Recebido em: **3/2/2010** Emitido parece em: **15/3/2010** **Artigo original**

AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO TREINAMENTO SOBRE A CONFIABILIDADE DE RESULTADOS INTER E INTRAEXAMINADORES PARA UM PROTOCOLO CINEMÁTICO DE ANÁLISE POSTURAL

Wagner Luis Ripka[1], Denise da Vinha Ricieri[2], Leandra Ulbricht[3]

RESUMO

Introdução: A qualidade de uma medida, obtida por qualquer método, é julgada a partir de critérios de confiabilidade, reprodutibilidade e validade. O critério de confiabilidade está relacionado à estimativa do grau em que uma mensuração é livre de erro aleatório ou instável. **Objetivo:** Avaliar a confiabilidade entre medidas posturais, baseadas em um protocolo prévio, realizadas por duas vezes distintas pelo mesmo examinador e por diferentes examinadores, previamente treinados. **Método:** Quatro examinadores treinados na utilização de um método cinemático específico, denominado Biofotogrametria realizaram duas vezes o mapeamento de referências anatômicas por meio do posicionamento de marcadores de superfície de forma independente, em cinco sujeitos voluntários. Após isso foram fotografadas as vistas posturais anterior, posterior e laterais – esquerda e direita – para cada mapeamento realizado. As imagens foram processadas em interface gráfica e sobre elas foram calculados ângulos de alinhamento e nivelamento de referências anatômicas, de acordo com protocolo prévio. Ao final foram comparados 864 registros, distribuídos entre as quatro vistas. Após aplicação do teste de Kolmogorov-Smirnov para determinação do perfil de distribuição dos dados, os resultados foram submetidos a tratamento estatístico pertinente por testes não-paramétricos. **Resultados:** A análise estatística mostrou que as medidas realizadas pelo mesmo examinador e por diferentes examinadores, em diferentes momentos, não eram diferentes ($p>0,05$). Ainda, que os coeficientes de correlação encontrados para resultados medidos por diferentes examinadores foi sempre superior a $r^2>0,979$ ($p<0,001$). **Conclusão:** O treinamento dos examinadores, bem como a técnica empregada pelo método biofotogramétrico, apresentaram alto grau de reprodutibilidade e confiabilidade para as medidas realizadas.

Palavras-chave: Reprodutibilidade dos testes, fotogrametria, instrumentação, biomecânica.

TRAINING IMPACT ASSESSMENT OVER REPRODUCIBILITY OF RESULTS INTER AND INTRA-TESTERS FOR A POSTURAL ANALYSIS KINEMATICS PROTOCOL

ABSTRACT

Introduction: Quality of a measurement, which was obtained by any method, is judgments from reproducibility, reliability and validity criteria. The reproducibility criterion is related to the degree estimation which a measurement is free of instable or random error. **Objective:** To analyze reproducibility between postural measurements based in a previous protocol and which was performed twice by the same tester and by different ones. **Method:** Four testers, who were trained for specific kinematics method, named Biophotogrammetry, were performed the anatomic references survey twice, by placing surface markers on five volunteers subjects in an independent way. After that, we was captured images of anterior, posterior and laterals – left and right – postural views, to each survey. That images was processed in a graphic interface and, over them, we was calculated alignments and grading of anatomic references from a previous protocol. At the end, we were compared 864 data spread out between that four postural views. We used the Kolmogorov-Smirnov Test to determine the data distribution profile and, after that, we used non-parametric statistical tests to analyze the results. **Results:** The statistical analysis was showed that measurements performed by same tester and for different testers, in different moments, were not different ($p>0,05$). Still, the correlation coefficients founded for results which was measured by different testers always were above $r^2>0,979$ ($p<0,001$). **Conclusion:** Testers training and the technique used by biophotogrammetric method were showed a higher degree of reproducibility and reliability for measures performed.

Keywords: Reproducibility of results, photogrammetry, instrumentation, biomechanics.

INTRODUÇÃO

Medir é um ato ou processo ao qual se segue a comparação quantitativa dos resultados. No entanto, a utilidade das medidas para tomadas de decisões, na prática profissional em saúde, depende do quanto elas são capazes de refletir com precisão os dados a que se propõem, e significativamente expressam um comportamento, atributo ou fenômeno (GADOTTI et al., 2006).

A qualidade de uma medida, obtida por qualquer método ou instrumentação, é julgada a partir de critérios de confiabilidade, reprodutibilidade e validade (GADOTTI et al., 2006). Estes critérios constituem características imprescindíveis quando aplicados à prática profissional em saúde, como na avaliação postura, onde a detecção precoce de pequenas variações no alinhamento das estruturas corporais permite a tomada de decisões preventivas, especialmente em ambientes escolares, como na prevenção de dores nas costas (RITTER e SOUZA, 2006) ou no acompanhamento de disfunções que se instalam com o crescimento corporal (MARTELLI e TRAEBERT, 2006).

Com o aumento da importância da prática baseada em evidências nos processos e intervenções relacionadas à saúde, pesquisadores e clínicos têm se interessado por métodos e técnicas de avaliação objetivas, especialmente aquelas que ofereçam como resultado, medidas quantitativas (GADOTTI et al., 2006).

Estudos anteriores mostraram que a utilização da imagem fotográfica, seguida de processamento e análise computadorizada, é capaz de oferecer valores quantitativos precisos e reprodutíveis para a avaliação postural (WATSON, 1998; VAN NIEKERK et al., 2008; IUNES et al., 2009; SANTOS et al., 2009). Estes mesmos estudos apontaram ainda, como vantagens adicionais ao uso deste tipo de tecnologia denominada *fotogrametria*, a possibilidade de geração de bancos de dados e o baixo custo envolvido.

A fotogrametria permite a captura de um movimento na imagem, no momento em que ele acontece, o que permite a transcrição do movimento capturado por meio de elementos mensuráveis em um processamento imediato e ainda, uma estocagem para utilização posterior (TUNES e GIL, 1990). Assim, independente dos diversos modelos existentes para registro e análise da postura corporal, desde que aplicado o recurso da fotogrametria, é possível a realização de uma análise mais acurada que a avaliação subjetiva (SANTOS et al., 2009)

Idealmente, qualquer medida deveria ser confiável, válida, reprodutível e fácil de ser obtida. Assim, todos os métodos de medidas deveriam ser plenos de várias prerrogativas para justificar sua aplicabilidade prática (GADOTTI et al., 2006). Por esta razão, o objetivo deste estudo foi avaliar a confiabilidade entre medidas posturais, baseadas em um protocolo prévio (RICIERI et al., 2008) realizadas duas vezes distintas, pelo mesmo examinador e por diferentes examinadores.

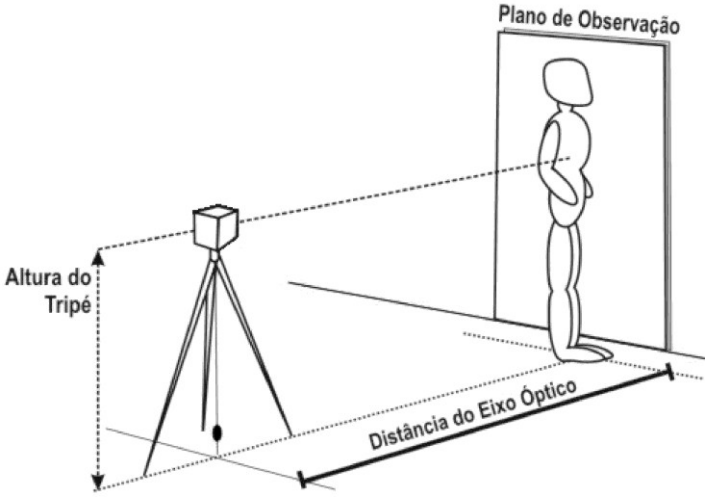
MATERIAIS E MÉTODOS

Foi conduzido um estudo observacional descritivo onde quatro examinadores independentes foram previamente treinados para a identificação de referências anatômicas por meio de palpação, com vistas ao posicionamento de marcadores de superfície esféricos, brancos, opacos e autoadesivos de 13mm de diâmetro (Pimaco®). Cada examinador procedeu à palpação e ao posicionamento dos marcadores, nas mesmas referências anatômicas, por duas vezes distintas (A e B), de forma independente, em cinco voluntários de ambos os sexos.

Seguindo a metodologia de Tixa (2008a, 2008b) para identificação de referências anatômicas pela palpação de superfície, os marcadores foram posicionados de modo a destacarem segmentos corporais específicos, a serem medidos quanto à orientação angular em relação ao solo. Na cabeça foram a glabela e trágus evidenciados com marcadores, enquanto no tronco anterior foram destacados a extremidade acromial da clavícula, incisura jugular, processo xifóide do esterno, cicatriz umbilical ou onfálica, as espinhas ilíacas ântero-superiores. No dorso do tronco foram destacados os processos espinhosos das vértebras C7, T9 e L5, além dos ângulos escapulares superiores. Nos membros superiores foram marcados os olecranos, enquanto nos membros inferiores foram destacados os maléolos laterais, ápice das patelas, trocânteres femurais maiores, linha poplítea e inserção do tendão calcanear. Cada examinador realizou este procedimento, aqui denominado mapeamento, por duas vezes não consecutivas.

Após cada uma das etapas de mapeamento, foram adquiridas imagens das vistas posturais anterior, posterior e laterais direita e esquerda por uma câmera fotográfica digital de resolução de 8.0 megapixels, posicionada sobre um tripé a 1.50m do solo, e a 2.00m de distância dos sujeitos (Figura 1).

Figura 1. Esquema para posicionamento de sujeitos e câmera, para aquisição das imagens posturais.



As imagens adquiridas foram processadas na interface gráfica *Suíte CorelDRAW*®, versão 12, de modo a serem medidos ângulos posturais de alinhamento e nivelamento (RICIERI *et al.*, 2008) dos segmentos corporais delimitados pelos marcadores de superfície. Dessa maneira, na vista anterior foram calculados os ângulos de nivelamento dos ombros (NO), nivelamento da pelve (NP), alinhamento onfálico (AO), alinhamento cabeça-tronco (CT) e ângulo Q (AQ). Na vista posterior foram medidos os ângulos de nivelamento escapular (NE), alinhamento coluna superior (CS), alinhamento coluna inferior (CI), orientação do joelho (AJ) e interolecraniano (IO). Nas vistas laterais direita e esquerda foram traçados e medidos os ângulos orientação da relação cabeça-ombro (CO), cabeça-maléolo (CM) e de inclinação da pelve (IP).

Cada medida obtida foi lançada em planilha eletrônica e, ao final, um total de 864 registros foram submetidos à comparação estatística considerando sua origem quanto ao examinador, vista postural de origem, e sequência de medida.

Os resultados foram tratados estatisticamente por testes não-paramétricos, após aplicação do teste de Kolmogorov-Smirnov para determinação do perfil de distribuição: (a) teste de Friedman, para comparar os cinco conjuntos de medidas, quais sejam, medidas A e B de cada um dos examinadores; (b) teste de Wilcoxon para comparar pares de medidas realizadas pelo mesmo examinador (intra-examinador) e por examinadores diferentes (interexaminadores); (c) teste de Wilcoxon para comparar pares de medidas consideradas por vistas de análise das imagens, realizadas por examinadores diferentes (interexaminadores); (d) teste de Correlação por Postos de Spearman, para avaliar a força de correlação entre os grupos de medidas.

RESULTADOS

Os resultados foram organizados de acordo com o tipo de tratamento e sua significação para o contexto pretendido pelo estudo, ou seja, avaliação da confiabilidade interexaminadores e intra-examinadores, e ainda, a reprodutibilidade dos resultados.

(a) Análise da reprodutibilidade dos resultados intra-examinador

A reprodutibilidade intra-examinador foi avaliada pela aplicação do teste de Friedman que comparou os resultados obtidos em cada medida (A e B), efetuada pelo mesmo examinador, para a mesma imagem. Não foram encontradas diferenças significativas ($p>0,05$) entre as medidas registradas individualmente, para qualquer uma das vistas analisadas.

Ainda, tomados em um conjunto por vista de análise, ou *clusters* de registros, os registros foram submetidos ao teste de Wilcoxon para comparação pareada entre as medidas A e B dos conjuntos de resultados de cada examinador. Nenhuma das comparações realizada apresentou diferença estatisticamente significante ($p>0,05$).

(b) Análise da reprodutibilidade dos resultados interexaminador

O teste de Wilcoxon foi ainda aplicado para analisar pares de resultados organizados em conjuntos por vista de análise, ou *clusters* de registros, de diferentes examinadores, para os momentos de medidas A e B. Igualmente, não foram encontradas diferenças significantes ($p>0,05$) em nenhumas das comparações realizadas.

(c) Análise da confiabilidade dos resultados: correlação entre medidas

Ao final, foi aplicado o teste de Correlação por Postos de Spearman aos resultados em *clusters* ou conjuntos, por vista postural de todos os resultados dos examinadores, para medidas A versus B. Os resultados mostraram existir uma significante correlação ($p<0,01$), sempre superior a entre as medidas de todos examinadores: (a) vista anterior $r^2=0,998$; (b) vista posterior $r^2=0,979$; (c) vista lateral $r^2=0,989$.

DISCUSSÃO

Com a evolução da tecnologia digital, a fotografia vem sendo incorporada progressivamente como instrumentação em procedimentos de avaliação em saúde. Hochman *et al.* (2002) descreveram a adesão à utilização da imagem pela viabilidade e facilidade para transmissão de conhecimento e experiências, pela possibilidade de documentação, e ainda, pela facilidade de armazenamento.

As vantagens na utilização da fotogrametria na avaliação postural foram descritas por Ricieri (2008), que destacou entre as principais: a redução das margens de erro em relação à avaliação convencional; menor desconforto para os avaliados; formação de bancos de imagens e de dados que permitem seu resgate para reavaliação longitudinal periódica de comportamentos e padrões motores.

Não obstante as vantagens do protocolo biofotogramétrico para avaliação postural (RICIERI, 2008; RICIERI *et al.*, 2008), o que o diferencia dos outros métodos similares, descritos na literatura (LIMA et al., 2004; GUIMARÃES et al., 2007; IUNES et al., 2009; SANTOS et al., 2009; MIRANDA et al., 2009) é o conceito sistematizado de medidas em nivelamentos e alinhamentos, aplicado às estruturas anatômicas pares e ímpares, respectivamente. Este princípio conceitual permitiu reduzir a quantidade de traçados e medidas necessárias para identificação dos desvios da normalidade e caracterização direta de sua lateralidade, em relação aos outros protocolos disponíveis na literatura. Por esta razão ele foi adotado para este estudo de confiabilidade e reprodutibilidade.

Uma vez que, independente da ferramenta e do protocolo, para que medidas sejam válidas como informações ou evidências que sustentem tomadas de decisões profissionais em saúde, elas devem apresentar características como confiabilidade de resultados obtidos entre diferentes examinadores, e reprodutibilidade dos resultados para o mesmo examinador, em momentos temporais diferentes.

Como confiabilidade entende-se a estimativa do grau em que uma mensuração é livre de erro aleatório ou instável (COOPER e SCHINDLER, 2003). Em relação a esta perspectiva, os resultados obtidos por este estudo mostraram ser confiáveis sob todas as perspectivas de comparação, corroborando com resultados apresentados na literatura para outras metodologias fotogramétricas, mas que buscaram o mesmo objetivo (SATO et al., 2003; IUNES et al., 2009).

De maneira geral, a aplicação da fotogrametria às medidas posturais, por qualquer diferente tipo de protocolo de medidas, tem se mostrado viável e com potencial para gerar evidências fortes (SANTOS et al., 2009). Os resultados aqui obtidos foram comparáveis aos destes autores, e mostraram ainda, o potencial que os recursos por imagem possuem em detectar de maneira mais precisa as assimetrias da organização corporal, muitas vezes imperceptíveis a avaliação convencional somente por observação (IUNES et al., 2009).

Este estudo tomou como referência o pressuposto da afirmativa de Gadotti et al. (2006), segundo a qual todos os métodos de medidas deveriam ser plenos de várias prerrogativas para justificar

sua aplicabilidade prática, incluindo o fato de ser confiável, válida, reprodutível e fácil de ser obtida. Sob essa égide, a Biofotogrametria enquanto processo para avaliação da organização postural atendeu às prerrogativas enunciadas por estes autores com um destaque: a sistematização metodológica do processo, que exige treinamento prévio específico, assegurou – de acordo com os resultados aqui apresentados – confiabilidade, reprodutibilidade, facilidade de obtenção, e a estes acrescentou o baixo custo de material de consumo envolvido.

A padronização de marcadores, descrita por desde Ricieri (2005) é também um fator que merece destaque, tanto do ponto de vista do baixo custo, quanto do ponto de vista de segurança metodológica. O padrão de marcadores recomendado pelo processo biofotogramétrico (RICIERI, 2008) permitiu a aquisição de imagens mesmo em condições não ideais de iluminação. Isso foi possível porque a própria sequência de procedimentos no processamento computacional das imagens permitiu o resgate da visualização dos marcadores, quando necessário, através de recursos gráficos disponíveis na interface, como variação dos índices de brilho e contraste.

Por fim, a Biofotogrametria mostrou resultados de confiabilidade e reprodutibilidade a partir da aplicação de um protocolo prévio de avaliação postural compatível com aqueles já encontrados na aplicação desta mesma metodologia a outros perfis de medidas, como para a fotopodoscopia (RIBEIRO et al., 2006), ou pela utilização de diferentes interfaces para realização das medidas (SACCO et al., 2007).

CONCLUSÃO

O método utilizado pelo processo denominado Biofotogrametria, para análise das medidas angulares posturais a partir de um protocolo previamente estabelecido, apresentou reprodutibilidade de resultados e confiabilidade interexaminadores e intra-examinadores significantes. Esses resultados permitem afirmar que o método pode ser empregado na prática profissional de saúde, enquanto um método quantitativo confiável e de baixo custo, desde que precedido de treinamento adequado e específico.

REFERÊNCIAS

COOPER, D.R.; SCHINDLER, P.S**. Métodos de pesquisa em administração**. 7ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.

GADOTTI, I.C.;, VIEIRA, E.R.; MAGEE, D.J. Importance and clarification of measurement properties in rehabilitation. **Rev Bras Fisioter,** v.10, n.2, p.137-46, 2006.

GUIMARÃES, M.M.B.; SACOO, I.C.N.; JOÃO, S.M.A. Caracterização postural da jovem praticante de ginástica olímpica. **Rev Bras Fisiot**; v.11, n.3, p.213-9, 2007.

HOCHMAN, B.; CASTILHO, H.T.; FERREIRA L.M. Padronização fotográfica e morfométrica na fotogrametria computadorizada do nariz. **Acta Cir Bras**, v.17, n.4, p.258-66, 2002.

IUNES, D.H.; BEVILAQUA-GROSSI, D.; OLIVEIRA, A.S.; CASTRO, F.A.; SALGADO, H.S. Análise comparativa entre avaliação postural visual e por fotogrametria computadorizada . **Rev Bras Fisioter**, v.13, n.4, p.308-15, 2009.

LIMA, L.; BARAÚNA, M.A.; SOLOGÚREN, M.; CANTO, R.; GASTALDI, A.; Postural alterations in children with mouth breathing assessed by computerized biophotogrammetry. **J Appl Oral Sci**, v.12, n.3, p.232-7, 2004.

MARTELLI RC, TRAEBERT J. Estudo descritivo das alterações posturais de coluna vertebral em escolares de 10 a 16 anos de idade: Tangará/SC. **Rev Bras Epidemiol**, v.9, n.1, p.87-93, 2006.

MIRANDA, R.; SCHOR, E.; GRÃO, M.J.B.C. Avaliação postural em mulheres com dor pélvica crônica. **Rev Bras Ginecol Obstet**, v.31, n,.7, p.353-60, 2009.

RIBEIRO, A.P.; TROMBINI-SOUZA, F.; IUNES, D.H.; e MONTE-RASO, V.V. Confiabilidade inter e intra-examinador da fotopodometria e intra-examinador da fotopodoscopia. **Rev Bras Fisioter,** v**.**10, n.4, p.435-9, 2006.

RICIERI, D.V**. Biofotogrametria: a ciência e seus segredos**. 2ª. ed. Curitiba/PR: Inspirar; 2005.

RICIERI, D.V. **Princípios processuais da Biofotogrametria e sua adaptação para medidas em estudos sobre movimentos respiratórios toracoabdominais**. Dissertação de Doutorado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR, 2008.

RICIERI, D.V., COSTA, J.R., ROSÁRIO FILHO, N.A. Impacto da asma sobre a postura corporal de crianças entre 8 e 14 anos analisada pela biofotogrametria. **Acta Fisiatr**, v.15, n.4, p.214-9., 2008.

RITTER, A.L; SOUZA, J.L. Instrumento para conhecimento da percepção de alunos sobre a postura adotada no ambiente escolar – **Posper. Movimento**, v.12, n.3, p.249-62, 2006.

SACCO, I.C.N.; ALIBERT, S.; QUEIROZ, B.W.C.; PRIPAS, D.; KIELING, I.; KIMURA, A.A.; SELLMER, A.E; MALVERESTO, R.A.; SERRA, M.T. Confiabilidade da fotogrametria em relação à goniometria para avaliação postural dos membros inferiores. **Rev Bras Fisioter**, v**.**11, n.5, p.411-7, 2007.

SANTOS, M.M.; SILVA, M.P.C.; SANADA, L.S.; ALVES, C.R.J. Análise postural fotogramétrica de criançassaudáveis de 7 a 10 anos: confiabilidade Interexaminadores. **Rev Bras Fisioter**, v.13, n.4, p.350-5, 2009.

SATO, T.O.; VIEIRA, E.R.; GIL COURY, H.J.C. Análise da confiabilidade de técnicas fotométricas para medir a flexão anterior do tronco. **Rev Bras Fisioter**. .7, n.1, p.53-99, 2003.

TIXA, S. **Atlas de anatomia palpatória do pescoço, tronco e membro superior**. 3ª ed. São Paulo/SP: Editora Manole, 2008a.

TIXA, S. **Atlas de anatomia palpatória do membro inferior**. 3ª ed. São Paulo/SP: Editora Manole, 2008b.

TUNES, E.; GIL, H. J. C. Modelos de registro para a postura corporal em situações funcionais: uma revisão. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v.69, n.18, p.45-49, 1990.

WATSON, A.W.S. Procedure for the production of high quality photographs suitable for recording and evaluation of posture. **Rev Fisioter Univ** São Paulo, v.5, n.1, p.20-6, 1998.

VAN NIEKERK, S.M.; LOUW, Q.; VAUGHAN, C.; GRIMMER-SOMERS, K.; SCHREVE, K. Photographic measurement of upper-body sitting posture of highschool students: a reliability and validity study. **BMC Musculoskelet Disord**. 2008.

[1] Universidade Tecnológica Federal do Paraná - DAEFI - Departamento Acadêmico de Educação Física
[2] Projeto de Iniciação Científica financiado pela Fundação Araucária
[3] Universidade Federal do Paraná - DAEF – Departamento Acadêmico de Educação Física

Av da República,6331
Curitiba/PR