não haver identificação do paciente em nenhum momento, não foi necessária aplicação de termo de consentimento livre e esclarecido, sendo, portanto, dispensado. Um termo de dispensa do consentimento foi realizado com orientação e autorização do comitê de ética e pesquisa.



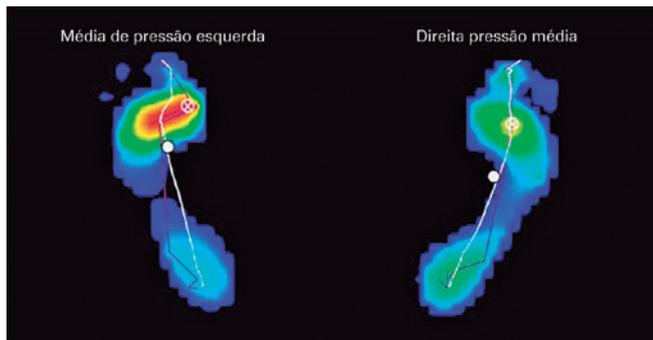
**Figura 1.** Paciente posicionado para mensuração e coleta de dados de baropodometria eletrônica estática.  
**Fonte:** Arquivo pessoal do autor.

**Tabela 1.** Dados epidemiológicos de prontuário

	Frequência	%
Sexo		
Masculino	16	41,02
Feminino	23	58,97
Idade (anos)		
<25	0	0
25- 39	9	23,07
40-59	20	51,28
>60	10	25,64
Lateralidade		
Direito	7	17,94
Esquerdo	5	12,82
Bilateral	27	69,23
IMC		
Menor que 18,5	0	0
18,5-24,9	15	38,46
25,0-29,9	19	48,71
Maior que 30,0	5	12,82

IMC: Índice de massa corporal.

**Fonte:** Elaborado pelo autor com base nos resultados da pesquisa.



**Figura 2.** Exemplo de mapeamento e medições com baropodometria eletrônica.  
**Fonte:** Arquivo pessoal do autor.

**Tabela 2.** Comparação do valor pressórico (kgf/cm<sup>2</sup>) x lateralidade

Lateralidade	Pressão	Pressão contralateral	P
Direito (n=7)	1,85±0,35	1,75±0,32	0,688
Esquerdo (n=5)	1,85±0,36	2,02±0,37	0,625

**Fonte:** Elaborado pelo autor com base nos resultados da pesquisa.

## RESULTADOS

Foram analisados os dados de 39 pacientes, sendo 16 (41,0%) do sexo masculino e 23 (58,9%) do sexo feminino. A média de altura global foi de 1,65m e a média do peso de 71kg. O IMC médio foi de 26,44. Do total, 24 pacientes (61,53%) tinham IMC classificado como acima do normal, ou seja,  $\geq 25\text{kg/m}^2$ , e 5 pacientes (12,8%) foram classificados como obesos, com IMC maior que  $30\text{kg/m}^2$ . A idade média foi de 50,8 anos (Tabela 1).

Quanto à lateralidade, 7 (17,9%) apresentavam dor metatarsal apenas no lado direito, 5 (12,8%) no lado esquerdo e 27 (69,2%) bilateralmente. Não foram observadas diferenças significativas entre a pressão máxima ipsilateral e contralateral ao pé da metatarsalgia. Os valores encontrados podem ser observados na Tabela 2. No grupo com acometimento bilateral observou-se que 44% possuía valores

de pressão máxima maior no pé direito, e 56% no pé esquerdo. Não foi encontrada relação de significância entre o tamanho do calçado e os valores de pressão plantar.

Os valores médios obtidos de pressão média, pressão máxima e distribuição de carga nos pés podem ser observados na Tabela 3.

Foi realizada a análise de correlação entre IMC e pressão máxima em cada um dos pés. Obtivemos valor de *p* significativo (0,001) nessa associação, quando levamos em conta os dados obtidos do pé esquerdo. Nos dados a respeito do pé direito o valor de *p* obtido foi de 0,015. A Pmáx média do grupo dos pacientes obesos foi de  $2,051\text{kgf/cm}^2$ , ao passo que a média geral foi de  $1,76\text{kgf/cm}^2$ . É possível afirmar que a relação entre IMC e valor de pressão máxima é diretamente proporcional.

## DISCUSSÃO

A metatarsalgia é uma condição clínica que envolve dor plantar embaixo das cabeças dos metatarsos. A resposta normal esperada do corpo, nessa condição, é evitar

**Tabela 3.** Valores médios obtidos em análise baropodométrica

	Valor
Pressão média (kgf/cm <sup>2</sup> )	
Direito	0,53
Esquerdo	0,57
Geral	0,55
Pressão máxima (kgf/cm <sup>2</sup> )	
Direito	1,82
Esquerdo	1,7
Geral	1,76
Distribuição de carga (%)	
Antepé	46,3
Retropé	53,6
Relação antepé/retropé	0,86

**Fonte:** Elaborado pelo autor com base nos resultados da pesquisa.

o aumento da pressão nessas áreas dolorosas, levando a um aumento da carga em outras regiões do pé<sup>(9)</sup>. Wafai et al.<sup>(10)</sup> identificaram que os sintomas álgicos no pé levam à assimetria da pressão plantar, e a quantificação dessa assimetria pela baropodometria poderia ser útil na identificação e diagnóstico das patologias. Alguns artigos avaliaram a distribuição de carga entre o antepé e o retropé em indivíduos normais<sup>(11,12)</sup>. Birtane et al.<sup>(11)</sup> encontraram uma relação da distribuição de carga antepé/retropé de 1,03, em indivíduos não obesos. Lalande et al.<sup>(12)</sup> obtiveram uma relação de 0,93, quando avaliados indivíduos saudáveis. A relação antepé/retropé em nosso estudo foi de 0,83. Essa pequena diferença pode ser explicada por uma tendência natural dos pacientes com metatarsalgia, envolvidos em nosso estudo, de diminuição da carga no antepé, como mecanismo de proprioceptivo de diminuir a dor, e consequentemente, aumento da carga no retropé.

Martin et al.<sup>(13)</sup> avaliaram, assim como nosso estudo, a distribuição da carga em 100 indivíduos com metatarsalgia. Eles obtiveram um valor de 45,8% da carga em região de antepé e 54,2% da carga no retropé. Esses números foram muito próximos aos obtidos em nosso estudo, e isto reforça a tendência de aumento da carga em retropé de pacientes com dor metatarsal.

Existe uma associação, já estabelecida na literatura, entre obesidade e dores e desconforto nos pés. Essa sintomatologia gera influência negativa na qualidade de vida<sup>(14,15)</sup>. No aspecto baropodométrico, Fabris et al.<sup>(16)</sup> encontraram um aumento geral do valor da pressão plantar máxima na população obesa, com média de 0,894kgf/cm<sup>2</sup> e distribuição da carga prevalente em antepé. No mesmo estudo, o grupo controle de população com IMC considerado normal, apresentou a média de pressão plantar máxima de

0,636kgf/cm<sup>2</sup> e carga prevalente em retropé. Esse aumento da pressão máxima no grupo de pacientes obesos também foi observado em nosso estudo.

Como consequência do aumento da sobrecarga e sua relação com metatarsalgia e outras queixas no pé, principalmente durante a prática de atividade física, a população obesa sofre com um dilema: como perder peso, se a prática de muitas atividades físicas leva à dor? Para isso, além do controle da dieta, atividades físicas sem carga e que não produzam impacto devem ser estimuladas<sup>(14, 17)</sup>.

O tratamento das metatarsalgias com utilização de palmilhas metatarsais é um método barato e eficiente no alívio dos sintomas<sup>(18)</sup>. O melhor posicionamento destas palmilhas deve ser feito imediatamente proximal à cabeça metatarsal<sup>(18,19)</sup>. Alguns estudos<sup>(19,20)</sup> fizeram a avaliação do uso da palmilha sobre a pressão exercida no pé, com auxílio de baropodometria, e concluíram que o correto posicionamento leva a uma diminuição da pressão máxima na cabeça metatarsal, ocorrendo redistribuição da carga, proximalmente.

A utilização de órteses customizadas para o tratamento da metatarsalgia demonstrou melhora significativa nos sintomas e na redução da pressão plantar<sup>(21)</sup>. Poon et al.<sup>(3)</sup> ainda defenderam o uso da baropodometria para auxiliar a confecção de órteses customizadas, mais eficazes no controle dos sintomas. Quanto ao tipo de calçado em pacientes com metatarsalgia, devem ser preferencialmente confortáveis, com câmara anterior larga e alta e um solado espesso. Schuh et al.<sup>(22)</sup> comprovaram a eficácia de sandálias customizadas em pacientes com dor metatarsal, obtendo um melhor resultado no tempo e distância de caminhada ao se utilizá-las. Sapatos com solado em “mata borrão” também podem ser úteis no alívio dos sintomas durante a marcha<sup>(23)</sup>.

Nosso estudo apresenta limitações. A utilização de um grupo controle assintomático e a separação de grupos por causa de metatarsalgia poderiam aprofundar as análises comparativas. Outro fator limitante é o baixo número de pacientes na amostra. Novos estudos com maior número de participantes, utilização de grupo controle comparativo e análise prospectiva poderiam trazer novas informações relevantes para o tema.

## CONCLUSÃO

Os valores obtidos em nossa análise foram condizentes com o encontrado na literatura. Pacientes obesos e com sobrepeso apresentaram em nosso estudo maior valor de pressão plantar máxima e maior distribuição de carga em

região de antepé. Ainda que, pelos dados de nosso estudo, não possamos concluir a relação entre excesso de peso e metatarsalgia, é importante atentar para o possível risco

aumentado nessa população. Sugerimos que novos estudos com grupos controle comparativos e avaliação prospectiva sejam realizados.

**Contribuição dos autores:** Cada autor contribuiu individual e significativamente para o desenvolvimento deste artigo: RMC \*(<https://orcid.org/0000-0001-9978-1975>) redação do artigo, interpretou resultados do estudo, participou do processo de revisão, aprovou a versão final; JLV \*(<https://orcid.org/0000-0002-9038-2895>) concebeu e planejou as atividades que levaram ao estudo, participou do processo de revisão, aprovou a versão final; GM \*(<https://orcid.org/0000-0002-2767-7797>) participou do processo de revisão, aprovou a versão final; SCDM \*(<https://orcid.org/0000-0002-7553-1485>) redação do artigo, interpretou resultados do estudo, redação do artigo, aprovou a versão final; MTBR \*(<https://orcid.org/0000-0002-2948-2459>) redação do artigo, interpretou resultados do estudo, redação do artigo, aprovou a versão final. \*ORCID (Open Researcher and Contributor ID).

## REFERÊNCIAS

- Bardelli M, Turelli L, Scocciati G. Definition and classification of metatarsalgia. *J Foot Ankle Surg.* 2003;9(2):79-85.
- Viladot A, Troncoso J. Metatarsalgia. In: *Oficial Congreso S.I.C.O.T., Sevilla*; 1964.
- Besse JL. Metatarsalgia. *OrthopTraumatolSurgRes.* 2017;103(Suppl 1): S29-S39.
- Duckworth T, Boulton AJ, Betts RP, Franks CI, Ward JD. Plantar pressure measurements and the prevention of ulceration in the diabetic foot. *J Bone Joint Surg Br.* 1985;67(1):79-85.
- Guimarães MC, Yamaguchi CK, Aihara AY, Hartmann LG, Pröglhöf J, Fernandes ARC. Metatarsalgias: diagnóstico diferencial por meio da ressonância magnética. *Radiol Bras.* 2006;39(4):297-304.
- Padilla AH. Uso de la baropodometria. *Ortho-tips.* 2006; 2(4):255-61.
- Baumfeld D, Baumfeld T, Rocha RL, Macedo B, Raduan F, Zambelli R, et al. Reliability of baropodometry on the evaluation of plantar load distribution: A transversal study. *Biomed Res Int.* 2017;2017:5925137.
- Zar JH. *Biostatistical analysis.* 4ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall, Simon & Schuster/Aviacom; 1999. p. 516-70.
- Kumar V, Maru M, Attar F, Adedapo AO. Plantar foot pressure study using the FScan pedobarograph: comparison of normal with hallux rigidus and metatarsalgia. *Orthopaedic Proceedings.* 21 Feb 2018. Available at: [https://online.boneandjoint.org.uk/doi/abs/10.1302/0301-620X.88BSUPP\\_III.0880406a](https://online.boneandjoint.org.uk/doi/abs/10.1302/0301-620X.88BSUPP_III.0880406a)
- Wafai L, Zayegh A, Woulfe J, Aziz SM, Begg R. Identification of foot pathologies based on plantar pressure asymmetry. *Sensors (Basel).* 2015;15(8):20392-408.
- Birtane M, Tuna H. The evaluation of plantar pressure distribution in obese and non-obese adults. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2004; 19(10):1055-9.
- Lalande X, Vie B, Weber JP, Jammes Y. Normal values of pressures and foot areas measured in the static condition. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2016;106(4):265-272.
- Martínez Martín AA, García Pérez JM, Herrera Rodríguez A, Domingo Cebollada J, Martínez Villa J. Orthopaedic treatment of metatarsalgia and evaluation by electronic baropodometry. *Rev Ortop y Traumatol.* 1998;42(6):456-62.
- Mickle KJ, Steele JR. Obese older adults suffer foot pain and foot-related functional limitation. *Gait Posture.* 2015;42(4):442-7.
- Frey C, Zamora J. The effects of obesity on orthopaedic foot and ankle pathology. *Foot Ankle Int.* 2007;28(9):996-9.
- Fabris SM, Valezi AC, de Souza SA, Faintuch J, Cecconello I, Junior MP. Computerized baropodometry in obese patients. *Obes Surg.* 2006;16(12):1574-8.
- Zdziarski LA, Wasser JG, Vincent HK. Chronic pain management in the obese patient. *J Pain Res.* 2015;8:63-77.
- Holmes GB, Timmerman L. A quantitative assessment of the effect of metatarsal pads on plantar pressures. *Foot Ankle.* 1990;11(3): 141-5.
- Hsi WL, Kang JH, Lee XX. Optimum position of metatarsal pad in metatarsalgia for pressure relief. *Am J Phys Med Rehabil.* 2005;84(7): 514-20.
- Kang JH, Chen MD, Chen SC, Hsi WL. Correlations between subjective treatment responses and plantar pressure parameters of metatarsal pad treatment in metatarsalgia patients: a prospective study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2006;7:95.
- Poon C, Love B. Efficacy of foot orthotics for metatarsalgia. *The Foot.* 1997;7(4):202-4.
- Schuh R, Seegmueller J, Wanivenhaus AH, Windhager R, Sabeti-Aschraf M. Comparison of plantar-pressure distribution and clinical impact of anatomically shaped sandals, off-the-shelf sandals and normal walking shoes in patients with central metatarsalgia. *Int Orthop.* 2014;38(11):2281-8.
- Janisse DJ, Janisse E. Shoe modification and the use of orthoses in the treatment of foot and ankle pathology. *J Am Acad Orthop Surg.* 2008;16(3):152-8.