



Artigo original

Estudo da fórmula metatarsal em pacientes com metatarsalgia primária[☆]



Eduardo Kenzo Arie, Norma Sueli Albino Moreira, Gilmar Soares Freire, Bruno Schifer dos Santos e Liu Chiao Yi*

Santa Casa de Santos, Santos, SP, Brasil

INFORMAÇÕES SOBRE O ARTIGO

Histórico do artigo:

Recebido em 24 de maio de 2014

Aceito em 17 de julho de 2014

On-line em 29 de dezembro de 2014

Palavras-chave:

Metatarsalgia

Ossos do metatarso

Reprodutibilidade dos testes

R E S U M O

Objetivos: Verificar a prevalência dos tipos de fórmula metatarsal (FM) em pacientes com metatarsalgia primária (MP); comparar a variável “encurtamento do primeiro metatarso em relação ao segundo” (I/II) entre os grupos metatarsalgia (GM) e controle (GC); analisar a concordância intra e interobservadores pelos métodos das linhas transversais (MLT) de Morton e dos arcos (MA) de Hardy e Clapham.

Métodos: Estudo observacional transversal em 56 pacientes por meio de radiografias dos 112 pés, 56 do GM e 56 do GC avaliados entre dezembro de 2012 e junho de 2013. As mensurações foram feitas por três residentes do terceiro ano em ortopedia, com treinamento prévio dos métodos e uso de template.

Resultados: Não houve concordância em nenhum dos dois métodos verificados pelos gráficos de Bland-Altman, apesar de o coeficiente de correlação intraclassas apresentar uma alta reprodutibilidade intra e interobservadores pelo MLT (0,78 e 0,85) e moderada pelo MA (0,73 e 0,60). Na comparação entre os grupos, observou-se diferença estatística ($p \leq 0,05$) com um encurtamento do primeiro metatarso (3,39 mm) maior no GC em relação ao GM (2,14 mm). Nos pacientes com MP, a FM tipo *index minus* foi mais prevalente pelo MLT (62,5%) e o tipo *zero plus* pelo MA (71,4%).

Conclusão: Foi observado que a prevalência da FM depende do método de mensuração. Em ambos os grupos houve predomínio do encurtamento do primeiro metatarso. Não houve concordância intra e interobservadores em nenhum dos métodos propostos.

© 2014 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

Study of the metatarsal formula in patient with primary metatarsalgia

A B S T R A C T

Objectives: The aims of this study were (i) to ascertain the prevalence of different types of metatarsal formula among patients with primary metatarsalgia; (ii) to compare the variable of “shortening of the first metatarsal in relation to the second” (I/II) between

Keywords:

Metatarsalgia

Metatarsal bones

[☆] Trabalho desenvolvido no Serviço de Ortopedia, Santa Casa da Misericórdia de Santos, Santos, SP, Brasil.

* Autor para correspondência.

E-mails: liuchiaoyi@yahoo.com.br, liu.unifesp@gmail.com (L.C. Yi).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rbo.2014.07.012>

0102-3616/© 2014 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

Reproducibility of tests

the metatarsalgia and control groups; and (iii) to analyze the intra and interobserver concordance by means of Morton's transverse line method and Hardy and Clapham's arc method. *Methods:* A cross-sectional observational study was conducted on 56 patients by means of radiographs on their 112 feet, of which 56 were in the metatarsalgia group and 56 in the control group. The evaluations were done between December 2012 and June 2013. The measurements were made by three third-year orthopedics residents with prior training in the methods used, and a template was used.

Results: There was no concordance between the two methods, as shown by Bland-Altman plots, although the intraclass correlation coefficients showed that the intra and interobserver reproducibility was high using the transverse line method (0.78 and 0.85) and moderate using the arc method (0.73 and 0.60). Comparison between the groups showed that there was a statistical difference ($p \leq 0.05$) such that there was greater shortening of the first metatarsal (3.39 mm) in the control group than in the metatarsalgia group (2.14 mm). In the patients with primary metatarsalgia, the *index minus* metatarsal formula was more prevalent according to the transverse line method (62.5%) and the *zero plus* type according to the arc method (71.4%).

Conclusion: In the present study, it was observed that the metatarsal formula prevalences depended on the measurement method. In both groups, shortening of the first metatarsal predominated. There was no intra or interobserver concordance in either of the two proposed methods

© 2014 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Published by Elsevier Editora Ltda. All rights reserved.

Introdução

A metatarsalgia, caracterizada pela dor na região plantar do antepé sob as cabeças metatarsais, é uma das queixas mais frequentes na prática clínica dentre as afecções que acometem o pé.^{1,2} Cerca de 80% da população normal apresenta, durante a vida, alguma forma de dor na região metatarsal.³ O principal fator etiológico são as alterações biomecânicas, que constituem 92% do total.⁴ Podem ser classificadas em primárias, secundárias e iatrogênicas. As primárias estão relacionadas com a anatomia dos metatarsos e a relação entre eles, o que pode levar a sobrecarga mecânica no metatarso afetado, evoluir com dor e calosidades plantares que em alguns casos podem tornar-se incapacitantes.^{1,5}

A presença de um primeiro metatarso curto, conhecido como "pé de Morton", é considerada por muitos autores como um fator contribuinte para o desenvolvimento da metatarsalgia primária.^{1,3,6} A relação entre o comprimento dos metatarsos é definida como a fórmula metatarsal.^{3,7} Apesar de essa ferramenta ser usada tanto na investigação diagnóstica quanto no direcionamento do tratamento, a escolha do método de mensuração e seus resultados são controversos na literatura. Os métodos mais citados são o das linhas transversais de Morton e o dos arcos de Hardy e Clapham.⁸⁻¹⁰

Na interpretação dos testes diagnósticos, é de suma importância que os avaliadores apresentem concordância entre as mensurações com reprodutibilidade dos resultados. Esse é o conceito de precisão, necessário para a validade do método e sua utilidade na prática clínica.¹¹

Os objetivos deste estudo foram: verificar a prevalência dos tipos de FM em pacientes com metatarsalgia primária; comparar a variável "encurtamento do primeiro metatarso em relação ao segundo" entre os grupos GM e GC; analisar

a concordância intra e interobservadores pelos métodos MLT e MA.

Métodos

Estudo observacional transversal em 56 pacientes (112 pés), acima de 18 anos, do sexo feminino, 28 (56 pés) do GM e 28 (56 pés) do GC.

O GM foi composto por pacientes com sintomas de dor na região das cabeças metatarsais diagnosticado como MP por sobrecarga mecânica. O GC foi composto por pacientes com fascite plantar, que apresentavam dor em região do retropé.

Foram excluídos pacientes com presença de deformidades que comprometam antepé, mediopé ou retropé; antecedentes pessoais de cirurgia ou trauma prévio nos pés; antecedentes pessoais de *diabetes mellitus*, doenças reumatológicas, vasculopatias e neuropatias.

O estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa (Plataforma Brasil parecer nº 152.078 de 30/11/2012) e todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Procedimentos

Três médicos residentes em ortopedia, do terceiro ano de especialização, sob supervisão do pesquisador responsável, avaliaram todos os pacientes com queixa de dor no pé que passaram pelo ambulatório do nosso departamento entre dezembro de 2012 e junho de 2013.

Os voluntários foram submetidos a radiografias simples de ambos os pés em ortostase, na incidência dorsoplantar verdadeira com angulação cranial de 15°, em tamanho real.¹²

Reprodutibilidade

Para avaliar a confiabilidade entre os avaliadores, todas as imagens radiográficas foram mensuradas pelos MLT e MA, de forma independente, por três avaliadores.

Para avaliar a confiabilidade intra-avaliador, um dos avaliadores foi sorteado aleatoriamente para fazer novamente as mensurações oito semanas após a primeira avaliação.

Foi feito um treinamento prévio dos métodos de mensuração para os três avaliadores. Para auxiliar e tornar-se mais confiável e reprodutível, ao lado da ficha para registro das mensurações foi fixado um modelo ilustrativo e explicativo dos dois métodos de mensuração (fig. 1).

Esquemáticamente foi aplicado o método de mensuração pelas linhas transversais de Morton (1- a partir de uma reta sobre o eixo da diáfise do segundo metatarsal; 2- traçar uma linha transversal perpendicular no ápice da cabeça do primeiro metatarso; 3- traçar uma linha transversal perpendicular no ápice da cabeça do segundo metatarso; mede-se a distância entre essas duas linhas transversais em milímetros) e pelos arcos de Hardy e Clapham (1- a partir de uma reta sobre o eixo da diáfise do segundo metatarsal; 2- marcar o centro dos arcos na interseção dessa reta com uma linha que tangencia o ponto mais medial da talonavicular com o ponto mais lateral da calcaneocuboide; 3- traçar um arco que toque o ápice da cabeça do primeiro metatarso; 4- traçar um arco que toque o ápice da cabeça do segundo metatarso; mede-se a distância entre esses dois arcos em milímetros).⁶⁻⁹

Análise estatística

Baseado em estudo piloto feito previamente e considerando a variável “diferença relativa do comprimento entre o primeiro e o segundo metatarsos” (I/II) foi definido o tamanho amostral de 28 pacientes por grupo, com o poder de 80% e nível de significância de 0,05.

A análise descritiva foi apresentada por meio de média e desvio padrão das variáveis analisadas. Para avaliar a confiabilidade intra e inter-avaliadores, foi usado o coeficiente de correlação interclasses (ICC) e classificada como: mínima ($\leq 0,25$), baixa (entre 0,26 e 0,49), moderada (entre 0,50 e 0,69), alta (entre 0,70 e 0,89) ou muito alta ($\geq 0,90$).¹³

Para comparar GC e GM quanto à variável I/II foi usado a análise de variância com um fator.

Para verificar a prevalência da FM foi usada a classificação de Viladot^{3,14} modificada por Mancuso et al.¹⁵ em dois tipos: valores menores do que -0,5 mm foram classificados como *index minus* e valores positivos como *zero plus*.

Resultados

A seguir, os dados descritivos e a análise estatística feita.

A **tabela 1** demonstra a média e o desvio padrão (DP) das medidas da variável I/II com o uso dos métodos MLT e MA pelos três avaliadores.

Na **tabela 2** foi observado que o método MLT apresentou maior ICC e menor IC quando comparado com o MA e por meio da análise de variância em blocos o MA apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$), o que demonstrou discordância entre os avaliadores.

Tabela 1 – Diferença relativa do comprimento entre o primeiro e o segundo metatarsos

Avaliador	Método	Média (DP)
A	Linhas transversais	-2,77 mm (2,90)
	Arcos	0,04 mm (2,90)
B	Linhas transversais	-2,72 mm (2,87)
	Arcos	0,42 mm (2,88)
C	Linhas transversais	-2,47 mm (3,04)
	Arcos	-0,88 mm (2,94)

DP, desvio-padrão; mm, milímetros.

Tabela 2 – Comparação da análise de concordância interobservadores entre os métodos das linhas transversais e o método dos arcos

Método	ICC	IC	p
Linhas transversais	0,85	[0,81; 0,89]	0,104
Arcos	0,60	[0,50; 0,69]	0,001 ^a

ICC, coeficiente de correlação intraclasses; IC, intervalo de confiança; p, nível de significância da análise de variância em blocos.

^a $p \leq 0,05$.

Pelo método de Bonferroni demonstrado na **tabela 3** houve diferença ($p \leq 0,05$) entre as médias dos avaliadores A e B com o avaliador C pelo MA.

As **figuras 2 e 3** apresentam os resultados do gráfico de Bland-Altman que indica que não há concordância entre os observadores nem no MLT nem no MA.

Na **tabela 4** observam-se as medidas descritivas da variável I/II, segundo os métodos MLT e MA, em dois momentos diferentes pelo avaliador A.

Na **tabela 5** foi verificado que o MLT obteve maior ICC e menor IC do que no MA. Na análise do teste t de Student foi verificada concordância entre as avaliações em ambos os métodos.

Tabela 3 – Análise estatística das comparações entre os observadores dois a dois

Observadores comparados	p
C-A	0,001 ^a
C-B	0,002 ^a
B-A	0,296

p, nível de significância.

^a $p \leq 0,05$.

Tabela 4 – Diferença relativa do comprimento entre o primeiro e o segundo metatarsos

Avaliações	Método	Média (DP)
1º momento	Linhas transversais	-2,77 mm (2,90)
	Arcos	0,04 mm (2,90)
2º momento	Linhas transversais	-2,57 mm (2,80)
	Arcos	0,06 mm (2,77)

DP, desvio-padrão; mm, milímetros.

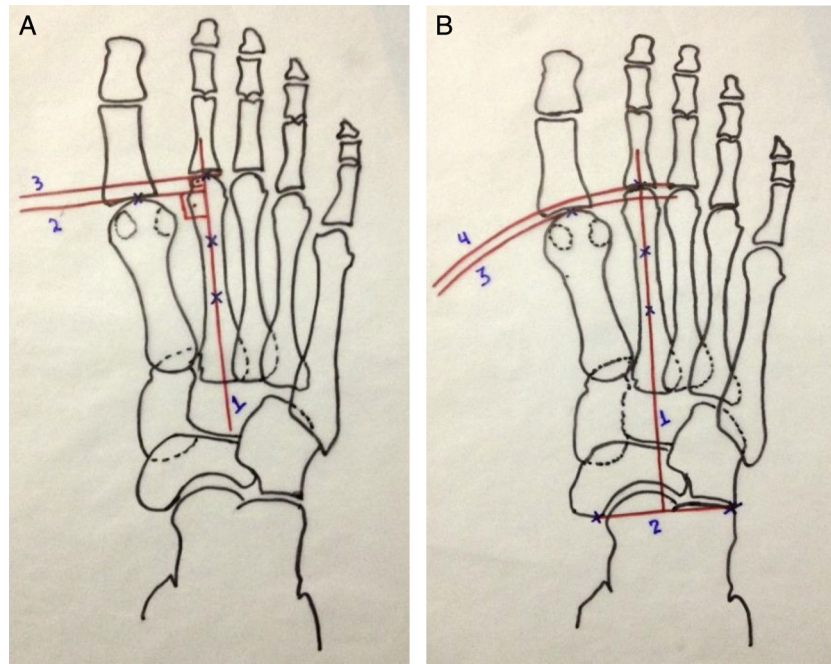


Figura 1 – Treinamento prévio e *template* das mensurações pelo método das linhas transversais de Morton (A) e dos arcos de Hardy e Clapham (B).

Tabela 5 – Comparação da análise de concordância intraobservador

Método	ICC	IC	p
Linhas transversais	0,78	[0,70; 0,84]	0,275
Arcos	0,73	[0,64; 0,81]	0,909

ICC, coeficiente de correlação intraclass; IC, intervalo de confiança; p, nível de significância da análise de variância em blocos.

^a $p \leq 0,05$.

As figuras 4 e 5 indicam que não há concordância entre as avaliações nem no MLT nem no MA.

Para fazer a comparação entre os grupos foram usadas as primeiras medidas feitas pelo avaliador A por meio do MLT.

Foram observadas as medidas descritivas da variável I/II e se obtiveram no GM uma média de -2,14 mm (DP = 3,05) e no GC -3,39 mm (DP = 2,63) (fig. 6).

Foi demonstrado que na análise inferencial para comparar GC e GM quanto à variável I/II o resultado obtido para o modelo misto de variância com um fator indica que existe diferença ($p \leq 0,05$) entre a média de GC com a média de GM.

Na tabela 6 observa-se a comparação descritiva entre os métodos MLT e MA para a prevalência do tipo de FM nos GC e GM. No GM observa-se uma maior prevalência de pés com FM tipo *index minus* (62,50%) pelo MLT, enquanto que pelo MA prevalece a FM tipo *zero-plus* (71,43%). No GC houve uma maior prevalência da FM tipo *index minus* (85,71%) quando comparado com o GM pelo MLT, observada também pelo MA, em que houve maior prevalência da FM tipo *index minus* (53,57%).

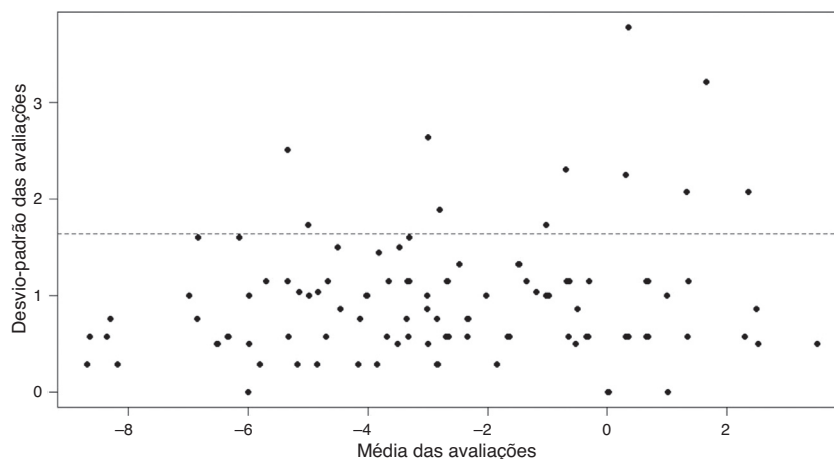


Figura 2 – Avaliação interobservadores pelo método das linhas transversais.

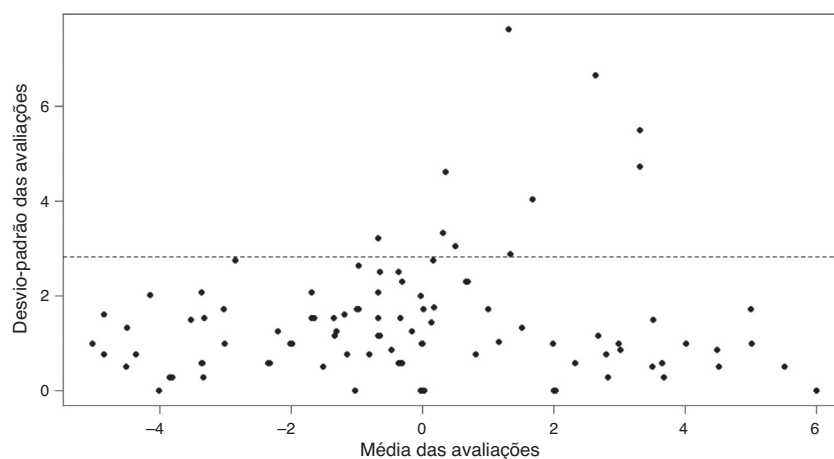


Figura 3 – Avaliação interobservadores pelo método dos arcos.

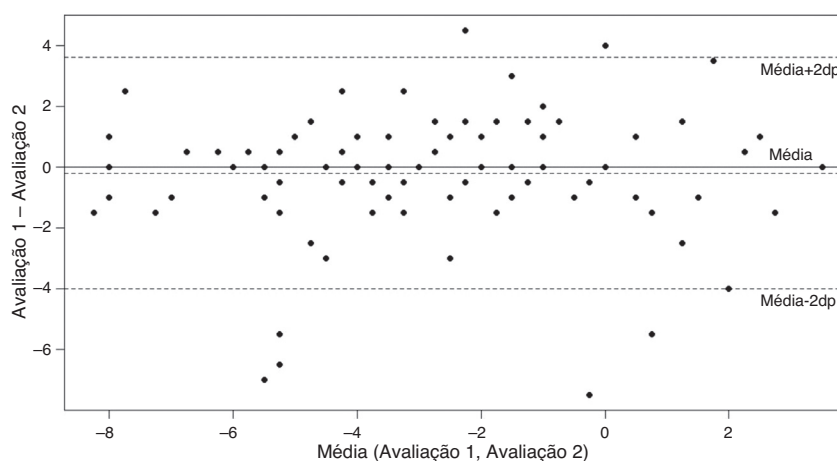


Figura 4 – Avaliação intraobservador pelo método das linhas transversais.

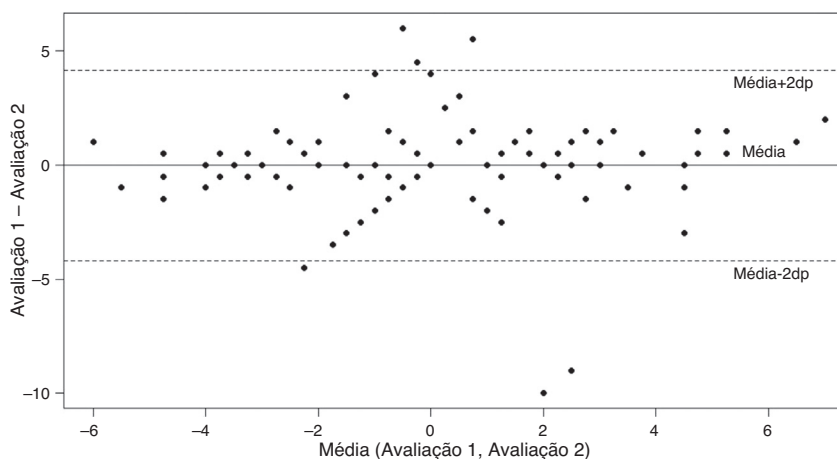


Figura 5 – Avaliação intraobservador pelo método dos arcos.

Discussão

A relação do comprimento entre os metatarsos, mais conhecida como fórmula metatarsal, é um tema controverso na literatura tanto na escolha do método de mensuração quanto na associação para o desenvolvimento de diversas

afecções que comprometem o antepé, como a metatarsalgia primária.^{7,10}

Nossos resultados demonstram que a mensuração da fórmula metatarsal pelo método das linhas transversais está relacionada a uma maior prevalência de pés com o segundo metatarso mais longo do que o primeiro (*index minus*), assim como observado por Morton,⁶ que associou esse tipo de pé

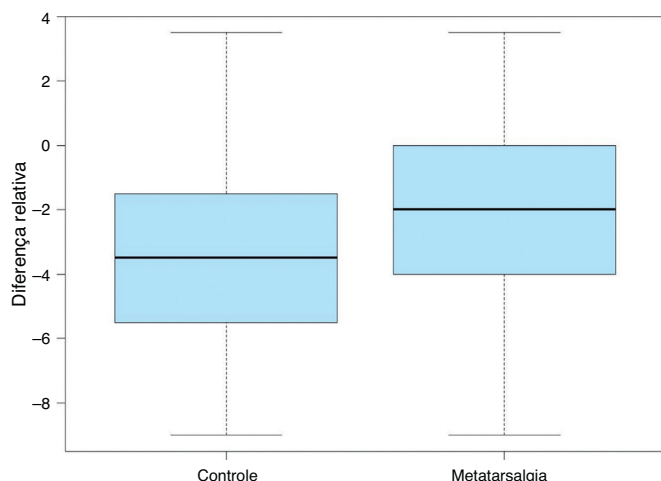


Figura 6 – Distribuição da variável “diferença relativa do comprimento entre o primeiro e o segundo metatarsos”, segundo cada grupo.

a um fator contribuinte para o desenvolvimento da metatarsalgia primária, conceito ainda estabelecido por diversos autores.^{1,3,5} Entretanto, quando usado o mesmo método no grupo controle foi observada uma prevalência ainda maior de pés do tipo *index minus*, como verificado por Barroco et al.¹² em 332 pés normais de seu estudo. Ao comparar as médias da variável numérica “diferença relativa do comprimento entre o primeiro e o segundo metatarsos” foi verificada diferença significativa ($p \leq 0,05$), porém inversa a hipótese conceitual, com um encurtamento do primeiro metatarso maior no grupo controle quando comparado com o grupo metatarsalgia. Esse resultado, junto com os dados da literatura,¹² contradiz a teoria do “Pé de Morton” e demonstra que pés com encurtamento do primeiro metatarso ou com fórmula metatarsal do tipo *index minus* mensurados pelo método das linhas transversais são o tipo mais prevalente da população em geral.

No presente estudo foi observado que a prevalência do tipo de fórmula metatarsal em pacientes com metatarsalgia primária depende do método de mensuração. Ao contrário do método das linhas transversais, pelo método dos arcos prevalece a fórmula metatarsal tipo *zero plus*, como observado por Hardy & Clapham e outros autores.^{9,16,17} Esse fenômeno ocorre possivelmente devido às diferenças técnicas de cada mensuração: quando avaliados pacientes com um ângulo intermetatarsal aumentado (maior do que 9°), ocorre

uma diminuição relativa do comprimento do primeiro metatarso pelo método das linhas transversais de Morton; porém, quando avaliados pacientes com pés sem deformidades, como no presente estudo, em que o ângulo intermetatarsal está normal (de 0 a 8°), ocorre um aumento relativo do comprimento do primeiro metatarso pelo método dos arcos de Hardy e Clapham.¹⁵

Existem diversas formas de mensurar o comprimento metatarsal descritas na literatura, desde avaliação anatomo-patológica em pés de cadáver,¹⁸ parâmetros clínicos,¹⁹ radiografia em perfil,²⁰ tomografia,²¹ mensuração computadorizada,²² até para fins de planejamento cirúrgico,²³ porém o método radiográfico manual da medida do comprimento relativo pelas linhas transversais de Morton e pelos arcos de Hardy e Clapham é o mais citado e usado para instrumento diagnóstico.^{7,9,10}

Neste estudo, na avaliação entre residentes do terceiro ano em ortopedia com treinamento prévio e uso de *template*, nenhum dos métodos apresentou concordância intra e interobservadores. O método das linhas transversais apresentou maior coeficiente de correlação do que o método dos arcos, possivelmente pela simplicidade técnica, já que o método dos arcos tem um passo a mais do que o das linhas transversais e esse traçado extra com uma linha na articulação de Chopart é considerado pelos avaliadores como o fator de discordância. Entretanto, nenhum dos métodos apresentou concordância pelo método de Bland e Altman.²⁴ Quando a média das avaliações intra e interobservadores foi pareada e colocada no gráfico com o desvio padrão e os limites de concordância, em vez de resultados próximos à linha zero de igualdade, foram observados valores muito discrepantes, o que demonstra a falta de concordância e reprodutibilidade dos métodos e questiona sua utilidade na prática clínica.

A reprodutibilidade dos testes indica a precisão do método e determina a sua validade e utilidade na prática clínica.¹¹ O método estatístico de Bland & Altman é o mais usado para analisar a concordância entre dois métodos, ou a concordância entre as avaliações de dois ou mais observadores para o mesmo método, ou a concordância entre as avaliações de um mesmo observador em momentos diferentes para o mesmo método. O uso isolado dos coeficientes de correlação é inadequado por trazer informações incompletas e interpretações insuficientes.^{25,26}

Uma técnica diagnóstica deve apresentar precisão e reprodutibilidade, com consistência em diferentes observações e pouca variabilidade. No entanto, as técnicas propostas para avaliar a fórmula metatarsal são impossíveis de ser comparadas ou padronizadas, justamente porque os critérios subjetivos atuais apresentam alta variabilidade intra e interobservadores.

Diferentes métodos de mensuração do comprimento dos metatarsos têm o potencial de causar diferentes resultados, com potenciais consequências no planejamento cirúrgico. Diante desses resultados, o tratamento cirúrgico baseado apenas nesse parâmetro radiográfico é, no mínimo, questionável. O exame clínico deve ser prioritário na indicação de qualquer osteotomia dos metatarsos e complementado por outros parâmetros, como a instabilidade do primeiro raio e a alteração anatômica dos metatarsos no plano coronal.

Tabela 6 – Prevalência dos tipos de fórmula metatarsal na amostra geral e nos grupos

Método	Fórmula metatarsal	Grupo metatarsalgia	Grupo controle
Linhas transversais	<i>index minus</i>	62,5%	85,7%
	<i>zero-plus</i>	37,5%	14,3%
Arcos	<i>index minus</i>	28,6%	53,6%
	<i>zero-plus</i>	71,4%	46,4%

Conclusão

Foi observado que a prevalência da fórmula metatarsal depende do método de mensuração. Na metatarsalgia primária o tipo *index minus* está relacionado ao método de Morton e o tipo *zero plus* ao método de Hardy e Clapham.

Na comparação entre os GC e GM pelo método das linhas transversais de Morton houve predominância do encurtamento do primeiro metatarso em ambos os grupos.

Os métodos de mensuração da fórmula metatarsal pelas linhas transversais de Morton e pelos arcos de Hardy e Clapham não apresentaram neste estudo uma concordância intraobservador e interobservadores.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Agradecimentos

Agradecemos o Dr. Mauricio Sgarbi por possibilitar e apoiar a feitura deste estudo.

REFERÊNCIAS

- Espinosa N, Brodsky JW, Maceira E. Metatarsalgia. *J Am Acad Orthop Surg*. 2010;18(8):474-85.
- Scranton PE Jr. Metatarsalgia: diagnosis and treatment. *J Bone Joint Surg Am*. 1980;62(5):723-32.
- Viladot-Perice A. Metatarsalgias, patología del antepié. 4ª ed Barcelona: Springer-Verlag Ibérica; 2001.
- Nery CAS. Metatarsalgias. In: Hebert S, Xavier R, Pardini Júnior AG, Barros Filho TEP, editors. *Ortopedia e traumatologia: princípios e prática*. 4 ed. Porto Alegre: Artmed; 2009. p. 616-39.
- Espinosa N, Maceira E, Myerson MS. Current concept review: metatarsalgia. *Foot Ankle Int*. 2008;29(8):871-9.
- Morton DJ. *The Human foot*. New York: Columbia University Press; 1935.
- Perera AM, Mason L, Stephens MM. Current concepts review: The pathogenesis of hallux valgus. *J Bone Joint Surg Am*. 2011;93(17):1650-61.
- Hardy RH, Clapham JC. Observations on hallux valgus; based on a controlled series. *J Bone Joint Surg Br*. 1951;33(3):376-91.
- Grebing BR, Coughlin MJ. Evaluation of Morton's theory of second metatarsal hypertrophy. *J Bone Joint Surg Am*. 2004;86(7):1375-86.
- Coughlin MJ, Mann RA. Hallux valgus. In: Coughlin MJ, Mann RA, Saltzman CL, editors. *Surgery of the foot and ankle*. 8 ed. Philadelphia: Mosby Elsevier; 2007. p. 167-296.
- Viera AJ, Garrett JM. Understanding interobserver agreement: the kappa statistic. *Fam Med*. 2005;37(5):360-3.
- Barroco R, Nery C, Favero G, Mombach R, Nascimento O, Jorge S, et al. Avaliação da relação dos metatarsais na biomecânica de 332 pés normais pelo método de mensuração dos seus comprimentos relativos. *Rev Bras Ortop*. 2011;46(4):431-8.
- Shima H, Okuda R, Yasuda T, Jotoku T, Kitano N, Kinoshita M. Radiographic measurements in patients with hallux valgus before and after proximal crescentic osteotomy. *J Bone Joint Surg Am*. 2009;91(6):1369-76.
- Munuera PV, Dominguez G, Reina M, Trujillo P. Bipartite hallucal sesamoid bones: relationship with hallux valgus and metatarsal index. *Skeletal Radiol*. 2007;36(11):043-50.
- Mancuso JE, Abramow SP, Landsman MJ, Idman M, Carioscia M. The Zero-plus first metatarsal and its relationship with bunion deformity. *J Foot Ankle Surg*. 2003;42(6):319-26.
- Bhutta MA, Chauhan D, Zubairy AI, Barrie J. Second metatarsophalangeal joint instability and second metatarsal length association depends on the method of measurement. *Foot Ankle Int*. 2010;31(6):486-91.
- Chauhan D, Bhutta MA, Barrie JL. Does it matter how we measure metatarsal length? *Foot Ankle Surg*. 2011;17(3):124-7.
- Jung HG, Zaret DI, Parks BG, Schon LC. Effect of first metatarsal shortening and dorsiflexion osteotomies on forefoot plantar pressure in a cadaver model. *Foot Ankle Int*. 2005;26(9):748-53.
- Davidson G, Pizzari T, Mayes S. The influence of second toe and metatarsal length on stress fractures at the base of the second metatarsal in classical dancers. *Foot Ankle Int*. 2007;28(10):1082-6.
- Calvo A, Viladot R, Giné J, Alvarez F. The importance of the length of the first metatarsal and the proximal phalanx of hallux in the etiopathogeny of the hallux rigidus. *Foot Ankle Surg*. 2009;15(2):69-74.
- Davitt JS, Kadel NK, Sangeorzan BJ, Hansen ST, Holt SK, Fletcher ED. An association between functional second metatarsal length and midfoot arthrosis. *J Bone Joint Surg*. 2005;87(4):795-800.
- Kaipel M, Krapf D, Wyss C. Metatarsal length does not correlate with maximal peak pressure and maximal force. *Clin Orthop Relat Res*. 2011;469:1161-6.
- Maestro M, Besse JL, Ragusa M, Berthonnaud E. Forefoot morphotype study and planning method for forefoot osteotomy. *Foot Ankle Clin*. 2003;8(4):695-710.
- Bland JM, Altman DG. Comparing methods of measurement: why plotting difference against standard methods is misleading. *Lancet*. 1995;346(8982):1085-7.
- Schneider W, Csepan R, Knahr K. Reproducibility of the radiographic metatarsophalangeal angle in hallux surgery. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85(3):494-9.
- Zaki R, Bulgiba A, Ismail NA. Statistical methods used to test for agreement of medical instruments measuring continuous variables in method comparison studies: a systematic review. *PLoS One*. 2012;7(5):e37908.