

Fórmula metatársica: comparação entre três métodos de mensuração

Metatarsal formula: comparison between three measurement methods

Inacio Diogo Asaumi¹, Caio Nery², Fabio Luiz Kiyan³, Igor Cassoni³

Resumo

A fórmula metatársica fornece informações importantes sobre a distribuição de cargas no antepé, auxiliando na compreensão das diversas patologias que acometem essa região. Existem na literatura várias metodologias descritas para a mensuração da fórmula metatársica, entretanto, sem consenso sobre a mais apropriada. O objetivo deste trabalho foi comparar dois métodos já consagrados de mensuração do comprimento dos metatársicos e um novo método que leva em consideração o ângulo individual de progressão da marcha. Foram avaliados 50 voluntários normais, com idades entre 18 e 25 anos (média=22; DP=2), tendo sido mensurados os ângulos de progressão da marcha de cada um deles (média=9,8°) e obtidas radiografias na incidência ântero-posterior em ortostase. Aplicando a metodologia de Hardy e Clapham, Viladot e a nova metodologia, observou-se nítido predomínio da fórmula metatársica Index Plus nos três métodos. Houve diferença estatisticamente significativa entre as medidas obtidas por meio dos três métodos utilizados.

Descritores: Pé; Metatarso; Métodos

Abstract

The metatarsal formula provides important information about the load distribution on the forefoot and allows better comprehension of various diseases that lead to metatarsalgia. Various methods of determining metatarsal formula are described in the scientific community, without agreement. This study aimed to compare two well described methods and a new proposed one which combines individualized foot progression angle. We studied 50 subjects ranging in age from 18-25 years (mean=22 ; SD=2), with normal feet. The foot progression angle (mean=9,8°) for both feet was determined for each individual and standard antero-posterior weight-bearing radiographs were taken. The relative metatarsal protusion was determined afterwards, using Hardy and Clapham, Viladot, and the new method . We observed predominance of index plus type in all methods. Significant statistical difference was observed between all methods.

Keywords: Foot; Metatarsus; Methods

Correspondência

Inacio Diogo Asaumi
Av Dr Altino Arantes 932 ap05
Vila Clementino Sao Paulo – CEP 04042-004
Tel.: 11 3884-7766
E-mail: igasaumi@uol.com.br

Data de recebimento

10/09/08

Data de aceite

27/09/08

Trabalho realizado no Setor de Medicina e Cirurgia do Pé da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo (SP), Brasil.

¹ Integrante do Setor de Medicina e Cirurgia do Pé da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo (SP), Brasil.

² Livre-docente, Professor Associado do Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo (SP), Brasil.

³ Residentes do Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo (SP), Brasil.

INTRODUÇÃO

A fórmula metatársica é a relação existente entre os planos frontais em que se encontram as cabeças dos metatársicos⁽¹⁾. O conceito de fórmula metatársica se vale, realmente, do grau de protrusão anterior das cabeças metatársicas e seu inter-relacionamento, e não do comprimento verdadeiro, “anatômico”, de cada osso metatársico. Apesar da grande variação de comprimento entre os cinco metatársicos, a protrusão anterior de suas cabeças segue padrões conhecidos há muito.

A literatura europeia classifica a fórmula metatársica em três tipos predominantes: Index Minus – em que o primeiro metatársico é menor que o segundo; Index Plus – em que o primeiro metatársico é maior que o segundo e Index Plus-minus – em que as cabeças do primeiro e segundo metatársicos encontram-se no mesmo plano. Em todas estas fórmulas, a protrusão anterior das cabeças dos demais metatársicos se faz em planos progressivamente mais posteriores, o que os torna relativamente mais curtos. Embora sem o embasamento necessário, é bastante difundida a idéia de que a fórmula metatársica mais harmônica e considerada como “desejável” para o ser humano é a Index Minus, capaz de proteger os dedos das patologias mais comuns e distribuir de forma eficiente as pressões nas plantas dos pés^(2,3).

A análise da fórmula metatársica fornece informações valiosas sobre a distribuição de carga no antepé, permitindo a compreensão das alterações biomecânicas presentes nas afecções desta região⁽⁴⁾ (metatarsalgia, hálux valgo, hálux rígido, sesamoidite^(2,3)). Na literatura científica, cinco métodos radiográficos de mensuração da fórmula metatársica são descritos: Morton, Harris e Beath; Stokes, Hardy e Clapham^(2,6) e Viladot^(2,3). Somente o de Viladot correlaciona o ângulo de progressão da marcha (ângulo de Fick) pré-estabelecido de 18° para aferição da medida relativa dos metatársicos.

O ângulo de progressão da marcha, é resultante do alinhamento rotacional do quadril, fêmur, unidade tíbio-fibular e tálus, determinando o posicionamento do pé durante a marcha⁽⁷⁻⁹⁾. Em vasta pesquisa em adultos e crianças, Engel, Staheli e Staheli et al.⁽⁷⁻⁹⁾, refere que esse ângulo seria de aproximadamente 10° no adulto, variando de -3° a +20°.

Na prática diária, ao tentar encontrar a melhor forma de sistematizar as indicações terapêuticas – conservadoras e cirúrgicas – para pacientes portadores de quadros dolorosos do antepé, realizamos rotineiramente mensurações goniométricas e lineares em radiografias obtidas em ortostase sem levar em consideração a linha e os ângulos de progressão da marcha. A observação de alguns casos limítrofes nos fez atentar para a possibilidade de que, durante a função da marcha, poderia haver mudanças importantes da fórmula metatársica em razão

da intensidade de rotação interna ou externa do membro inferior. Exemplificando, pés portadores de fórmula metatársica Index Plus-minus, podem funcionar como pés Index Plus, apenas pela ação de ângulo de progressão da marcha levemente aumentado, fato este desconsiderado nos métodos rotineiros de mensuração adotados e difundidos na literatura.

Com isso em mente, concebemos método que pudesse associar o ângulo personalizado de progressão da marcha à avaliação radiográfica estática da fórmula metatársica, de forma a valorizar o posicionamento do pé quando as cargas são transmitidas para os eixos funcionais das cabeças dos metatársicos durante a fase de apoio da marcha.

O objetivo deste trabalho foi avaliar essa nova metodologia, comparando-a com as já consagradas de Viladot e de Hardy & Clapham.

MÉTODOS

O estudo consistiu na avaliação de 50 pares de pés normais de voluntários universitários, com idades variando entre 18 e 25 anos, em proporções semelhantes segundo o sexo. O pé normal foi definido como indolor, sem deformidades e sem história de importante patologia ou disfunção. Cicatrizes, lesões de pele ou tecidos moles, doenças músculo-esqueléticas e cirurgias prévias foram consideradas critérios de exclusão⁽⁹⁾.

Para registro gráfico da marcha a literatura mostra uma série de técnicas^(10,11), dentre as quais adaptamos a que segue: ao voluntário foi solicitado que caminhasse descalço por uma plataforma de EVA (acetato de vinil etileno) com 4,0 m de comprimento e 0,5 m de largura, untada com tinta para carimbo aquosa preta e coberta por uma lâmina de papel Kraft com as mesmas dimensões (Figura 1A). O exame foi realizado em sala ampla, sendo que a caminhada totalizou 6 m (Figura 1B).

Os voluntários foram orientados a caminhar com naturalidade, mantendo direção retilínea, seguindo o eixo longitudinal da plataforma que foi sinalizada em seus pontos extremos, com objeto de fácil visualização que serviu como guia à caminhada.

Para minimizar as alterações de velocidade e direção da marcha durante a coleta de dados, foi realizada com todos os participantes, simulação e treinamento da marcha, ao lado da plataforma de registro, antes da realização do teste propriamente dito. Se, durante a realização do teste houvesse qualquer hesitação ou alteração da marcha, a amostra era descartada e o processo reiniciado (Figura 2)⁽¹⁰⁾.

A partir da impressão da marcha assim obtida (Figura 3), foram delineados os seguintes parâmetros, segundo metodologia colhida na literatura⁽¹⁰⁾:



Figura 1 - (A) Componentes da plataforma de mensuração do ângulo de progressão da marcha, utilizada neste estudo: sobre solo firme de paviflex foi colocada lâmina de EVA untada com tinta preta para carimbo; sobre a superfície tintada, foi colocada folha de papel Kraft; (B) Plataforma de EVA tintada, coberta com papel Kraft de quatro metros, para marcha de seis metros.



Figura 2 - Voluntário realizando o teste sobre a plataforma.

- EPM - Eixo de progressão da marcha = eixo médio longitudinal da plataforma.
- EP - Eixo do pé = linha que abrange o ponto médio da maior largura do calcâneo e ponto médio da maior largura da impressão do segundo dedo.
- APM - Ângulo de progressão da marcha = ângulo entre o eixo de progressão da marcha e eixo do pé.

O tamanho da plataforma (4 m) permitiu um mínimo de quatro passos a todos os voluntários, sendo o ângulo de progressão da marcha determinado, para cada um dos pés,

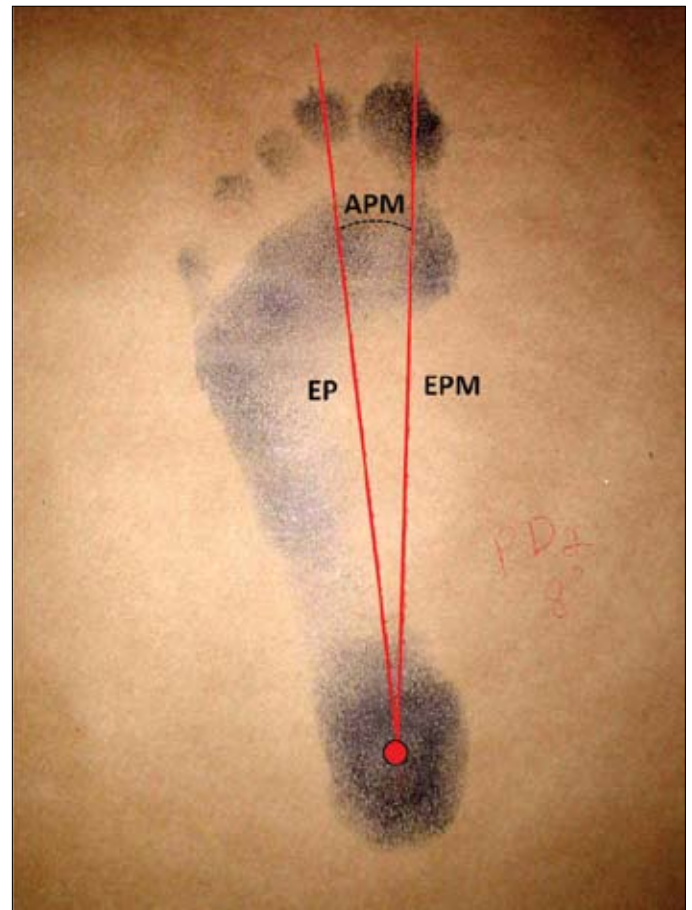


Figura 3 - Exemplo das impressões plantares utilizadas neste estudo, onde foram demarcados o EPM - eixo de progressão da marcha; EP - eixo do pé e APM - ângulo de progressão da marcha.

Tabela 1 - Medidas de ângulo de progressão da marcha para cada pé

Nº	Idade	Sexo	Média do ângulo de progressão da marcha		Nº	Idade	Sexo	Média do ângulo de progressão da marcha	
			Pé D	Pé E				Pé D	Pé E
1	21	M	9,5	20	26	19	F	2,5	-4
2	22	F	23,5	10	27	23	F	14	21,5
3	23	F	8,5	10	28	18	M	11	7
4	21	M	7,5	6	29	22	F	4,5	-3
5	22	M	17	10	30	19	F	10	8,5
6	22	F	13	8	31	23	M	11,5	1
7	19	M	12	16,5	32	20	M	7	15,5
8	22	M	4,5	11,5	33	21	M	14,5	14
9	22	F	12,5	16	34	23	M	3,5	9,5
10	22	F	8,5	11	35	20	F	9	9
11	23	M	12	8,5	36	23	M	11,5	12,5
12	20	F	13,5	17	37	21	F	13,5	8,5
13	22	M	15,5	17,5	38	23	M	14,5	12
14	22	M	16,5	10,5	39	22	F	9	16
15	24	F	12,5	6,5	40	23	F	7	5,5
16	22	M	12	6,5	41	24	F	2,5	5,5
17	19	F	5	13	42	25	F	5	4,5
18	22	F	12	-5	43	24	F	-0,5	-3
19	19	F	14,5	6,5	44	22	F	8,5	10
20	19	F	17	8,5	45	22	F	4	2
21	23	M	9,5	16,5	46	21	F	7,5	1
22	23	M	11	8	47	21	M	7	10
23	25	M	20,5	12,5	48	22	M	12,5	16,5
24	25	M	4	9,5	49	21	F	5	5
25	24	M	11	10	50	23	M	6,5	7

M=masculino; F=feminino; D=direito; E=esquerdo

Tabela 2 - Análise estatística do ângulo de progressão da marcha quanto ao lado e ao sexo

	Masculino	Feminino
Direito	10,9	9,4
Esquerdo	11,2	8,0
t (DxE)	0,816	0,240
Média	11,0	9,7
t (MxF)	0,083	
Média geral	9,80	

como a média aritmética entre as duas medidas registradas para cada lado. Os valores apresentados na Tabela 1 correspondem às medidas do ângulo de progressão da marcha de cada indivíduo, sendo as marchas em rotação interna apresentadas com sinal negativo.

Em seguida, foram feitas radiografias de ambos os pés na incidência ântero-posterior em ortostase. Segundo a padronização utilizada, os dois pés foram radiografados no mesmo filme e com a ampola a 1 m de distância com inclinação cefálica de 15°⁽⁹⁾.

A partir desta imagem radiográfica mensurou-se os tamanhos relativos dos primeiro e segundo metatársicos, por meio das seguintes técnicas:

- Hardy e Clapham^(5,6): Neste método, a diferença da protrusão distal entre os metatársicos é avaliada pela diferen-

ça do comprimento dos raios dos arcos de circunferências centrados na intersecção do longo eixo do segundo metatársico e uma linha médiotársica transversa desenhada entre a porção mais medial da articulação talo navicular e a porção mais lateral da articulação calcâneo-cubóide. Para padronizar a obtenção do ponto tangencial à superfície articular do primeiro metatársico, foi utilizada régua com círculos concêntricos de Mose⁽¹²⁻¹⁴⁾ (Figura 4).

- Viladot^(2,3): mede a diferença da protrusão distal entre os metatársicos pela projeção destes no eixo de progressão da marcha com ângulo pré-determinado de progressão da marcha de 18°. Como a projeção do metatársico sobre o eixo de progressão da marcha forma um triângulo retângulo, nos valem da trigonometria para a determinação da medida dos catetos. Com a hipotenusa conhecida e o co-seno de 18°, determinamos o cateto adjacente (projeção do metatársico que se pretende medir). Para determinar o comprimento da projeção do primeiro metatársico, o ângulo utilizado foi a diferença entre 18° e o ângulo formado entre a medida dos dois metatársicos.

Em seguida, utilizamos a mesma metodologia trigonométrica para aferição da protrusão metatársica, mas com



Figura 4 - Técnica de Hardy e Clapham para mensuração do comprimento dos metatársicos: (A) Nota-se a demarcação da linha mediotársica além da demarcação dos centros das cabeças dos 1^o e 2^o metatársicos com círculos de Mose; (B) foram desenhadas as linhas que passam pelo ponto de intersecção entre o eixo do II metatársico e a linha mediotársica e pelo centro da cabeça de cada metatársico; (C) a mensuração do comprimento de cada metatársico correspondente ao segmento de reta entre a linha mediotársica e a tangente à superfície articular distal dos metatársicos que se pretende mensurar.

ângulos de progressão da marcha individualizados, constituindo a meta deste trabalho (Figura 5).

RESULTADOS

Nossa amostra foi constituída por 100 pés de 50 indivíduos adultos normais, sendo 24 (48%) do sexo masculino e 26 (52%) do sexo feminino, com idades variando entre 18 e 25 anos (média=22 anos; DP= 2).

O ângulo de progressão da marcha apresentou variações muito amplas em nossa amostra – de -5 a $+23,5^\circ$ – mas quando os dados foram submetidos à análise estatística, não foram detectadas diferenças significantes entre os lados direito e esquerdo, em ambos os sexos. Agrupando-se os valores angulares de ambos os pés, empreendeu-se a análise por sexo que também se mostrou não significante, o que nos permite extrair a média geral de $9,8^\circ$ para o ângulo de progressão da marcha como sendo o valor a ser considerado como normal para os adultos jovens de ambos os sexos.

Os dados obtidos a partir da medida da protrusão metatársica nos diferentes métodos são apresentados na Tabela 3.

A diferença entre os comprimentos relativos em milímetros dos metatársicos para cada pé é apresentada com

sinal negativo quando o primeiro metatársico é menor que o segundo, e sinal positivo quando o primeiro metatársico é maior que o segundo. A ausência de diferença em milímetros é caracterizada como zero.

A diferença entre os metatársicos foi analisada de duas formas: segundo as fórmulas metatarsais mais comuns (Index Plus, Index Plus-minus e Index Minus), conforme a Tabela 4 e segundo a diferença absoluta em milímetros, apresentados na Tabela 5.

DISCUSSÃO

A análise dos resultados obtidos revelou que a amostra estudada era homogênea, assim como fiel à metodologia utilizada na aferição do ângulo de progressão da marcha. Realizou-se uma adaptação do método de Lösel et al.⁽¹⁰⁾, sem o desconforto de pintar os pés dos voluntários, por meio de uma “plataforma-carimbo” semelhante ao papel Shutrack⁽¹¹⁾, já comercializado nos Estados Unidos da América. O uso da superfície emborrachada aliada à tinta para carimbo permitiu a realização do teste de vários voluntários com pequeno dispêndio de tempo e recursos. Além da simplicidade do sistema, ressalta-se a facilidade de arma-

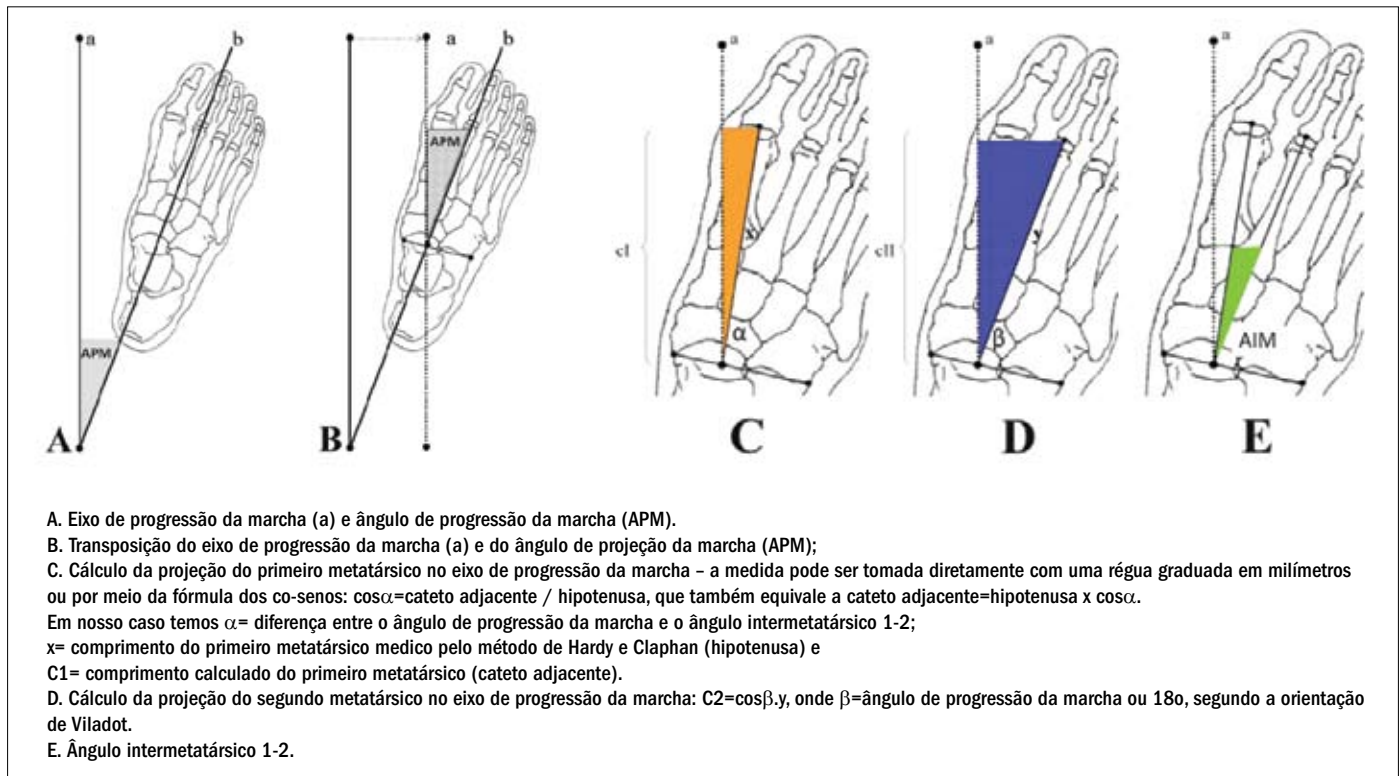


Figura 5 - Método trigonométrico utilizado para as mensurações de Viladot e na nova proposta sugerida neste trabalho

Tabela 3 - Medidas da protrusão metatársica (valores em mm)

Nº	Idade	Sexo	Hardy e Clapham		Viladot		Nosso teste		Nº	Idade	Sexo	Hardy e Clapham		Viladot		Nosso teste	
			D	E	D	E	D	E				D	E	D	E	D	E
1	21	M	2	0	7	5	3	6	26	19	F	3	-1	7	3	1	-5
2	22	F	-4	-4	1	1	2	-4	27	23	F	0	0	4	4	3	6
3	23	F	-5	-4	-1	0	-4	-2	28	18	M	3	2	8	7	5	2
4	21	M	0	0	5	5	1	0	29	22	F	7	7	5	5	1	1
5	22	M	5	3	10	8	9	4	30	19	F	4	2	9	6	5	3
6	22	F	3	2	7	6	6	3	31	23	M	7	6	12	11	9	3
7	19	M	2	2	6	6	4	6	32	20	M	3	3	7	7	4	7
8	22	M	2	0	6	4	1	0	33	21	M	1	0	5	4	5	3
9	22	F	-6	-7	-2	-3	-4	-3	34	23	M	2	2	7	7	1	4
10	22	F	2	1	6	4	3	3	35	20	F	3	3	7	7	4	4
11	23	M	1	1	5	6	3	2	36	23	M	-3	-1	1	3	-1	2
12	20	F	-3	-2	2	2	0	2	37	21	F	0	0	4	4	2	0
13	22	M	4	1	8	5	8	6	38	23	M	2	2	6	6	5	4
14	22	M	0	0	4	4	4	2	39	22	F	1	-2	6	3	1	2
15	24	F	6	5	10	9	7	5	40	23	F	4	5	9	9	5	4
16	22	M	-2	-3	3	2	1	-3	41	24	F	0	0	4	5	-1	-1
17	19	F	0	0	5	5	-1	3	42	25	F	0	2	7	5	1	-1
18	22	F	7	7	10	11	9	7	43	24	F	1	1	5	5	-2	-3
19	19	F	-1	-1	4	4	2	-1	44	22	F	0	0	4	4	1	1
20	19	F	0	0	4	4	4	0	45	22	F	-1	-1	3	4	-2	-3
21	23	M	0	0	5	5	2	5	46	21	F	-1	-2	4	3	0	-4
22	23	M	4	3	8	8	6	3	47	21	M	4	3	9	7	4	5
23	25	M	-2	-2	2	2	3	0	48	22	M	1	2	6	7	3	6
24	25	M	3	1	8	6	3	2	49	21	F	-1	-1	3	3	0	0
25	24	M	2	2	6	6	4	4	50	23	M	1	1	6	6	1	2

M=masculino; F=feminino; D=direito; E=esquerdo

Tabela 4 - Distribuição das fórmulas metatarsais

Fórmulas metatarsais	Métodos											
	Hardy e Clapham				Viladot				Nossoteste			
	D		E		D		E		D		E	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Index Minus	11	22	13	26	2	4	1	2	6	12	11	22
Index Plus-minus	10	20	12	24	0	0	1	2	3	6	6	12
Index Plus	29	58	25	50	48	96	48	96	41	82	33	66
TOTAL	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100

Prova de Friedman: $p < 0,001$.

zenamento e durabilidade do material. Neste estudo a processo utilizado demonstrou ser fidedigno, de baixo custo e de fácil execução.

Percebe-se nos últimos anos, aumento no interesse do estudo fórmula metatársica e de seu papel na fisiologia e etiopatogenia do antepé doloroso do adulto. É de vital importância seu conhecimento na identificação e planejamento terapêutico de inúmeras afecções que, até bem pouco tempo, eram minimizadas e desprezadas tanto pelo médico geral quanto pelo ortopedista. Nas últimas décadas, surgiram métodos computadorizados e eletrônicos para a determinação das pressões nas plantas dos pés, mas diferentemente do que se esperava, talvez pela dificuldade de aprendizado e pelos altos custos, sua aplicabilidade prática ainda é insipiente.

Apesar das limitações impostas pela avaliação radiográfica bidimensional de estrutura complexa e delicada quanto o antepé humano, não se pode menosprezar a importância da protrusão metatársica relativa na avaliação do antepé.

A nítida predominância da fórmula Index Plus nos três métodos empregados aponta para aquela que deve ser a fórmula mais desejada quando propõe-se cirurgias corretivas no antepé. Estes achados jogam por terra a antiga noção de que seria desejável a obtenção da fórmula Index Minus quando se realiza o realinhamento das cabeças metatársicas. No entanto, é imprescindível levar em conta o ângulo de progressão da marcha – próprio e individual a cada ser humano – no planejamento destas correções, sob pena de se produzir grandes desequilíbrios.

Os valores médios obtidos para a protrusão das cabeças dos metatársicos quando utilizamos os ângulos personalizados de progressão da marcha (Tabela 4), apontam para a subestimação dos achados pelo método de Hardy e Clapham e superestimação dos valores pelo método de Viladot.

Pela análise das medianas das protrusões metatarsais obtidas neste trabalho, podemos considerar como condi-

Tabela 5 - Análise da protrusão metatársica em milímetros.

Método	Protrusão metatársica									
	Média		DP*		Mediana		Mínimo		Máximo	
	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E
Hardy e Clapham	1,2	0,8	2,9	2,7	1	0,5	-6	-7	7	7
Viladot	5,5	5	2,8	2,5	6	5	-2	-3	12	11
Teste	2,6	1,8	3	3,1	3	2	-4	-5	9	7

*DP=Desvio padrão

Prova de Friedman: $p < 0,001$

Comparações múltiplas: Hardy e Clapham x Viladot $p < 0,001$

Hardy e Clapham x Teste $p < 0,001$

Viladot x Teste $p < 0,001$

ção ideal aquela em que a cabeça do primeiro metatársico situe-se 2,5 mm à frente da cabeça do segundo metatársico durante a marcha.

Como já foi dito, o Comitê de Pesquisa da Sociedade Ortopédica Americana de Pé e Tornozelo (AOFAS) recomenda a adoção do método desenvolvido por Hardy e Clapham^(5,16) para a análise do comprimento relativo dos metatársicos, método este que não leva em conta o posicionamento dos membros inferiores durante a marcha e suas variações funcionais de rotação. A técnica de Viladot, por sua vez, prestigia a rotação externa típica da marcha humana, mas o faz de forma exagerada (18°).

Para fins práticos, talvez a questão possa ser resolvida pela diminuição desta rotação para 10°, conforme os achados de Staheli reproduzidos neste trabalho, o que tornaria o processo de avaliação mais simples, sem a necessidade da realização de mensuração individualizada do ângulo de progressão da marcha. É necessário ressaltar que a adoção desta sistemática incluiria risco de erro em virtude da grande variabilidade deste ângulo na população normal (+/-12°).

CONCLUSÕES

- A fórmula metatársica Index Plus predominou na população jovem de indivíduos normais, independentemente da metodologia adotada.
- A metodologia de Hardy e Clapham subestima a incidência da fórmula metatársica mais comum (IP) (54%), enquanto a metodologia de Viladot exagera sua frequência (96%).
- A média do ângulo de progressão da marcha em nossa amostra foi de 9,8°.
- A protrusão ideal da cabeça do primeiro metatársico em relação à do segundo é de 2,5 mm, em condições funcionais que levem em conta o ângulo de progressão da marcha.

REFERÊNCIAS

1. Nery CAS. Metatarsalgias. In: Herbert S. Ortopedia e traumatologia: princípios e prática. 3a ed. São Paulo: Artmed; 2003.
2. Viladot A. Metatarsalgia due to biomechanical alterations of the forefoot. *Orthop Clin North Am.* 1973;4(1):165-78.
3. Viladot A. The metatarsals. In: Jahss MH, editor. Disorders of the foot. Philadelphia: WB Saunders;1982. p. 659-710.
4. Stokes IA, Hutton WC, Stott JR, Lowe LW. Forces under the hallux valgus foot before and after surgery. *Clin Orthop Related Res.* 1979;(142):64-72.
5. Hardy RH, Clapham JC. Observations on hallux valgus; based on a controlled series. *J Bone Joint Surg Br.* 1951;33B(3):376-91.
6. Shereff MJ. Radiographic analysis of the foot and ankle. In: Jahss MH, editor. Disorders of the foot. Philadelphia: WB Saunders; 1982. p. 91-108.
7. Engel GM, Staheli LT. The natural history of torsion and others factors influencing gait in childhood. A study of the angle of gait, tibial torsion, knee angle, hip rotation, and development of the arch in normal children. *Clin Orthop Related Res.* 1974;(99):12-7.
8. Staheli LT, Corbett M, Wyss C, King H. Lower-extremity rotational problems in children. *J Bone Joint Surg Am.* 1985;67(1):39-47.
9. Steel MW, Johnson KA, DeWitz MA, Ilstrup DM. Radiographic measurements of the normal adult foot. *Foot Ankle.* 1980;1(3):151-8.
10. Lösel S, Burgess-Milliron MJ, Micheli LJ, Edington CJ. A simplified technique for determining foot progression angle in children 4 to 16 years of age. *J Pediatr Orthop.* 1996;16(5):570-4.
11. Yngve DA. Foot-progression angle in clubfeet. *J Pediatr Orthop.* 1990;10(4):467-72.
12. Coughlin MJ, Saltzman CL, Nunley JA. Angular measurements in the evaluation of hallux valgus deformities: a report of the ad hoc committee of the American Orthopaedic Foot & Ankle Society on angular measurements. *Foot and Ankle Int.* 2002;23(1):68-74.
13. Schneider W, Knahr K. Metatarsophalangeal and intermetatarsal angle: diferent values and interpretation of postoperative results dependent on the technique of measurement. *Foot Ankle Int.* 1998;19(8):532-6.
14. Allen DM, Nunley JA. Measurement of the first/second intermetatarsal angle following proximal oblique metatarsal osteotomy. *Foot Ankle Int.* 2002;23(1):64-7.
15. Bojsen-Møller F. Anatomy of the forefoot, normal and pathologic. *Clin Orthop Related Res.* 1979;(142):10-8.
16. Smith RW, Reynolds JC, Stewart MJ. Hallux valgus assesment: report of research committee of American Orthopaedic Foot and Ankle Society. *Foot Ankle.* 1984;5(2):92-103.
17. Sarrafian SK. Anatomy of the foot and ankle. 2nd ed. Philadelphia: Lippincot; 1993.