

CONFIABILIDADE INTER E INTRA-EXAMINADOR DA FOTOPOMETRIA E INTRA-EXAMINADOR DA FOTOPODOSCOPIA

RIBEIRO AP, TROMBINI-SOUZA F, IUNES DH E MONTE-RASO VV

Departamento de Fisioterapia, Clínica de Fisioterapia, Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas, MG - Brasil

Correspondência para: Ana Paula Ribeiro, Rua Jair Furtado, 195, Jd. América, CEP 37130-000, Alfenas, MG – Brasil,
e-mail: anapaulafisioterapia@yahoo.com.br

Recebido: 30/01/2006 - Revisado: 01/06/2006 - Aceito: 21/09/2006

RESUMO

Objetivo: O propósito deste estudo foi avaliar a confiabilidade inter e intra-examinador da fotopodometria, bem como a confiabilidade intra-examinador da fotopodoscopia. **Método:** Foram fotografadas as impressões plantares de 30 indivíduos hígidos de ambos os sexos, com idade média de $21,0 \pm 1,32$ anos, posicionados sobre um podoscópio, com os pés descalços, apoio bipodal e postura ortostática. A imagem da impressão plantar refletida no vidro desse aparelho foi capturada por meio de uma câmera fotográfica digital de 2.1 megapixels, posicionada sobre um tripé em frente ao mesmo. As imagens foram arquivadas e, em seguida, submetidas às análises inter e intra-examinador. Para verificar a confiabilidade intra-examinador da fotopodoscopia, após quatro semanas, toda a metodologia de captura e análise de novos podogramas dos mesmos indivíduos foi repetida. **Resultados:** As análises inter e intra-examinador da fotopodometria apresentaram, respectivamente, ICC= 0,96 e ICC= 0,98. O ICC de confiabilidade intra-examinador da fotopodoscopia foi de 0,94. **Conclusão:** Conclui-se então que a fotopodometria é um recurso de análise quantitativa confiável, sendo também a fotopodoscopia um método de avaliação aplicável para análises clínicas e científicas, permitindo, assim, acompanhar a evolução de tratamentos fisioterapêuticos dos apoios plantares, mesmo levando-se em consideração as variabilidades intrínsecas e extrínsecas dos indivíduos.

Palavras-chave: fotogrametria, impressão plantar, confiabilidade.

ABSTRACT

Inter and Intra-Examiner Reliability of Photopodometry and Intra-Examiner Reliability of Photopodography

Objective: To evaluate the inter and intra-examiner reliability of photopodometry and the intra-examiner reliability of photopodography. **Method:** Plantar prints from 30 healthy individuals of both sexes with mean age of 21.0 ± 1.32 years were photographed. These individuals were positioned on a podoscope with bare feet, bipedal support and orthostatic posture. The plantar print images reflected on the glass of this instrument were captured using a 2.1 megapixel digital photographic camera positioned on a tripod in front of the podoscope. The images were filed and subsequently subjected to inter and intra-examiner analysis. To verify the intra-examiner reliability of photopodography, the whole procedure of podogram capture and analysis was repeated on the same individuals four weeks later. **Results:** The intraclass correlation coefficients (ICC) for the inter and intra-examiner analyses on the photopodometry were, respectively, 0.96 and 0.98. The ICC for the intra-examiner reliability of the photopodometry was 0.94. **Conclusion:** Photopodometry is a reliable quantitative analysis method and photopodography is an evaluation method applicable to clinical and scientific analyses. They therefore make it possible to follow up the evolution of physiotherapeutic treatment on plantar supports, despite the intrinsic and extrinsic variability between individuals.

Key words: photogrammetry, plantar print, reliability.

INTRODUÇÃO

No final do século XIX, houve um esforço para se quantificar a distribuição da pressão plantar; porém avanços significativos no desenvolvimento de sistemas de medição só foram obtidos a partir de 1980¹. Desde então, a medida da largura ou área de contato da impressão plantar (podograma) constitui um meio simples e objetivo para a classificação dos pés².

A análise dessa impressão também é dada como um guia para descrição da forma do arco longitudinal do pé; com isso, as modificações do arco longitudinal plantar podem ser facilmente verificadas através da análise dos podogramas^{4,5}.

Kanatli et al.³ demonstraram que a análise da impressão plantar é simples, facilmente disponível, apresenta baixo custo e é uma técnica não invasiva que pode ser usada como método de avaliação em tratamentos individuais e em estudos científicos.

Segundo Manfio⁶, dentre os mais de 40 métodos diferentes, projetados e testados para análise da distribuição de pressão plantar, um dos mais comuns é o índice do arco plantar instituído por Staheli⁴, que utiliza impressões plantares expostas em folhas de papel.

Para facilitar a visualização dessas impressões plantares, seja estática ou dinâmica, dentre vários aparelhos, um dos instrumentos mais simples para uma avaliação estática é o podoscópio⁷.

Define-se então fotopodoscopia como a captura fotográfica de impressões plantares expostas em um podoscópio. Já a utilização da fotogrametria para mensuração de podogramas é definida como fotopodometria.

O termo fotogrametria deriva das palavras gregas *photos*, que significa luz; *gramma*, traduzida por algo que é desenhado ou escrito e *metron*, que significa medir⁸.

De acordo com a *American Society of Photogrammetry*, em 1979, definiu-se Fotogrametria como sendo: “a arte, ciência e tecnologia de obtenção de informação confiável sobre objetos físicos e o meio ambiente através de processos de gravação, medição e interpretação de imagens fotográficas e padrões de energia eletromagnética radiante e outras fontes”⁸.

Essa é uma técnica relativamente simples e facilmente realizável, utilizada como um método de avaliação quantitativa devido às suas vantagens e efetividade na aplicação clínica, como baixo custo no sistema de obtenção de imagens, facilidade de fotointerpretação, alta precisão e reprodutibilidade dos resultados, bem como ausência de radiação^{8,9,10,11}.

Apesar de Amorim¹² ter observado a validade e a adequação dessa técnica na medida angular das articulações quando comparada à goniometria, salientou a necessidade de estudos que verificassem a sua confiabilidade.

O termo “confiabilidade” significa verificar se o instrumento é exato dentro de uma unidade de medição, sendo o primeiro e o principal passo^{13,14}. Essa deve ser testada, de-

monstrando um coeficiente de correlação, usando mais de um examinador (interexaminador) para verificar a reprodutibilidade, e um único examinador (intra-examinador) para testar a repetibilidade do método utilizado¹⁴.

Uma vez que a medida é válida e os resultados confiáveis, pode-se determinar se há ou não alteração no objeto estudado¹³.

A confiabilidade da fotogrametria na avaliação postural já foi testada e descrita na literatura¹⁵, porém, com relação à confiabilidade da mesma aplicada à análise de podogramas (fotopodometria) e ao método de fotopodoscopia, observa-se um déficit de relatos literários descritos.

Portanto, o propósito desse estudo foi avaliar a confiabilidade inter e intra-examinador da fotopodometria, bem como a confiabilidade intra-examinador da fotopodoscopia.

CASUÍSTICA E MÉTODOS

Sujeitos

Participaram deste estudo 30 indivíduos hígidos ($N= 30$) de ambos os sexos, com idade média $21,0 \pm 1,32$ anos, sendo todos acadêmicos da Faculdade de Fisioterapia da Universidade José do Rosário Vellano - UNIFENAS, campus de Alfenas - MG.

Os critérios de exclusão para este estudo foram: indivíduos amputados; com problemas neurológicos; com pé torto congênito; com fratura de membros inferiores; com alteração de equilíbrio e indivíduos que apresentassem algum quadro algico. Conseqüentemente, para a inclusão, foram consideradas pessoas que não apresentavam nenhuma das situações citadas acima. Para constatar qualquer uma das alterações anteriormente enumeradas, foram colhidas, previamente, informações subjetivas e objetivas de cada sujeito analisado. Os indivíduos assinaram um termo de consentimento formal para participar da pesquisa, de acordo com a resolução de 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. O protocolo de número 03/2005 para desenvolvimento deste estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade José do Rosário Vellano - UNIFENAS.

Registro da impressão plantar (podograma)

Posicionamento e captura da impressão plantar no podoscópio

Para a realização da fotopodoscopia, o indivíduo foi posicionado sobre um podoscópio da marca Carci®, com os pés descalços, apoio bipodal e postura ortostática. Utilizou-se um retângulo de etil vinil acetado (E.V.A) de 7,5 cm de largura para manter uma distância padrão entre os pés¹⁵.

A imagem da impressão plantar refletida no vidro do podoscópio foi capturada por meio da câmera fotográfica digital (SONY® - MAVICA FD 200) de 2.1 megapixels, posicionada sobre um tripé (FIRST MOONLIGHT® 6156), em frente ao mesmo, a uma distância de 24 cm e uma altura de

45 cm do solo (Figura 1). A distância e a altura foram definidas de forma a permitir enquadrar a imagem refletida no espelho do podoscópio, sem a utilização de nenhum tipo de aproximação (*zoom*) da câmera fotográfica. Em seguida, essas imagens foram arquivadas com resolução de 1600 x 1200 pixels para posterior análise.

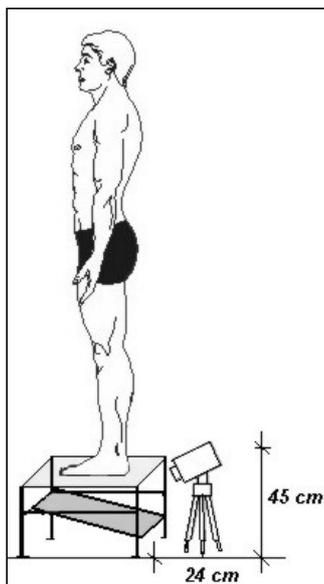


Figura 1. Figura descritiva do posicionamento do sujeito e da câmera fotográfica sobre o tripé para realização da fotopodoscopia.

Programa de análise das imagens

Para análise das imagens, utilizou-se o programa AutoCAD 2000®, originalmente desenvolvido para ciências exatas e, atualmente, também utilizado como instrumento de medida na área de saúde¹².

Para classificar os tipos de arco plantar, traçou-se, utilizando o mouse do computador, uma reta horizontal, (denominada A) na metade do istmo plantar e uma outra reta, também horizontal (denominada B) coincidindo com a metade da impressão do calcâneo. Dividia-se, então, a reta A pela reta B. Para os valores encontrados de 0,3 a 1 cm, os pés eram considerados normais; para os superiores a 1 cm, ou seja, quando o valor da reta A fosse maior que o da reta B, os pés eram classificados como planos; para os valores inferiores a 0,3 cm, os pés eram considerados cavos – Índice do Arco⁴.

Para padronizar os locais exatos de demarcação do istmo plantar e da metade da impressão do calcâneo, traçou-se uma reta longitudinal (denominada L) no sentido ântero-posterior da impressão plantar. A reta A era então traçada exatamente na metade da reta L, e a reta B coincidindo com 1/6 da mesma (Figura 2).

Esse procedimento foi realizado por examinadores com conhecimento prévio do programa de análise e do índice do arco plantar utilizado para a avaliação dos podogramas.

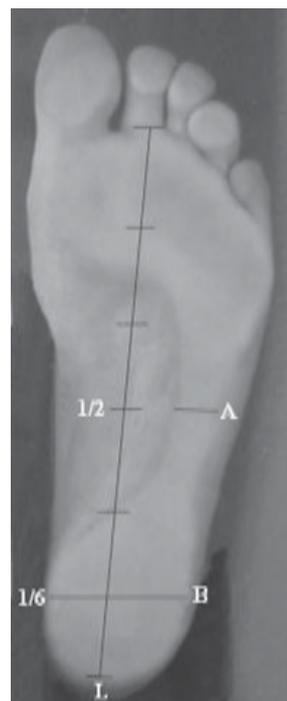


Figura 2. Figura descritiva do cálculo do índice do arco, onde L = reta longitudinal, A = reta A (istmo plantar) e B = reta B (metade da impressão do calcâneo).

Análise de confiabilidade dos dados

Análise interexaminador (reprodutibilidade)

Para avaliar a confiabilidade interexaminador da fotopodometria, os mesmos podogramas foram analisados por três examinadores distintos (interexaminador), em laboratórios e computadores diferentes, para que assim não houvesse troca de informações sobre os dados, o que poderia, eventualmente, interferir no resultado final das análises.

Análise intra-examinador (repetibilidade)

Para verificar o grau de confiabilidade da análise intra-examinador da fotopodometria, um único examinador analisou as mesmas fotos em três ocasiões diferentes, respeitando um prazo de intervalo de quatro semanas entre a primeira, a segunda e a terceira avaliação, para que este ele não memorizasse os resultados¹⁵.

Análise da repetibilidade da fotopodoscopia

Para averiguar a repetibilidade da fotopodoscopia e do método de análise, um único examinador (intra-examinador) capturou e analisou, em um primeiro momento, as imagens das impressões plantares dos 30 indivíduos. Após quatro semanas, todo o procedimento de obtenção de imagens das impressões plantares por meio da fotopodoscopia e a análise dos podogramas por meio da fotogrametria foram realizados

novamente. Em todas as modalidades de análise supracitadas cada examinador obteve somente uma medida.

Análise estatística

Para avaliar a confiabilidade da fotopodometria e da fotopodoscopia, foi utilizado o teste de correlação de Pearson em todas as análises e foi possível verificar os coeficientes de correlação intraclasse ICC (*Intra-class correlation coefficient*) dos tipos 1,1 e 3,1, segundo Weir¹⁶ entre os dados analisados. Utilizou-se ANOVA para a análise da variância dos dados, e o nível de significância adotado foi de 5%.

RESULTADOS

Foram analisados 60 índices plantares dos membros inferiores direito e esquerdo dos 30 indivíduos. As modalidades inter e intra-examinador da fotopodometria apresentaram, respectivamente, ICCs iguais a 0,96 e 0,98. Já a análise intra-examinador da fotopodoscopia demonstrou um ICC = 0,94. Todos os valores de ICCs, média, erro-padrão, desvio-padrão e índice de significância com *p*-valores < 0,05, encontram-se na tabela 1.

o método de análise das dimensões do índice do arco plantar longitudinal não foi o mesmo adotado neste estudo.

Para Tomasselli et al.⁹, Sato et al.¹⁰ e Baraúna et al.¹¹, a fotogrametria é uma técnica quantitativa simples, eficaz, facilmente realizável, com alta precisão e reprodutibilidade dos resultados.

Concordando com essas citações, neste estudo, pode-se observar a efetividade e confiabilidade da fotopodometria, visto os ICCs.

Pela escassez de estudos, na literatura, que mostram repetibilidade e reprodutibilidade quantitativa dessas metodologias, além de verificar a confiabilidade inter e intra-examinador da fotopodometria, também se almejou verificar a repetibilidade da fotopodoscopia, necessária para avaliar um tratamento clínico do apoio plantar.

Na literatura, alguns estudos tentaram caracterizar a evolução do arco plantar no período de crescimento e, como resultado dessas investigações, constataram-se dificuldades em eleger uma metodologia quantitativa simples e direta para se avaliar a altura real do arco plantar medial^{21,22,23}. Baseado no estudo de Staheli⁴, optou-se, neste estudo, por avaliar um método que analisasse o índice do arco plantar longitudinal por meio das impressões plantares e não a sua altura.

Tabela 1. Valores da média, erro-padrão, desvio-padrão, ICC e nível de significância de *p*.

Análises	Média	Erro-Padrão	Desvio-Padrão	ICC	Valor de P
Interexaminador fotopodometria	0,4068	0,0218	0,1692	0,96	0,0001
Intra-examinador fotopodometria	0,4863	0,0172	0,1334	0,98	0,0001
Intra-examinador fotopodoscopia	0,4786	0,0213	0,1652	0,94	0,0001

Significância de *p* < 0,05.

DISCUSSÃO

No último meio século, a distribuição da pressão plantar do pé durante a fase de apoio tem sido assunto de intensa investigação¹⁷.

Na área de fisioterapia, dentre os vários métodos de análise das impressões plantares, encontramos a inspeção visual, ou seja, análise clínica¹⁸; valores antropométricos; avaliação radiográfica¹⁹; e parâmetros da impressão plantar por meio da fotogrametria², embora haja, na literatura, poucos trabalhos que relatam essa metodologia, motivo pelo qual foi realizado este estudo. Dentre esses poucos, Baraúna et al.²⁰ utilizaram essa metodologia para avaliar o arco medial do pé de crianças, correlacionando com índice de massa corporal (IMC) e concluíram fidedignidade em seus resultados; porém

Modificou-se, então, apenas o protocolo para obtenção da impressão plantar, para a qual foi utilizada a fotopodoscopia para realização do mesmo.

Apesar de Iunes¹⁵ ter observado que a fotogrametria não é o melhor método para acompanhamento postural na evolução de um tratamento devido às alterações intrínsecas e extrínsecas dos indivíduos, na análise de confiabilidade intra-examinador (repetibilidade) da fotopodoscopia, os resultados indicaram um ICC = 0,94, demonstrando ser um método aplicável para acompanhamento do apoio plantar.

Guarati²⁴ cita que é de fundamental importância, ao se acompanhar a evolução de um tratamento, estabelecer o erro-padrão para se detectar a variação da postura do indivíduo, parâmetro esse representado na tabela 1.

Hamra et al.²³ também salientam a necessidade de padronização da metodologia utilizada, pois, de outra forma, os resultados podem ser imprecisos. Essas padronizações estão todas estabelecidas na metodologia proposta.

Mesmo observando todos os quesitos supracitados, segundo Willner²⁵, para aceitação de um método de registro, o mesmo deve apresentar as seguintes propriedades: possibilidade de diagnóstico; técnica simples com risco mínimo de erro humano e possibilidade de documentarem achados para comparação de exames subseqüentes. Observam-se, assim, as vantagens da fotogrametria para análise da impressão plantar; afinal, tudo isso é evidenciado neste estudo.

Além da confiabilidade, para Mathieson²⁶, é também necessária a validade da metodologia utilizada. Validade essa, testada e descrita por Amorim¹³ ao comparar a goniometria com a fotogrametria. Porém, a validade não foi testada neste estudo, o que sugere novas pesquisas que a verifiquem.

CONCLUSÃO

Conclui-se, então, que a fotopodometria é um recurso de análise quantitativa confiável, sendo também a fotopodoscopia um método de avaliação aplicável para análises clínicas e científicas, permitindo assim acompanhar a evolução de tratamentos fisioterapêuticos dos apoios plantares, mesmo levando-se em consideração as variabilidades intrínsecas e extrínsecas dos indivíduos.

Agradecimentos: À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG pela Bolsa de Iniciação Científica a qual foi de grande valia para desenvolvimento deste estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Nig BM, Herzog W. Biomechanics of the muscle-skeletal system. John Wiley & Sons 1994.
- Razeghi M, Batt ME. Foot type classification: a critical review of current methods. *Gait and Posture*. 2002; 15(3): 282-91.
- Kanatli U, Yetkin H, Cila E. Footprint and radiographic analysis of the feet. *J Pediatr Orthop*. 2001; 21(2): 225-28.
- Staheli LT, Chew DD, Corbett MT. The Longitudinal Arch. *J Bone Joint Surg*. 1987; 69(3): 426-28.
- Volpon JB. O pé em crescimento, segundo as impressões plantares. *Rev Bras Ortop*. 1993; 28(4): 219-23.
- Manfio EF, Vilardi Jr NP, Abrunhosa VM, Furtado CS, Souza LV. Análise do comportamento da distribuição de pressão plantar em sujeitos normais. *Fisioterapia Brasil*. 2001; 2(3): 157-68.
- Barneschi G, Pierattelli M, Biancalani L, Marini A, Bonini G, Fiori V. L'esame Podoscopico in Pediatria. Proceedings of the I Congresso Pediátrico; 2002; Firenze: Itália; 2002. p. 1-7.
- Tommaselli AMG, Silva JFC, Hasegawa JK, Galo M, Dal Poz AP. Fotogrametria: aplicações à curta distância. *FTC 40 anos, Perfil Científico-Educacional* 1999; 147-59.
- Sato TO, Vieira ER, Gil Coury HJC. Análise da confiabilidade de técnicas fotométricas para medir a flexão anterior do tronco. *Rev. Bras de Fisiot*. 2003; 7(1): 53-59.
- Pereira OS. A utilização da análise computadorizada como método de avaliações posturais: um estudo preliminar. *Rev Fisiot Mov*. 2003; 16(2): 17-25.
- Baraúna MA, Canto RST, Schulz E, Silva RAV, Silva CDC, Veras MTS, et al. Avaliação da amplitude de movimento do ombro em mulheres mastectomizadas pela biofotogrametria computadorizada. *Rev Bras Cancer*. 2004; 50(1): 27-31.
- Amorim DA, Ribeiro EA, Cordeiro GG, Silva MAS, Bustamante JCP. O programa AutoCAD 2000 (r) como forma de medida angular para articulações. *Fisioweb [periodico na internet]*. 2005 [acesso em: dia mês 2005] numero e volume da revista: [9 páginas]. Disponível em: URL: <<http://www.wgate.com.br/fisioweb>>
- Bower E, Ashburn A. Princípios de conduta fisioterapêutica e medidas de resultado final. In: Stokes M, editor. *Neurologia para fisioterapeutas*. São Paulo: Premier; 2000. p. 49-63.
- Fess EE. Guidelines for evaluating assessment instruments. *J Hand Ther*. 1995; 8(2): 144-8.
- Iunes DH, Castro FA, Salgado HS, Moura IC, Oliveira AS, Bevilaqua-Grossi D. Confiabilidade inter e intra-examinadores e repetibilidade da avaliação postural pela fotogrametria. *Rev Bras de Fisioterapia*. 2005; 9(3): 249-55.
- Weir, JP. Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. *J. of Strength and Conditioning Research*. 2005; 19(1): 231-40.
- Nordin M, Frankel VH. *Biomecânica básica do sistema músculo esquelético*. Rio de Janeiro: Guanabara/Koogan; 2003. p. 208.
- Rose GK, Welton EA, Marshall T. The diagnosis of flat foot in the children. *J Bone Joint Surg*. 1985;(67): 71-78.
- Cobey JC, Sella E. Standardizing methods of measurement of foot shape by including the effects of subtalar rotation. *Foot Ankle*. 1981;(2): 30-36.
- Baraúna MA, Machado VEI, Silva RAV, Montes FP, Mendes MVB, Sanchez HM, et al. Avaliação do arco longitudinal medial do pé de crianças através da biofotogrametria computadorizada. *Rev Fisioterapia Brasil*. 2005; 6(5): 361-4.
- Cavanagh PR, Rodgers MM. The arch index: a useful measure from footprints. *J Biomech*. 1987;(20): 547-51.
- Hawes MR, Nachbauer W, Sovak D, Nigg B. Footprint parameters as a measure of arch height. *Foot Ankle*. 1992; (13): 22-6.
- Hamra A, Volpon JB. Fotopodometria "moiré" quantitativa na avaliação do arco plantar longitudinal medial. *Sociedade Bras. de Ortopedia e Traumatologia*. 1995; 30(8): 1-8.
- Guaratini MI. Confiabilidade e precisão da media para teste-reteste no dinamômetro isocinético biodex. [Dissertação]. São Carlos (SP): Universidade Federal de São Carlos; 1999.
- Willner S, Willner E. The role of "moiré" photography in evaluating minor scoliotic curves. *Int Orthop*. 1982;(6): 55-60.
- Mathieson I, Upton D, Birchenough A. Comparison of footprint parameters calculated from static and dynamic footprints. *The Foot*. 1999; (9): 145-9.