

AVALIAÇÃO DA RELAÇÃO DOS METATARSAIS NA BIOMECÂNICA DE 332 PÉS NORMAIS PELO MÉTODO DE MENSURAÇÃO DOS SEUS COMPRIMENTOS RELATIVOS

EVALUATION OF METATARSAL RELATIONSHIPS IN THE BIOMECHANICS OF 332 NORMAL FEET USING THE METHOD OF MEASURING RELATIVE LENGTHS

Rui Barrôco¹, Caio Nery², Gabriela Favero³, Renan Mombach⁴, Oswaldo Nascimento⁵, Silvia Jorge⁵, Marina Monteiro⁵, Letícia Diedrichs⁶, Felipe Abreu⁷

RESUMO

Objetivo: Identificar o comprimento normal médio dos metatarsais e as fórmulas metatarsais mais comuns, através de um método de mensuração simples, fornecendo substrato ao cirurgião para o planejamento do tratamento dos portadores sintomáticos de alterações biométricas do pé. **Métodos:** Avaliamos e mensuramos radiografias de adultos com pés normais na incidência dorso-plantar com carga, sendo 83 do sexo masculino e 83 do feminino. **Resultados:** Encontramos o valor relativo médio do comprimento metatarsal para os homens e para as mulheres, respectivamente, de 125,4mm e 115,1mm para o I metatarsal; de 127,8mm e 117,3mm para o II metatarsal; de 123,4mm e 113,5mm para o III metatarsal; de 114,2mm e 105,3mm para o IV metatarsal e de 99,5mm e 91,7mm para o V metatarsal. A largura média do antepé para os homens foi de 87,1mm e para as mulheres, 80,8mm. **Conclusão:** Pés com *Index minus* em ambos os sexos foram mais frequentes, embora as três fórmulas metatarsais devam ser consideradas normais. O padrão médio normal para homens e para mulheres respectivamente foi o seguinte: o I metatarsal 2,4mm e 2,2mm menor que o II. O III foi menor que o II em 4,4mm e 3,8mm. O IV metatarsal foi 9,2mm e 8,2mm menor que o III. O V foi 14,7mm e 13,6mm menor que o IV.

Descritores – Ossos do Metatarso; Adulto; Pesos e Medidas Corporais

ABSTRACT

Objective: To identify the mean normal length of the metatarsals and the most common metatarsal formulas through a simple measurement method, thereby providing surgeons with data for planning treatment on symptomatic individuals with biometric abnormalities of the foot. **Methods:** We evaluated and measured dorsoplantar weight-bearing radiographs of normal adult feet (83 males and 83 females). **Results:** We found relative mean lengths for metatarsus I of 125.4 mm for males and 115.1 mm for females; for metatarsus II, 127.8 mm for males and 117.3 mm for females; for metatarsus III, 123.4 mm for males and 113.5 mm for females; for metatarsus IV, 114.2 mm for males and 105.3 mm for females; for metatarsus V, 99.5 mm for males and 91.7 mm for females. The mean forefoot width was 87.1 mm for males and 80.8 mm for females. **Conclusion:** Feet with *index minus* occurred most frequently in both sexes, although all three metatarsal formulas can be considered to be normal patterns. The mean normal pattern for males and females respectively was the following: metatarsus I 2.4 mm and 2.2 mm shorter than metatarsus II; metatarsus III 4.4 mm and 3.8 mm shorter than metatarsus II; metatarsus IV 9.2 mm and 8.2 mm shorter than metatarsus III; metatarsus V 14.7 mm and 13.6 mm shorter than metatarsus IV.

Keywords – Metatarsal Bones; Adult; Body Weights and Measures

1 – Professor Doutor e Chefe do Setor de Medicina e Cirurgia do Pé da Faculdade de Medicina do ABC – Santo André, SP, Brasil.

2 – Professor Associado Livre-Docente do Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Unifesp; Chefe da Disciplina de Ortopedia – São Paulo, SP, Brasil.

3 – Médica Ortopedista Ex-Estagiária do Setor de Medicina e Cirurgia do Pé da Faculdade de Medicina do ABC – Santo André, SP, Brasil.

4 – Médico Ortopedista Ex-Residente da Especialização do Setor de Medicina e Cirurgia do Pé da Faculdade de Medicina do ABC – Santo André, SP, Brasil.

5 – Médico Ortopedista do Setor de Medicina e Cirurgia do Pé da Faculdade de Medicina do ABC – Santo André, SP, Brasil.

6 – Médica Ortopedista Estagiária (R4) da Especialização do Setor de Medicina e Cirurgia do Pé da Faculdade de Medicina do ABC – Santo André, SP, Brasil.

7 – Médico Residente (R3) do Serviço de Ortopedia da Faculdade de Medicina do ABC – Santo André, SP, Brasil.

Trabalho realizado na Faculdade de Medicina do ABC – Santo André, SP, Brasil.

Correspondência: Rua Afonso Braz, 817, Vila Nova Conceição – 04511-011 – São Paulo, SP. E-mail: ruibarroco@uol.com.br

Trabalho recebido para publicação: 14/06/2010, aceito para publicação: 23/08/2010.

Os autores declaram inexistência de conflito de interesses na realização deste trabalho / The authors declare that there was no conflict of interest in conducting this work

Este artigo está disponível online nas versões Português e Inglês nos sites: www.rbo.org.br e www.scielo.br/rbort
This article is available online in Portuguese and English at the websites: www.rbo.org.br and www.scielo.br/rbort

INTRODUÇÃO

Muitos autores afirmam que há uma alta frequência de distúrbios localizados nos pés⁽¹⁻⁴⁾. Na população normal, estima-se que 70% das pessoas têm ou terão, ao menos, um episódio de dor na região do antepé durante a vida⁽⁵⁾. Se for constatado que os comprimentos metatarsais obedecem a uma relação padrão nos indivíduos com funções estática e dinâmica indolores, poderemos concluir que há grande probabilidade de que a quebra desse padrão acarrete uma alteração biomecânica. Em até 92% das afecções, as alterações do posicionamento dos metatarsais estariam relacionadas como fator etiológico^(1,6).

Não encontramos na literatura trabalhos que enfoquem a relação média normal de comprimento entre os metatarsais. Por isso, não observamos consenso com relação à escolha da melhor opção cirúrgica a ser empregada no tratamento das metatarsalgias, principalmente quando o procedimento é realizado por intermédio das osteotomias que até agora são feitas de maneira empírica e sem base científica. Por essa razão, tais cirurgias podem causar uma eventual síndrome álgica iatrogênica de transferência decorrente, por exemplo, do encurtamento excessivo do metatarsal osteotomizado.

Em face desta polêmica, procuramos reunir informações sobre as relações de comprimento entre os metatarsais, buscando, em primeira instância, reconhecer o padrão de normalidade. A partir destas informações, seria possível predeterminar o tamanho final que o metatarsal deveria atingir após a realização das osteotomias. Objetivamos criar um método simples e facilmente reproduzível de mensuração do antepé para conhecer a fórmula metatarsal mais frequente.

MÉTODOS

Nossa casuística é composta por 166 pessoas com idades entre 25 e 50 anos, sem queixas progressivas ou atuais nos pés, sendo 83 homens (média de 35 anos) e 83 mulheres na mesma faixa etária (média de 36 anos), provenientes dos ambulatórios do Setor de Ortopedia do Hospital Estadual Mario Covas de Santo André, totalizando 332 pés avaliados. Não fizemos distinção quanto ao grupo étnico.

Os voluntários foram submetidos a radiografias simples de ambos os pés com carga, na incidência dorso-plantar. Aplicamos entre 40Kv e 60Kv com exposição entre 2mAs e 10mAs. A exigência foi basicamente a

nitidez da imagem radiográfica no médio e antepé. A angulação do raio foi de 15° em relação ao plano vertical, no sentido cranial, como sugerido pela grande maioria dos autores, com chassi de 24cm x 30cm⁽⁷⁻¹²⁾, permanecendo o indivíduo em posição ortostática, com igual distribuição do peso entre os pés, e o foco centralizado entre os naviculares^(7,13). A distância do foco ao chassi foi de 80cm⁽¹³⁾.

Foram mensurados os comprimentos relativos dos cinco metatarsais de cada pé. A partir de uma reta sobre a articulação de Chopart (talonavicular e calcâneo-cuboidea), tangenciando o ponto mais medial e proximal do osso navicular até o ponto de congruência lateral entre os ossos calcâneo e cuboide, traçamos retas perpendiculares até o ponto mais distal da cabeça de cada metatarsal, medindo-os em milímetros (Figura 1). A largura do antepé foi mensurada pela distância entre duas retas perpendiculares à articulação de Chopart, tangenciando o ponto mais medial e mais lateral das cabeças do I e V metatarsais, respectivamente (Figura 2).



Figura 1 – Método de mensuração do comprimento metatarsal.



Figura 2 – Método de mensuração da largura do antepé.

Na análise estatística, as variáveis quantitativas foram representadas pela média, desvio padrão (dp), valores mínimo e máximo e as qualitativas, pela frequência absoluta (n) e relativa (%).

Para a comparação entre os lados direito e esquerdo em relação aos parâmetros avaliados, foi utilizado o teste *t* de *Student* pareado nos grupos de homens e de mulheres separadamente. Na comparação entre as medidas tomadas em pés masculinos e femininos, foi utilizado o teste *t* de *Student* para amostras independentes.

A partir das medidas obtidas (comprimentos do segundo metatarsal e da largura do antepé) foi calculado o índice largura do antepé/metatarsal II (LA/M II) e avaliada a correlação entre a idade e os índices pelo coeficiente de correlação de Pearson (r) separadamente nos grupos de pés masculinos e femininos. As amostras dos pés masculinos e femininos (avaliadas separadamente) foram divididas em grupos etários, e os mesmos foram comparados em relação aos índices pela técnica de análise de variância ANOVA e as diferenças localizadas pelos testes de comparações múltiplas de Tukey. Frisamos que esta análise deve ser feita devido ao pequeno número de pés observados em alguns grupos etários. Adotou-se o nível de significância de 0,05 ($\alpha = 5\%$) e níveis descritivos (p) inferiores a esse valor foram considerados significantes.

RESULTADOS

Comparação entre o lado direito e o esquerdo

As Tabelas 1 e 2 apresentam, para ambos os sexos, as médias e os desvios padrão dos parâmetros avaliados nos pés direitos e esquerdos e respectivas comparações. Diante dos resultados apresentados acima, existe independência entre os lados e, portanto, nas demais avaliações destes parâmetros, as amostras serão duplicadas. Com relação ao lado, os pés foram comparados frente a todas as medidas obtidas e os resultados encontrados foram: tanto no grupo de 83 pares de pés masculinos como no grupo de 83 pares de pés femininos, não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre as médias das medidas dos pés direitos e esquerdos em nenhum dos parâmetros avaliados ($p > 0,05$ em todas as comparações).

Comparação entre o sexo masculino e o feminino

Na Tabela 3, são apresentadas as médias, desvios padrão e variações (valores mínimos e máximos) dos parâmetros avaliados entre os pés dos indivíduos masculinos e femininos e as respectivas comparações. Os pés foram comparados em relação a todas as medidas obtidas, e os resultados encontrados foram:

1. Diferença estatisticamente significativa entre os grupos de 166 pés masculinos e 166 pés femininos em relação às médias das medidas do comprimento dos metatarsais e da largura do antepé ($p < 0,001$ em todas as comparações), em que as médias no grupo de pés masculinos são significativamente maiores dos que as do grupo de pés femininos.

Tabela 1 – Média e desvio padrão do tamanho dos metatarsais para o sexo masculino.

	Parâmetro			
	Pé direito (DP) (n = 83)	Pé esquerdo (DP) (n = 83)	Diferença entre os pés D e E (DP)	Teste t pareado
M I	125,20 (8,42)	125,60 (8,18)	-0,40 (2,27)	p = 0,114
M II	127,75 (8,37)	127,87 (8,14)	-0,12 (1,89)	p = 0,563
M III	123,17 (8,23)	123,54 (7,94)	-0,37 (2,08)	p = 0,106
M IV	114,16 (7,93)	114,28 (7,59)	-0,12 (2,49)	p = 0,661
M V	99,46 (8,19)	99,64 (7,82)	-0,18 (3,08)	p = 0,595
Largura do antepé	86,80 (5,75)	87,31 (5,52)	-0,52 (3,04)	p = 0,125
Índice largura do antepé/M II	0,681 (0,050)	0,684 (0,046)	-0,003 (0,024)	p = 0,235

Fonte: HRM-LA; HGF-LA. M – metatarsal (em milímetros) DP/SD – desvio padrão (n) – número de indivíduos

Tabela 2 - Média e desvio padrão do tamanho dos metatarsais para sexopara o sexo feminino.

	Parâmetro			
	Pé direito(DP) (n = 83)	Pé esquerdo(DP) (n = 83)	Diferença entre pés D e E (DP)	Teste t pareado
M I	115,02 (7,22)	115,23 (7,70)	-0,20 (1,72)	p = 0,280
M II	117,53 (7,24)	117,58 (7,51)	-0,05 (1,71)	p = 0,798
M III	113,51 (7,13)	113,41 (7,40)	0,10 (2,02)	p = 0,664
M IV	105,46 (7,12)	105,22 (7,47)	0,24 (2,36)	p = 0,354
M V	91,70 (7,26)	91,66 (7,71)	0,04 (3,42)	p = 0,924
Largura Antepé	80,92 (4,77)	80,72 (4,56)	0,19 (2,43)	p = 0,472
Índice Largura Antepé / M II	0,690 (0,045)	0,688 (0,044)	0,002 (0,022)	p = 0,463

Fonte: HRM-LA; HGF-LA - M – metatarsal – em milímetros DP/SD – desvio padrão (n) – número de indivíduos

2. Não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os grupos masculino e feminino em relação às médias dos índices LA/M II ($p = 0,215$).

Tabela 3 – Médias (dp) e variações (valores mínimos e máximos) dos parâmetros avaliados nos pés masculinos e femininos e respectivas comparações.

Parâmetros	Sexo		Teste t Independente
	Masculino (DP) (n = 166)	Feminino (DP) (n = 166)	
M I	125,40 (8,28) 100 – 153	115,13 (7,44) 99 – 133	$p < 0,001 *$
M II	127,81 (8,23) 102 – 153	117,55 (7,35) 102 – 137	$p < 0,001 *$
M III	123,36 (8,06) 99 – 146	113,46 (7,25) 98 – 132	$p < 0,001 *$
M IV	114,22 (7,74) 94 – 135	105,34 (7,28) 91 – 124	$p < 0,001 *$
M V	99,55 (7,98) 81 – 120	91,68 (7,47) 75 – 117	$p < 0,001 *$
Largura do antepé	87,05 (5,63) 70 – 101	80,82 (4,65) 66 – 95	$p < 0,001 *$
Índice largura do antepé/M II	0,683 (0,048) 0,529 – 0,832	0,689 (0,044) 0,595 – 0,804	$p = 0,215$

Fonte: HRM-LA; HGF-LA. - M – metatarsal – valor médio, mín – max - DP/SD – desvio padrão - (n) – número de indivíduos.

Relação entre idade e índice LA/M II

Na Figura 3, está representada a dispersão do índice LA/M II em relação à idade de nossa amostra de acordo com o sexo. A Tabela 4 discrimina os valores encontrados. Na análise de correlação entre a idade e o índice largura do antepé/M II, os resultados encontrados foram:

No grupo de pés masculinos, foi encontrada correlação positiva não significativa entre a idade e o índice ($r = 0,11$ $p = 0,154$). No grupo de pés femininos, foi encontrada correlação positiva significativa entre a idade e o índice ($r = 0,27$ $p < 0,001$). Ambos os valores são considerados muito baixos e sujeitos a um grande número de erros na tentativa de previsão do índice utilizando somente a idade.

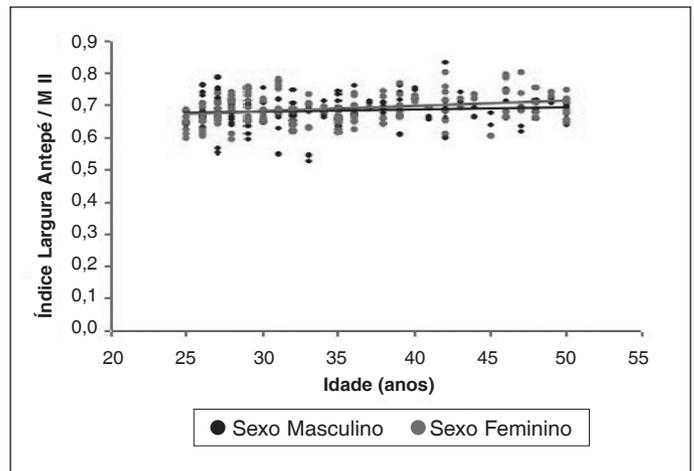


Figura 3 – Dispersão do índice largura do antepé/M II em relação à idade dos sujeitos divididos segundo o sexo.

Tabela 4 – Comparação dos grupos etários em relação ao índice, em ambos os sexos.

Grupo etário	Sexo					
	Masculino			Feminino		
	Média (dp)	mín – máx	n	Média (dp)	mín – máx	n
25 – 26	0,678 (0,041)	0,633 – 0,766	20	0,642 (0,026)	0,598 – 0,686	10
27 – 28	0,693 (0,054)	0,554 – 0,789	26	0,669 (0,034)	0,606 – 0,739	20
29 – 30	0,661 (0,041)	0,594 – 0,758	18	0,687 (0,040)	0,595 – 0,722	14
31 – 32	0,675 (0,044)	0,551 – 0,750	16	0,705 (0,037)	0,653 – 0,761	22
33 – 34	0,657 (0,064)	0,529 – 0,713	10	0,689 (0,051)	0,619 – 0,783	20
35 – 36	0,684 (0,040)	0,615 – 0,763	16	0,685 (0,009)	0,678 – 0,697	4
37 – 38	0,693 (0,022)	0,649 – 0,713	8	0,666 (0,036)	0,617 – 0,739	14
39 – 40	0,704 (0,052)	0,608 – 0,763	12	0,690 (0,035)	0,643 – 0,769	18
41 – 42	0,692 (0,081)	0,600 – 0,832	10	0,711 (0,042)	0,613 – 0,802	16
43 – 44	0,703 (0,032)	0,664 – 0,742	4	0,688 (0,058)	0,607 – 0,748	8
45 – 46	0,692 (0,042)	0,641 – 0,752	8	0,732 (0,048)	0,661 – 0,804	12
47 – 48	0,684 (0,037)	0,620 – 0,719	8	0,724 (0,017)	0,709 – 0,748	4
49 – 50	0,685 (0,027)	0,642 – 0,721	10	0,667 (0,016)	0,649 – 0,684	4

Fonte: HRM-LA; HGF-LA - DV/SD – desvio padrão - (n) – número de indivíduos.

Os diferentes grupos etários de pés masculinos foram comparados em relação ao índice e não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre eles ($p = 0,401$). Já nos grupos etários de pés femininos, foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre eles ($p < 0,001$). As diferenças encontradas não mostraram nenhuma tendência de aumento ou diminuição do índice em função da variação da idade, e foram:

1. O grupo 25-26 anos, com a menor média, diferenciou-se significativamente dos grupos 31-32 anos, 41-42 anos, 45-46 anos e 47-48 anos, que apresentaram as maiores médias.
2. O grupo 27-28 anos, com a terceira menor média, diferenciou-se significativamente do grupo 45-46 anos, que apresentou a maior média.
3. O grupo 37-38 anos, com a segunda menor média, diferenciou-se significativamente do grupo 45-46 anos, que apresentou a maior média.

D. Fórmula metatarsal

Nas Tabelas 5 e 6, estão apresentados, para cada sexo, os padrões de classificação da fórmula metatarsal encontrados nos pés direitos e esquerdos. No grupo de 166 pés masculinos avaliados, 119 (71,7%) eram *Index minus*, 31 (18,7%) *Index plus* e 16 (9,6%) *Index plus minus* e, no grupo de 166 pés femininos, 123 (74,1%) eram *Index minus*, 30 (18,1%) *Index plus* e 13 (7,8%) *Index plus minus*. Na avaliação da fórmula metatarsal, houve discordância na classificação, entre os pés do mesmo indivíduo, em 16,2% dos 166 pares de pés avaliados, sendo 18,0% dos 83 pés masculinos e 14,4% femininos.

Tabela 5 – Padrões de classificação da fórmula metatarsal encontrados nos pés direitos e esquerdos no sexo masculino.

Pé direito	Pé esquerdo	N (%)
Index minus	Index minus	54 (65,1)
Index minus	Index plus	2 (2,4)
Index minus	Index plus minus	3 (3,6)
Index plus	Index minus	3 (3,6)
Index plus	Index plus	11 (13,3)
Index plus minus	Index minus	2 (2,4)
Index plus minus	Index plus	5 (6,0)
Index plus minus	Index plus minus	3 (3,6)
Total		83 (100,0)

Fonte: HRM-LA; HGF-LA - (n) – número de indivíduos.

A Tabela 7 elucida as fórmulas metatarsais encontradas em nossa pesquisa. A fórmula metatarsal II>I>III>IV>V foi a mais comum. Encontramos *Index minus* em 71,7% dos homens e em 74,1% das mulheres.

Tabela 6 – Padrões de classificação da fórmula metatarsal encontrados nos pés direitos e esquerdos no sexo feminino.

Pé direito	Pé esquerdo	n (%)
Index minus	Index minus	57 (68,7)
Index minus	Index plus	2 (2,4)
Index minus	Index plus minus	3 (3,6)
Index plus	Index minus	1 (1,2)
Index plus	Index plus	12 (14,5)
Index plus	Index plus minus	2 (2,4)
Index plus minus	Index minus	3 (3,6)
Index plus minus	Index plus	1 (1,2)
Index plus minus	Index plus minus	2 (2,4)
Total		83 (100,0)

Fonte: HRM-LA; HGF-LA - (n) – número de indivíduos.

Tabela 7 – Fórmulas metatarsais encontradas.

Sexo masculino (M)	(n)	Sexo feminino (M)	(n)
II>I>III>IV>V	57	II>I>III>IV>V	57
II>III>I>IV>V	44	II>III>I>IV>V	38
I>II>III>IV>V	29	I>II>III>IV>V	30
I=II>III>IV>V	15	II>I=III>IV>V	24
II>I=III>IV>V	14	I=II>III>IV>V	13
II=III>I>IV>V	3	II=III>I>IV>V	4
II=III>I=IV>V	1		
I=II=III>IV>V	1		
I>II=III>IV>V	2		
Total	166		166

Fonte: HRM-LA; HGF-LA - (n) – número de indivíduos
M- metatarsus - I, II, III, IV and V.

A Tabela 8 apresenta a média das medidas dos metatarsais em ambos os sexos. De acordo com esta tabela, o padrão médio normal encontrado foi o I metatarsal 2,4mm menor que o II nos homens e 2,2mm nas mulheres. O III foi, em média, menor que o II em 4,4mm nos homens e 3,8mm nas mulheres. O IV metatarsal foi 9,2mm menor que o III nos homens e 8,2mm nas mulheres. O V foi 14,7mm menor que o IV nos homens e 13,6mm nas mulheres.

Tabela 8 – Medidas médias dos metatarsais em ambos os sexos (mm).

	Masculino		Feminino
MI	125,4		115,1
MII	127,8	117,3	
MIII	123,4	113,5	
MIV	114,2		105,3
MV	99,5		91,7

Fonte: HRM-LA; HGF-LA - (n) – número de indivíduos M.

DISCUSSÃO

Embora muitos trabalhos não o tenham enfatizado, observamos que os pés direitos e esquerdos possuem medidas estatisticamente semelhantes, permitindo serem agrupados como uma única amostra, o que não ocorreu entre os sexos.

Na literatura, encontramos diversos métodos para a mensuração, porém nenhum com ótima reprodutibilidade ou então englobando os cinco metatarsais. Por exemplo, alguns autores medem o ângulo formado pelas cabeças dos metatarsais I, II e V, desconsiderando as medidas dos III e IV^(5,14-16). Já Lerch⁽¹⁷⁾ mediu o ângulo formado pelo eixo do osso metatarsal considerado e a reta que une a extremidade anterior de sua cabeça com igual ponto de seu lateral, necessitando instrumental para mensuração angular, além de não dar uma previsão métrica sobre o osso normal. Outros autores acreditam que o pé deva ser avaliado considerando o ângulo do passo (de Fick) de 15° a 18°, o que, além de não dar a precisão angular padrão, também gera a necessidade de instrumental apropriado^(6,18-21). Dragonetti e Romanò⁽²²⁾ tomam como referência o eixo estático do pé, que é determinado unindo o ponto médio da distância bimaleolar ao centro da articulação metatar-

sofalangiana do segundo dedo, também dependendo de uma medida normal do ângulo talonavicular, normalmente alterado nos pés cavos e planos. Percebemos que, devido a esta grande variabilidade, torna-se difícil correlacionar os resultados publicados.

Nosso método é simples, fácil, sofre pouca variação e minimamente sujeito a erros, não necessitando de transferidor ou goniômetro.

O pé cresce até os 15 anos de idade na mulher e até os 17 no homem⁽²³⁾; a fusão das epífises se dá antes de completadas duas décadas de vida^(10,15,24-28). Procuramos avaliar pessoas entre 25 e 50 anos, para que não houvesse pés imaturos em nossa amostragem, evitando algum possível tipo de viés.

A padronização radiográfica é a base para o estudo das condições biomecânicas do pé^(29,30). Observamos que Keim e Ritchie⁽³¹⁾ atentam para a importância da radiografia do pé ser feita com carga nas duas projeções habituais (dorso-plantar e lateral) e que Shereff *et al*⁽³²⁾ realizaram a comparação entre os exames com e sem carga e concluíram haver alargamento do antepé de modo significativo em 90% dos casos e que o comprimento do osso metatarsal I aumentou em 95% dos casos. A grande variabilidade nas medidas nos levou a optar pelo método com carga, pois reproduz a situação em que costumam surgir as queixas.

Ainda com relação ao exame radiográfico, Fonseca Filho⁽³³⁾ ressalta que faz incidir o raio central entre os pés na altura dos naviculares, com o propósito de ter a imagem final em um só disparo e com o mesmo grau de distorção, tanto para o lado direito como para o esquerdo. Acreditamos que, de fato, este método demonstra vantagens por expor o paciente uma única vez para realizar a radiografia e por evitar o apoio monopodálico para os pacientes com algia intensa no pé.

A configuração anatômica que propicia a função indolor do pé, embora amplamente discutida em muitas pesquisas, ainda não está bem determinada. Citamos Marques⁽³⁴⁾, que comparou pés de pessoas de ambos os sexos entre raças diferentes, não encontrando diferença significativa entre seus tipos. Honnart⁽³⁵⁾ relata que os ossos metatarsais e seus comprimentos relativos têm papel importante para que haja um apoio adequado. Segundo Steitz *apud* Barbieri e Federzoni⁽³⁶⁾, o apoio anterior do pé se faz em 57% dos casos na cabeça do I metatarsal, e, em 20%, no II, sendo que em 17% ocorre em todas as cabeças e para 6% não há regra alguma.

Em nosso trabalho, observamos as três fórmulas metatarsais nos pés normais.

O segundo metatarsal fica encaixado entre os três ossos cuneiformes, o que o torna relativamente imóvel em relação ao mediopé. Geralmente, ele é o mais longo dos metatarsais. Se o pé não estiver livre para desviar lateralmente, o segundo metatarsal é sobrecarregado no desprendimento dos dedos com um peso que deveria ser dividido entre ele e os demais metatarsais, o que pode ser observado pela presença de calosidade plantar na região da sua cabeça⁽³⁷⁾. A retirada cirúrgica da base da falange proximal do hálux gera instabilidade do arco longitudinal medial em consequência da lesão da aponeurose plantar e da quebra do mecanismo de elevação do arco. Isso diminui a carga que é sustentada pela cabeça do primeiro metatarsal, resultando em transferência de peso para as cabeças dos metatarsais menores. Se a base da falange proximal de algum dos dedos menores é ressecada, ocorre um problema semelhante de instabilidade, porém em menor grau. A ressecção da cabeça de um metatarsal, exceto em casos de deformidades graves em um pé reumático ou diabético, produz um problema similar, pois o mecanismo de elevação do arco plantar é destruído devido ao encurtamento relativo dos raios. Isso também gera aumento do estresse e formação de calosidade na face plantar da cabeça metatarsal adjacente (metatarsalgia de compensação iatrogênica). Esses fatos deixam evidente a existência de uma relação padrão entre o comprimento dos metatarsais que, quando quebrada, causa algum tipo de dor no pé acometido⁽³⁷⁾.

A maioria dos autores identificou a presença de *Index minus* como o padrão normal mais comum^(15,38-42). Isto condiz com os nossos resultados (71,7% no grupo masculino e 74,1% no feminino).

Consensual foi a descrição de que o V metatarsal encontra-se sempre menor que o IV e este sempre menor que os três primeiros, padrão obtido em 100% de nossa amostragem.

Dragonetti e Romanò⁽²²⁾ e Marques e Napoli⁽⁴³⁾ descreveram a presença de 10 fórmulas metatarsais nos pés normais. Encontramos nove fórmulas nas amostras masculinas e seis nas femininas, estando todas as últimas presentes no primeiro grupo.

Diferenças de até 2mm para mais ou para menos, entre o I e II metatarsais, estão dentro da normalidade⁽¹⁹⁾. Obtivemos também a diferença de 2mm em média entre o comprimento do I e II metatarsal, porém em uma amostra chegou a 13mm.

CONCLUSÕES

1. Houve predominância de pés com *Index minus* em ambos os sexos, e a presença das três fórmulas metatarsais dentro do padrão de normalidade.
2. O padrão médio normal encontrado foi: o I metatarsal 2,4mm menor que o II nos homens e 2,2mm nas mulheres. O III foi, em média, menor que o II em 4,4mm nos homens e 3,8mm nas mulheres. O IV metatarsal foi 9,2mm menor que o III nos homens e 8,2mm nas mulheres. O V foi 14,7mm menor que o IV nos homens e 13,6mm nas mulheres.

REFERÊNCIAS

1. Du Vries HL, Inman JT. Surgery of the foot. 2nd ed. St. Louis: Mosby; 1965.
2. Giannestras NJ. Foot disorders. 2nd ed. Philadelphia: Lea & Febiger; 1973.
3. Troncoso J, Viladot A Jr. Metatarsalgia. Rev Orthop Traumatol. 1965;9:5-192.
4. Viladot A Jr. Exploración. In: Diez lecciones sobre patologia del pie. Barcelona: Toray; 1979. p.41-63.
5. Almenar Benages L. Exploración radiográfica del pie. Med Esp. 1962;47:400-13.
6. Viladot-Perice A. Metatarsalgias, in patologia do antepé. 3a. ed. São Paulo: Rocca; 1987.
7. Chati Sobrinho J. Estudo anatomo-radiológico do arco anterior do pé. São Paulo: Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo; 1976.
8. Freiburger RH: Roentgen examination of the foot. Bull Hosp Spec Surg. 1961; 4:20-3.
9. Hlavac HF. Differences in x-ray findings with varied positioning of the foot. J Am Podiatry Assoc. 1967;57(10):465-71.
10. Kleiger B, Greenspan A, Norman A. Roentgenographic examination of the normal foot and ankle. In: Jahss MH. Disorders of the foot. Philadelphia: Saunders; 1982. p. 116-38.
11. Machado GO. Estudo radiológico das relações de alguns parâmetros do primeiro metatarsiano em 420 pés normais. [tese]. Sorocaba: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 1985.
12. Steel MW 3rd, Johnson KA, DeWitz MA, Ilstrup DM. Radiographic measurements of the normal adult foot. Foot Ankle. 1980;1(3):151-8.
13. Price GF. Metatarsus primus varus: including various clinicoradiologic features of the female foot. Clin Orthop Relat Res. 1979;(145): 217-23.
14. Gaunel C, Louyot P, Treheux A. [Radiological study of the pronation or supination deformities of the foot]. Rev Rhum Mal Osteoartic. 1971;28(10):591-8.
15. Meschan I. Radiology of the normal foot. Semin. Roentgenol. 1970;5(4): 327-40.
16. Montagne J, Chevrot A, Chafetz N, Galmiche JM. Atlas of foot radiology. N. York: Masson; 1981.
17. Lerch H. Form of arch of metatarsal head. Z Orthop. 1949;78:157-60.
18. Chiappara P, Verrina F. [Plantar prints in podological practice]. Minerva Chir. 1977;32(8):487-90.
19. Weissman SD. Radiology of the foot. Baltimore: Williams & Wilkins; 1983.
20. Ducroquet R. Marcha normal y patológica. Barcelona: Toray-Masson; 1972.

21. Romeiro VA. Fórmulas do antepé. Amostragem das fórmulas digital e metatarsiana em um único grupo etário do sexo masculino [dissertação]. Rio de Janeiro: Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio de Janeiro; 1989.
22. Dragonetti L, Romanò A. La formula metatarsale. [Metatarsal formula. Study of the arrangement and relations of metatarsal heads in the normal feet]. *Chir Ital.* 1968;20(2):300-10.
23. Ellis VH. A method of correcting metatarsus primus varus; preliminary report. *J Bone Joint Surg Br.* 1951;33(3):415-7.
24. Lelievre J. *Patologia del pie.* Barcelona: Toray-Masson; 1960.
25. Camp JD, Cilley E. Diagrammatic chart showing time of appearance of the various centers of ossification and period of union. *Am J Roentgenol.* 1931;26: 905.
26. Flecker H. Union of metatarsal epiphyses. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med.* 1952;68(1):37.
27. Lockart RD. *Anatomy of the human Body.* London: Faber and Faber; 1959.
28. O'Rahilly R, Gardner E, Gray DJ. The skeletal development of the foot. *Clin Orthop.* 1960;16:7-14.
29. Gamble FO, Yale I. *Clinical foot roentgenology.* Baltimore: Williams & Wilkins; 1966.
30. Pisani G, Garneri L. L'indagine funzionale del piede. *Chir Del Piede.* 1980;4:1-16.
31. Keim HA, Ritchie GW. Weight-bearing roentgenograms in the evaluation of foot deformities. *Clin Orthop Relat Res.* 1970;70:133-6.
32. Shereff MJ, DiGiovanni L, Bejjani FJ, Hersh A, Kummer FJ. A comparison of nonweight-bearing and weight-bearing radiographs of the foot. *Foot Ankle.* 1990;10(6):306-11.
33. Fonseca Filho FF. Fórmula metatarsal. Diferença entre as posições das terminações distais dos ossos metatarsais I e II e distribuição de frequência [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo; 1987.
34. Marques J. Estudo radiográfico do antepé. Baseado em 360 pés adultos normais [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo; 1991.
35. Honnart F. [Anatomy and physiology of the fore part of the foot]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 1974;60(Suppl 2):107-12
36. Barbieri A, Federzoni F. [Metatarsalgias from flattening of the transverse vault. (Considerations on surgical treatment)]. *Arch Putti Chir Organi Mov.* 1966;21:134-50.
37. Mann RA, Poppen NK, O'Konski M. Amputation of the great toe. A clinical and biomechanical study. *Clin Orthop Relat Res.* 1988;(226):192-205.
38. Valenti V. Curso de podologia. In: Congresso Brasileiro de Medicina e Cirurgia do Pé. 2a. ed. Canela-Gramado (RS) Brasil, 1980. p. 1 e 7.
39. Maschas A. [Anatomy and physiology of the fore part of the foot. Radiological study]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 1974;60(Suppl 2):131-6.
40. Cailliet R. *Síndromes dolorosas – Pé e Tornozelo.* São Paulo: Manole; 1975.
41. Harty M. Metatarsalgia. *Surg Gynecol Obstet.* 1973;136(1):105-6.
42. Du VRIES HL: *Cirurgia del pie.* México: Interamericana; 1960. p. 356.
43. Marques J, Napoli MM. Estudo radiográfico da fórmula metatarsal. Baseado em 360 pés de adultos normais das raças branca, negra e amarela. *Rev Cubana Ortop Traumatol,* 1987; 2(2):24-8.