

Proposta de um método de avaliação quantitativa da postura deitada baseado em fotografia

A proposal of photography-based quantitative evaluation of layed posture

Marcelo Saad¹, Danilo Masiero¹, Alexandre Francisco de Lourenço¹, Linamara Rizzo Battistella²

RESUMO

Atualmente, não são encontráveis referências na literatura em saúde sobre critérios objetivos e práticos para a prescrição e adequação de colchões. Objetivo: propor um método quantitativo de avaliação da postura deitada baseado em fotografia digital e validá-lo. Material E Métodos: Foram avaliados 25 voluntários normais. Os voluntários receberam marcadores adesivos, e colocaram-se em decúbito dorsal e lateral sobre 2 colchões de diferentes densidades. Foram feitas fotografias digitais, que foram analisadas em um programa de computador. Dois observadores obtiveram o valor das inclinações dos segmentos corporais, e estes valores foram comparados aos valores fornecidos por um padrão ouro. Resultados: A análise dos dados mostrou que a validade, a reprodutibilidade intra-observador, a reprodutibilidade inter-observadores e a responsividade do método proposto foram estatisticamente significantes, com excelentes valores de concordância (acima de 0,9). Houve duas excessões, em situações específicas, que não invalidam o método como um todo. Conclusão: O método proposto tem características metodológicas adequadas para ser usado clinicamente e em pesquisa. Relevância: O sistema descrito pode ser usado em pesquisas futuras sobre o alinhamento da postura deitada a fim de orientar grupos populacionais sobre qual tipo de colchão lhes é mais adequado.

PALAVRAS-CHAVE

biomecânica; postura; colchões

ABSTRACT

At present, there is no reference in the health literature on the objective and practical criteria to be used in the prescription and adaptation of mattresses. Objective: to propose a quantitative evaluation method for the lying posture based on digital photography and to validate it. Methods: Twenty-five normal volunteers were evaluated. They received adhesive markers and were placed in a lying position - dorsal and lateral decubitus - on two mattresses of varying densities. Digital photographs were taken and analyzed by a computer program. Two observers obtained the inclinations values of the body segments. These values were then compared with the values supplied by the gold standard. Results: Analysis of the data showed that validity, intra-observer reproductibility, inter-observer reproductibility and responsiveness of the proposed method were statistically significant, with excellent compatibility values (above 0,90). There were, however, two exceptions in very specific situations, which did not invalidate the method as a whole. Conclusions: the proposed method has the appropriate methodological characteristics, which enable it to be used clinically as well as in research. Relevance: the system described can be used in future research on the alignment of the lying position so as to best orient groups of individuals as to which type of mattress is the most adequate.

KEYWORDS

Biomechanics; Posture; Mattress

1 Disciplina de Fisiatria, Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Universidade Federal de S. Paulo - Escola Paulista de Medicina / Centro de Reabilitação Lar Escola S. Francisco
2 Divisão de Medicina de Reabilitação do HC/FMUSP

Enviado em Julho de 2004, aceito em Agosto de 2004

Endereço para correspondência:
R. Diderot, 43, Vila Mariana, São Paulo, SP, CEP 04116-030 /
E-mail: msaad@uol.com.br

INTRODUÇÃO

Faz parte do senso comum que o colchão com adequado conforto, apoio e espaço ajuda a prover um sono profundo e ininterrupto. O colchão inadequado tem sido implicado como fator causador ou agravante de diversas patologias. A repercussão das propriedades do colchão sobre a qualidade do sono é uma preocupação já há muitas décadas^{1,2,3}. Porém, quase nada existe na literatura médica sobre padronização objetiva de adequação da postura deitada de indivíduos normais.

Uma pergunta constante feita por leigos é: qual o melhor colchão? A resposta tem sido dada de modo vago pelos profissionais da área da saúde, e os indivíduos acabam escolhendo o colchão baseados nas informações do vendedor. A resposta fica ainda mais insatisfatória quando a situação é complexa, como em colchão de casa⁴. Os profissionais da saúde têm aconselhado seus pacientes a substituírem seus colchões na prevenção e tratamento de diversas moléstias. Porém, não contam com parâmetros objetivos de adequação da postura deitada.

Como regra geral, assume-se que a postura deitada deva deixar a coluna vertebral alinhada da mesma forma que a postura ortostática⁵. Porém, não existem instrumentos adequados de medição objetiva deste alinhamento. Praticamente não há estudos científicos sobre parâmetros da postura deitada para a população saudável.

As características biomecânicas do colchão tem influência sobre a postura deitada e, conseqüentemente, sobre o conforto. Muito se estudou sobre pressão de interface, especialmente enfocando patologias propensas a úlceras de pressão⁶⁻⁸, mas não sobre a manutenção da saúde em indivíduos normais. Um colchão adequado deveria manter o corpo em uma posição de equilíbrio durante o sono, embora não se descreva adequadamente que posição seja esta. Deveriam ser conduzidos mais estudos sobre a biomecânica da postura deitada, especialmente visando a criação de guias técnicos de adequação de colchões para a população normal.

O meio científico carece de um método quantitativo de avaliação da postura deitada. Idealmente, este método deveria ser econômico, portátil, fácil de aplicar e rápido de interpretar. Tal método deveria ser validado para ser utilizado clinicamente e em pesquisas científicas⁹. O objetivo deste trabalho é propor um método quantitativo de avaliação da postura deitada baseado em fotografia digital, e descrever sua validade, reprodutibilidade intra e inter-observadores, e responsividade em indivíduos comuns. A hipótese é que o sistema tem características metodológicas de validação adequadas para ser usado clinicamente e em pesquisa.

MATERIAL E MÉTODOS

Casuística

A casuística consistiu dos dados de voluntários saudáveis, que foram convocados principalmente entre colegas e parentes dos profissionais envolvidos na pesquisa. Selecionaram-se os 25

primeiros voluntários que atendiam aos critérios.

Processamento de imagens

Assim, os 25 voluntários participantes foram 13 homens e 12 mulheres, com idade de $25,8 \pm 4,34$ anos, peso $64,2 \pm 11,55$ Kg, altura $1,70 \pm 0,10$ m e IMC $22,2 \pm 2,87$.

Foi usada câmera fotográfica digital que gerava arquivos de imagem de 350.000 pixels, formados por uma matriz de 640 x 480 pixels.

Foi desenvolvido um programa de computador especialmente para este estudo, que permitia obter as coordenadas x e y dos marcadores corporais nas fotografias. Estas coordenadas serviriam para gerar posteriormente os valores de inclinação dos segmentos corporais. Colocando-se o cursor do mouse no centro da imagem do marcador, o programa registra as coordenadas bidimensionais desses pontos. Tendo as coordenadas x e y do marcador, foi usada a seguinte fórmula da geometria analítica para cálculo da inclinação de um segmento em relação a outro:

Dado a reta A-B, formado pelos pontos A e B, com suas respectivas coordenadas no plano (xA ; yA) e (xB ; yB) e dado a reta C-D, formado pelos pontos C e D, com suas respectivas coordenadas no plano (xC ; yC) e (xD ; yD), pode-se conhecer o ângulo formado por estas retas (figura 1):

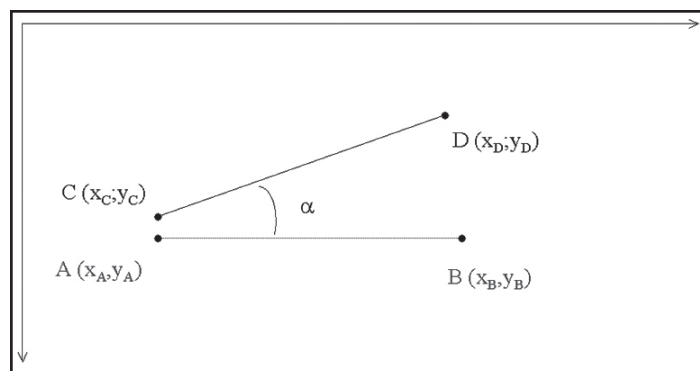


Figura 1
Cálculo do ângulo formado por 2 retas a partir de suas coordenadas

$$\hat{\text{Ângulo}} = \text{arc tg} \left| \frac{mr - ms}{1 + (mr \times ms)} \right|$$

Onde: arc tg = arco tangente

$$mr = \frac{(yB - yA)}{(xB - xA)}$$

$$ms = \frac{(yD - yC)}{(xD - xC)}$$

Como padrão ouro, utilizou-se o sistema HiRES 3D Motion Capture System fabricado pela Motion Analysis Corporation, Santa Rosa, California, EUA. Este sistema documenta movimento em um espaço tridimensional, através da captura acurada de 6 câmeras e reconstrução de um modelo espacial de 3 dimensões. Foram utilizados os marcadores originais do Sistema HiRES.

O ambiente da coleta de dados foi o Laboratório de Movimento da Divisão de Medicina de Reabilitação do Hospital das Clínicas

da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

A localização das câmeras foi modificada para este estudo. As câmeras foram dispostas em semi-círculo, apontadas para o colchão. Este ficava sobre um elevado do piso de 40 cm de altura.

Foram utilizados 2 colchões (lâminas de espuma de poliuretano sem revestimento) representando os extremos de densidade comercialmente disponíveis, respectivamente com 23 e 45 kg/m³. Como travesseiros, foram utilizadas 3 lâminas de espuma de densidade 20 kg/m³, que formavam módulos empilháveis.

Coleta de Dados

No chão do elevado, 2 marcadores serviram como referência de horizonte. A câmera fotográfica acoplada a um tripé comum era posicionada a 2,5 m de distância do voluntário. Sua altura era regulada de tal modo que o corpo inteiro do voluntário aparecesse no visor sem que a câmera precisasse ser inclinada.

O prumo de chumbo (referência da linha da gravidade) com os 2 marcadores acoplados era colocado ao lado do voluntário. Os voluntários permaneciam vestidos com roupas de banho. Nos voluntários, eram colocados marcadores do Sistema HiRES em pontos anatômicos considerados relevantes em outras referências^{10,11}. A localização das referências anatômicas fez-se segundo descrições de anatomia de superfície de Gardner e cols.¹².

Os marcadores do dorso eram: 1-) protuberância occipital externa; 2-) processo espinhoso da 7a. vértebra cervical; 3-) processo espinhoso da 7a. vértebra torácica; 4-) processo espinhoso da 4a. vértebra lombar; 4-) processo espinhoso da 2a. vértebra sacral. Para a colocação do marcador 1, o voluntário colocava na cabeça uma faixa elástica presa com velcro e o marcador era posto sobre esta, para se evitar movimentos pelos cabelos.

Os 5 pontos marcados nas costas delimitavam 4 segmentos do corpo: coluna cervical (entre os pontos 1 e 2); porção alta da coluna torácica (entre os pontos 2 e 3); porção baixa da coluna torácica, transição toraco-lombar e porção alta da coluna lombar (entre pontos 3 e 4); porção distal da coluna lombar, transição lombosacral e coluna sacral (entre pontos 4 e 5).

Os marcadores do perfil eram: 1-) articulação temporomandibular; 2-) articulação acrômio-clavicular; 3-) projeção superficial do trocanter maior do fêmur; 4-) projeção superficial do epicôndilo lateral do joelho; 5-) projeção superficial do maléolo externo do tornozelo. Os 5 marcadores no perfil direito também delimitavam 4 segmentos: cabeça e pescoço; tronco e pelve; coxa; perna e pé.

Com o voluntário em ortostatismo, era feita uma fotografia do perfil, para servir como referência do alinhamento do corpo do voluntário em pé, no plano sagital (figura 2). Imediatamente após, era feita uma aquisição de dados pelo Sistema HiRES. Assim, eram colhidos quase simultaneamente os dados pelos 2 sistemas.

Após a fotografia em ortostatismo, o voluntário deitou-se no colchão em decúbito dorsal. Suas pernas eram atadas para manter os quadris em rotação neutra. Então, era feita a fotografia digital (figura 3). O voluntário sentava-se e voltava a deitar-se. O processo era repetido por mais 2 vezes, totalizando 3 fotografias.

Na realização da terceira fotografia, o sistema HiRES era acionado imediatamente após o disparo do flash da máquina fotográfica. Após 3 fotografias em um dos colchões, este era substituído pelo outro colchão e o processo era todo repetido.

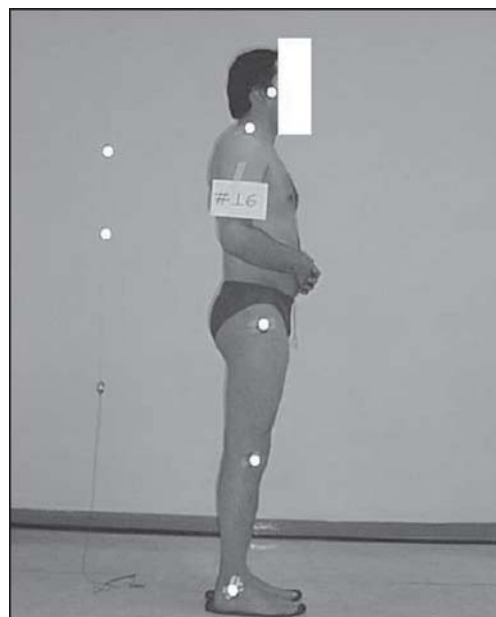


Figura 2
Voluntário em ortostatismo, fotografia do perfil

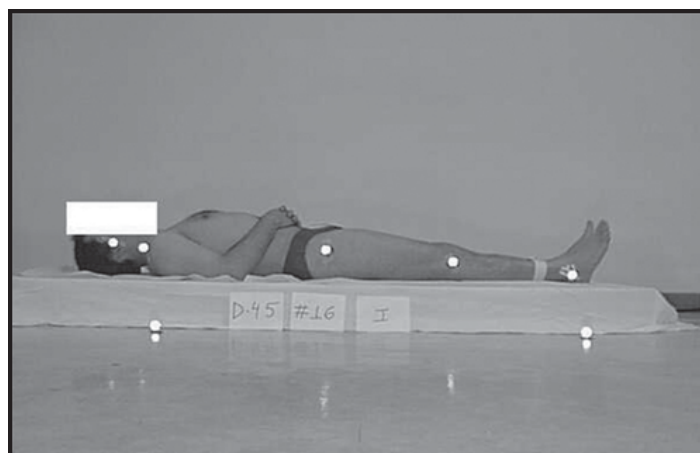


Figura 3
Voluntário em decúbito dorsal

Em seguida, o voluntário tinha seus marcadores do perfil retirados e eram colocados os marcadores do dorso. Depois, era realizada a fotografia do dorso em ortostatismo, para servir como padrão do alinhamento da coluna do voluntário no plano coronal (figura 4). Imediatamente após, era feita uma aquisição de dados pelo Sistema HiRES.

Depois, o voluntário acomodava-se em decúbito lateral, com o dorso exposto para os instrumentos de medida. Novamente, era

feita a fotografia digital (figura 5). O voluntário se sentava e voltava a deitar-se. O processo era repetido por mais 2 vezes, obtendo-se 3 fotografias desta condição. Na realização da terceira fotografia, o sistema Hires era acionado imediatamente após o disparo do flash da máquina fotográfica.

Processamento dos dados

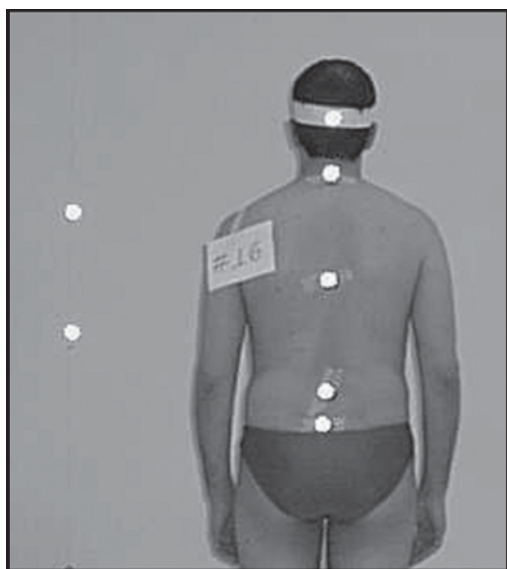


Figura 4
Fotografia do dorso em ortostatismo

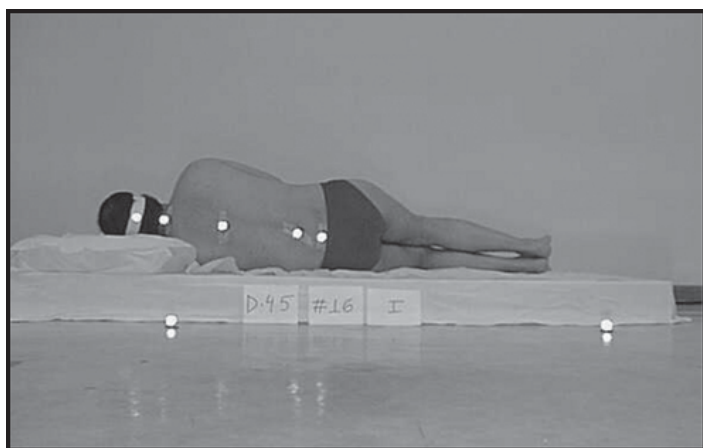


Figura 5
Decúbito lateral

No programa especialmente desenvolvido, o examinador fazia a leitura das coordenadas x e y da imagem dos marcadores. As coordenadas eram transferidas às fórmulas da geometria analítica já citadas, para obtenção do alinhamento dos segmentos da coluna vertebral em relação à reta de referência. Assim, para cada um dos segmentos do corpo, obtinha-se seu paralelismo em graus em relação à reta de referência.

A Fase I foi o Estudo de Validade. Esta é a capacidade de medir

aquilo que um sistema se propõe a medir¹³. A finalidade desta fase foi verificar se o método proposto fornece dados comparáveis aos de um sistema padrão ouro. Cada uma das condições foi testada comparando-se os dados do método fotográfico com os dados do Sistema HiRES.

A Fase II foi o Estudo da Reprodutibilidade Inter-Observadores. Esta é a capacidade de reproduzir a medida de forma consistente por observadores diferentes¹³. Esta etapa objetivou verificar se os valores obtidos por um observador difeririam dos obtidos por outro. Os observadores foram: um médico graduado há 8,5 anos, com Título de Especialista em Fisiatria (Observador A) e uma médica graduada há 1,5 ano, Residente em Fisiatria na UNIFESP-EPM (Observador B).

A Fase III foi o Estudo da Reprodutibilidade Intra-Observador. Esta é a capacidade de reproduzir a medida de forma consistente em tempos distintos (teste-reteste) pelo mesmo observador¹³. A finalidade foi documentar se havia diferença nos dados quando o procedimento era repetido com o mesmo material. Testou-se isto com a repetição da tarefa pelo observador A após 1 semana.

A Fase IV foi o Estudo de Responsividade. Esta é a capacidade de medir variações reais decorrentes da mudança de condição do avaliado¹³. A finalidade foi documentar se o método proposto identifica situações distintas. Os valores obtidos pelo Observador A para o colchão D23 e para o colchão D45 foram comparados. Hipotetizou-se que deveria haver uma diferença na postura de uma situação para a outra, a verificou-se se o método identificaria esta mudança.

Foram aplicados os seguintes testes estatísticos: 1. Teste de Wilcoxon; 2. Coeficiente de correlação de Spearman; 3. Coeficiente alpha de Cronbach^{14,15}.

Para os testes estatísticos, o nível de significância foi de 0,05. Consideraram-se níveis de significância limítrofes os valores compreendidos entre 0,05 e 0,10 de probabilidade.

RESULTADOS

Analisaram-se os valores individuais das 3 fotografias em cada decúbito (dorsal e lateral) nos 2 colchões, estudando-se a média e desvio padrão. Houve concordância estatisticamente significativa dos valores individuais, caracterizando a homogeneidade dos valores entre si (figura 6). O coeficiente de correlação intra-classe sempre foi maior que 93% ($p < 0,0001$).

Fase I: Estudo de Validade

Foram analisadas individualmente as 6 situações possíveis já citadas. Associando-se os valores destas 6 tabelas, obteve-se duas amostras de 600 valores cada. Estas 2 amostras foram submetidas aos testes estatísticos. Nesta situação, houve concordância estatisticamente significativa entre os dados do método fotográfico e do Sistema HiRES. O coeficiente de correlação de Spearman foi de 98,4% ($p < 0,001$) e o coeficiente de correlação intra-classe foi de 99,12% ($p < 0,0001$). Na análise estatística de cada uma das 6 situações individualmente, a concordância dos dados foi

estatisticamente significativa.

Fase II: Estudo da Reprodutibilidade Inter-Observadores

Estudou-se uma das situações, analisando-se os valores de inclinação dos segmentos corporais (em graus) obtidos pelo Observador A e pelo Observador B para a vista do dorso e do perfil, com os 13 primeiros voluntários em ortostatismo (2 amostras de 104 valores cada). Na comparação dos valores obtidos pelos 2 examinadores, houve concordância estatisticamente significativa entre estas 2 amostras de dados (figura 7).

O coeficiente de correlação de Spearman foi 93,3% ($p < 0,001$) e o coeficiente de correlação intra-classe foi 98,61% ($p < 0,0001$).

Fase III: Estudo da Reprodutibilidade Intra-Observador

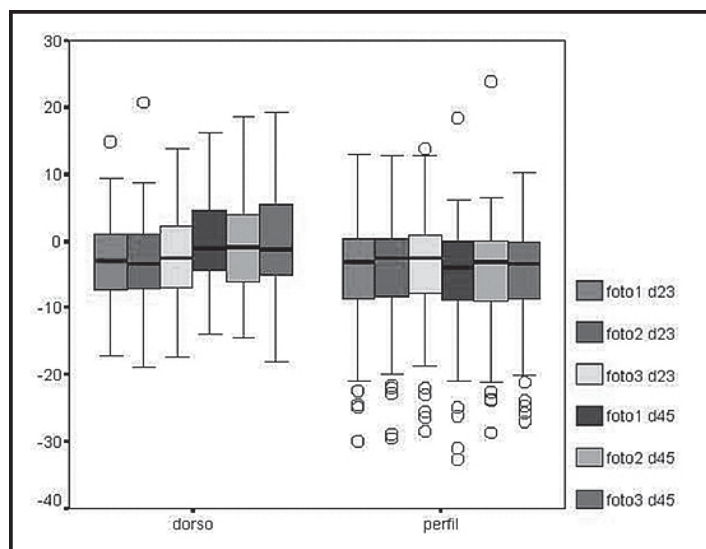


Figura 6

Valores das 3 fotografias nos decúbitos dorsal e lateral nos 2 colchões

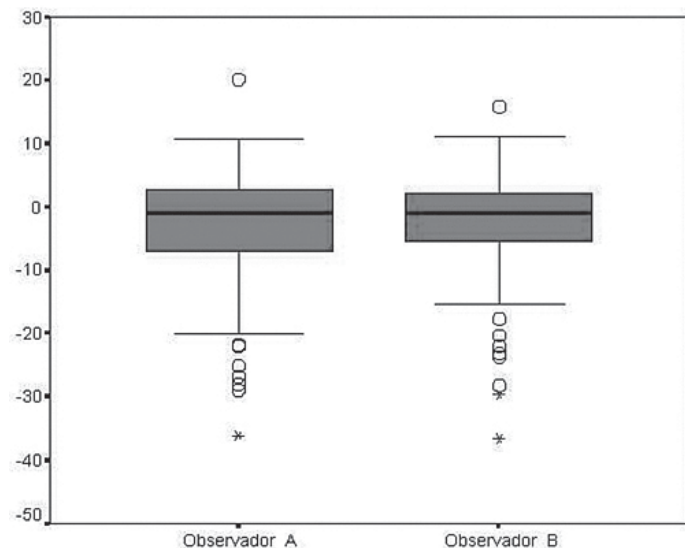


Figura 7

Valores angulares obtidos pelos Observadores A e B

Analisando-se as 2 amostras (valores obtidos primeiramente pelo observador A, e os valores do mesmo observador A em uma nova avaliação), houve concordância estatisticamente significativa dos dados (figura 8). Novamente, estudaram-se os valores de inclinação dos segmentos corporais (em graus) obtidos pelo Observador A em duas observações diferentes para a vista do dorso e do perfil, com os 13 primeiros voluntários em ortostatismo (2 amostras de 104 valores cada). O coeficiente de correlação de Spearman foi de 98,6% ($p < 0,001$) e o coeficiente de correlação intra-classe foi 99,29% ($p < 0,0001$).

Fase IV: Estudo de Responsividade

Analisaram-se 2 amostras representando, respectivamente, as médias de inclinações nos colchões D23 e D45, no decúbito lateral. Houve diferença estatisticamente significativa dos dados. O Teste de Wilcoxon mostrou que os valores no D45 eram maiores que os valores no D23 ($p < 0,001$).

Analisaram-se 2 amostras representando, respectivamente, as médias de inclinações nos colchões D23 e D45, no decúbito dorsal (figura 9). Não houve diferença estatisticamente significativa dos dados. O Teste de Wilcoxon mostrou que valores no D23 eram maiores que os valores no D45, mas a diferença não foi estatisticamente significativa ($p = 0,121$).

Ao se analisar conjuntamente as duas situações acima (decúbito dorsal mais decúbito lateral), verificou-se uma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,001$), sendo os valores do D45 maiores que os do D23.

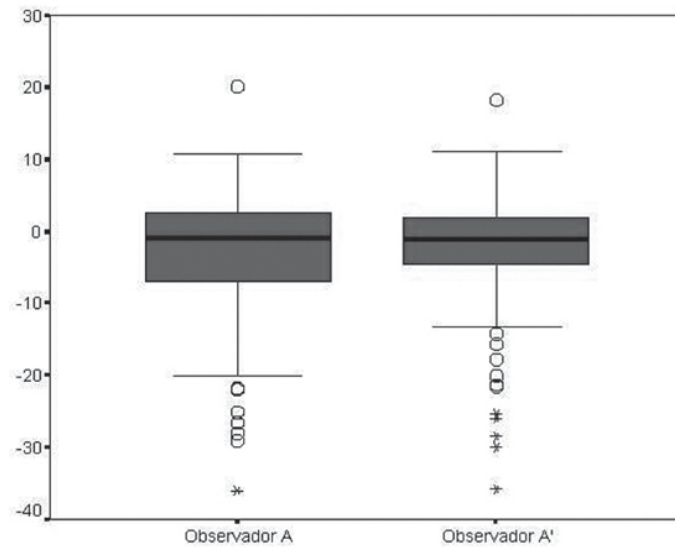


Figura 8

Análise dos valores obtidos pelo Observador A em 2 diferentes testes

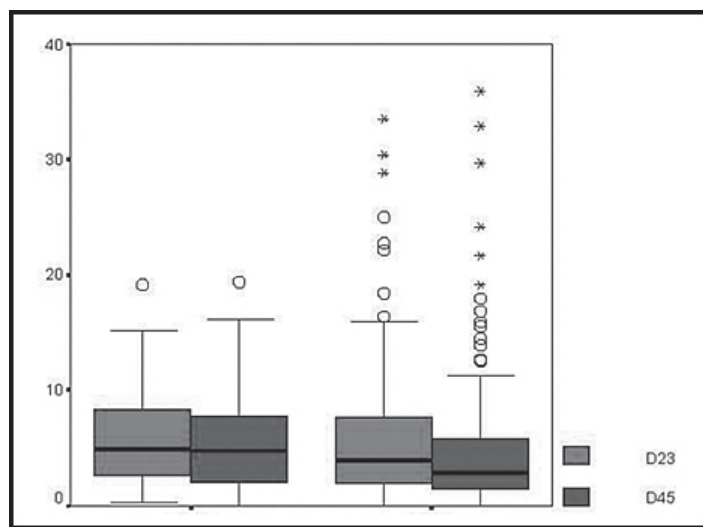


Figura 9

Ângulos Médios Nos Colchões D23 E D45 Em Decúbito Dorsal

DISCUSSÃO

Extrapolando-se o conhecimento de estudos sobre úlceras de pressão para o campo dos colchões comuns, poderia-se pensar que quanto menor a pressão de interface, maior tenderia a ser o conforto, já que a pressão de interface é um ítem importante para o conforto. Porém, há um ponto a partir do qual isto não é verdadeiro.

Imagine-se um indivíduo deitado sobre uma rede. Provavelmente, seriam registrados valores baixíssimos de pressão de interface. Entretanto, os segmentos corporais estariam tão desalinhados, que algumas estruturas músculo-esqueléticas estariam sujeitas a sobrecarga. Para a maioria dos indivíduos não acostumados a este sistema de apoio, isto resultaria em uma péssima noite de sono.

Desta forma, conclui-se que tanto valores muito elevados de pressão (deitar-se sobre o chão duro) quanto valores muito baixos (deitar-se em uma rede) seriam indesejáveis. Um bom sistema de apoio deve respeitar o ponto de equilíbrio onde haja baixa pressão com bom alinhamento corporal. Esta seria a melhor situação, porque superfícies que promovessem pressões mais baixas ainda tenderiam a prejudicar o alinhamento¹⁶.

Portanto, teoricamente, a melhor forma de estudar a adequação de sistemas de apoio para a população comum seria aliando as informações da pressão de interface com dados do alinhamento corporal. Como não havia nenhuma sugestão de metodologia desta natureza, o presente trabalho traz uma proposta nova, a partir da qual outras pesquisas sobre a postura deitada possam ser feitas.

O uso de fotografia para análise de postura ortostática tem sido documentado^{17,18}. A baixa resolução gráfica das fotografias digitais (abaixo de 1 megapixels) não prejudicou a detecção dos marcadores pelos observadores.

A escolha das referências anatômicas para a colocação dos marcadores foi tarefa difícil. Os textos sobre a postura, via de regra, citam referências para a observação do alinhamento do corpo que

não são acessíveis na anatomia de superfície, ou citam regiões do corpo que não são puntiformes para uma localização exata. Fez-se então a eleição de pontos considerados relevantes nos principais textos e que pudessem ser acessados de forma precisa na anatomia de superfície. A lógica da escolha dos pontos do dorso deve-se ao conceito bastante difundido de que a coluna vertebral deve estar alinhada no plano coronal durante o decúbito lateral¹⁵.

É sabido que a postura muda com grande frequência durante o sono, adotando inclusive padrões "torcidos"¹⁹. Isto, porém, não invalida a adoção de uma postura padronizada para estudo da eficiência de uma superfície de apoio em sustentar adequadamente o corpo. Um fenômeno similar acontece no estudo da escoliose: coloca-se o paciente em uma posição tipo militar durante o exame físico, mas esta postura não é adotada pelo indivíduo em nenhum momento de seu cotidiano.

O teste de confiabilidade mostrou concordância excelente entre o método fotográfico proposto e o padrão ouro adotado.

Obteve-se também ótima concordância inter-examinadores. A diferença de experiência profissional dos examinadores não interferiu na capacidade de obter os valores de inclinação, porque o programa só exige que se identifique o centro do marcador na fotografia. Isto torna o método utilizável por qualquer profissional da saúde.

No decúbito lateral, verificou-se que os valores de inclinação no D23 foram diferentes daqueles encontrados no D45, e esta diferença foi estatisticamente significativa. Porém, no decúbito dorsal, houve uma diferença que não foi estatisticamente significativa.

Assim, surge a pergunta: no decúbito dorsal, o alinhamento dos segmentos corporais não se modifica quando o voluntário deita-se sobre o colchão D23 e sobre o D45, ou ele se modifica e o método fotográfico não é capaz de detectar? Como a diferença entre os colchões no decúbito dorsal não foi estatisticamente significativa, conclui-se que esta situação não seja um bom parâmetro para estudar responsividade, pois o método fotográfico é supostamente responsivo (como demonstrado para o decúbito lateral).

O sistema descrito poderá ser utilizado em pesquisas futuras sobre o alinhamento da postura deitada visando a orientação do melhor colchão para grupos de pessoas. Porém, deverão ser seguidas as características descritas no presente estudo (distância da câmera ao indivíduo, características dos marcadores, etc.) para se garantir os limites de validade, reprodutibilidade e responsividade documentados.

CONCLUSÃO

O método proposto tem características metodológicas adequadas de validade, reprodutibilidade intra-observador, inter-observadores e responsividade para ser usado em análises individuais e em pesquisa científica.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem a colaboração e o empenho da equipe do Laboratório de Movimento da DMR-HC-FMUSP na coleta dos dados deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Suckling E E, Koenig E H, Hoffman B F, Brooks C. The physiological effects of sleeping on hard or soft beds. *Hum Biol* 1957; 29:274-288
2. De Koninck J, Gagnon P, Lallier S. Sleep positions in the young adult and their relationship with the subjective quality of sleep. *Sleep* 1983; 6:52-9
3. Shekarriz B, Lu H F, Stoller M L. Correlation of unilateral urolithiasis with sleep posture. *J Urol* 2001; 165:1085-7
4. Pankhurst F P, Horne J A. The influence of bed patterns on movement during sleep. *Sleep* 1994; 17:308-315
5. Schwartzmann C R, David A. Colchão ortopédico: existe? *Revista AMRIGS* 1983; 27:506-7
6. Feldman D L, Sepka R S, Klitzman B. Tissue oxygenation and blood flow on specialized and conventional hospital beds. *Ann Plast Surg* 1993; 30:441-4
7. Marchand A C, Lidowski H. Reassessment of the use of genuine sheepskin for pressure ulcer prevention and treatment. *Decubitus* 1993; 6:44-7
8. Nicol K, Rusteberg D. Pressure distribution on mattresses. *J Biomech* 1993; 26:1479-86
9. Burstein A H, Cohen J. Measurements in the conduct of research. *J Bone Joint Surg* 1993; 75-A:319-20 (Editorial)
10. Kendall F P, McCreary E K, Provance P G. *Músculos: Provas e Funções* 4a. Edição Editora Manole Ltda. São Paulo Brasil 1995
11. Gorton G, Masso P. Assessment of the standing posture of patients with scoliosis using optoelectronic measurement techniques. In: Harris G F, Smith P A (eds.) *Pediatric Gait: A New Millenium in Clinical Care and Motion Analysis Technology* IEEE Inc. Piscataway USA 2000
12. Gardner E, Gray D J, O'rahilly R. *Anatomia Estudo Regional do Corpo Humano* 4a. ed. Ed. Guanabara Koogan Rio de Janeiro Brasil 1982
13. Fletcher R H, Fletcher S W, Wagner E H. *Epidemiologia Clínica: Elementos Essenciais* 3a. ed. Editora Artes Médicas Porto Alegre Brasil 1996
14. Siegel S. *Estatística Não-Paramétrica* Editora McGraw-Hill Ltda. São Paulo Brasil 1981
15. Levin J. *Estatística aplicada a ciências humanas* 2a. edição Ed. Harbra São Paulo Brasil 1987
16. Bader G G, Engdal S. The influence of bed firmness on sleep quality. *Appl Ergon* 2000; 31:487-97
17. Watson A W, Mac Donncha C. A reliable technique for the assessment of posture: assessment criteria for aspects of posture. *J Sports Med Phys Fitness* 2000; 40:260-70
18. Oliveira L F, Ferreira R C, Couto I C, D'angelo M D. Análise da postura ortostática através do método posturograma. *Rev Bras Ortop* 1991; 26:74-78
19. Johnson H M, Swan T H, Weigand G E. In what positions do healthy people sleep? *JAMA* 1930; 94:2058-2062