

Avaliação da Confiabilidade nas Mensurações Cefalométricas Computadorizadas, Através da Reprodutibilidade do Traçado Cefalométrico em Diferentes Momentos

Evaluation of the Reliance of Computerized Cephalometric Measurements, through the Reproducibility of Cefalometric Tracings in Different Instances

Tereza Cristina Rodrigues da CUNHA*
 Júlio Cezar de Mello CASTILHO**
 Edmundo MÉDICI FILHO***

CUNHA, T.C.R. da; CASTILHO, J.C. de M.; MÉDICI FILHO, E. Avaliação da confiabilidade nas mensurações cefalométricas computadorizadas, através da reprodutibilidade do traçado cefalométrico em diferentes momentos. *J Bras Ortodon Ortop Facial*, Curitiba, v.7, n.40, p. 333-338, jul./ago. 2002.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a confiabilidade das mensurações cefalométricas através da reprodutibilidade dos traçados em diferentes momentos. A amostra utilizada para este estudo foi composta de 30 radiografias do arquivo do curso de Especialização de Ortodontia de Pouso Alegre, em uma faixa etária de 13 a 17 anos. Estas foram etiquetadas como meio de identificação e enviadas para um profissional efetuar as mensurações pelo processo computadorizado, utilizando-se *scanner*, *software* com manipulação de imagem para qualificar a sua leitura. As grandezas cefalométricas avaliadas foram SNA, SNB, SNGOM, 1.SN, 1.NA, 1-NA, 1.NB, 1-NB, 1.1, FMA. Os resultados foram arquivados e, após 15 dias, as etiquetas de identificação foram trocadas e enviadas novamente para o mesmo profissional proceder à mesma análise. Esta manobra foi repetida por mais duas vezes, totalizando quatro registros, sem que o profissional soubesse que estava avaliando as mesmas radiografias.

Foi aplicado o teste estatístico (análise de variância) e depois determinada a média e porcentagem das variações das grandezas. Obtivemos os seguintes valores e porcentagens de variação: SNA – 2,2° (2,74%), SNB – 1,8° (2,33%), SNGOM – 1,7° (4,38%), 1.SN – 2,8° (2,71%), 1.NA – 2,2° (11,49%), 1-NA – 1,8mm (40,35%), 1.NB – 3,6° (14,04%), 1-NB – 0,8 mm (16,49%), 1.1 – 4,7° (3,68%), FMA – 2,4° (8,81%).

Concluímos que as grandezas que utilizam o ponto A, incisivos, plano de Frankfurt foram as que apresentaram maior variação na reprodutibilidade. Além disso, devemos ser cuidadosos na interpretação do 1-NA para diagnóstico ortodôntico por estar diante de estruturas com alta variabilidade de reprodução e por possuir um baixo número de normalidade (4mm). A variação do FMA foi o dobro da SNGOM, fator importante a ser considerado no diagnóstico cefalométrico.

PALAVRAS-CHAVE: Cefalometria; Diagnóstico por computador; Erros de diagnóstico.

*Mestre em Ortodontia; Professora de Ortodontia/Universidade de Alfenas – Varginha – MG; Coordenadora do Curso de Especialização em Ortodontia – ABO – Pouso Alegre – MG; Rua João Basílio, 219, Centro – CEP 37550-000, Pouso Alegre – MG; e-mail: cris.ceico@uol.com.br

INTRODUÇÃO E REVISÃO DA LITERATURA

A cefalometria é uma importante ferramenta para o diagnóstico ortodôntico, planejamento de tratamento, evolução de seus resultados e predição do crescimento (CHEN *et al.*, 2000). O número de erros, quando avaliamos os resultados de um traçado cefalométrico, é óbvio, o que é bastante relevante na clínica e nas pesquisas (COOKE & WEI, 1991). BAUMRIND & FRANTZ (1971) fazem duas classificações para os erros das medidas. A primeira classe é a do erro de projeção na tomada do raio X e a segunda classe são os erros de identificação. O profissional tem que estar atento aos erros cefalométricos para executar seu tratamento (HOUSTON, 1983). Outro ponto que ORTENDAHL *et al.* (1994) verificaram em seu estudo é que o nível de qualidade de uma radiografia é muito variável entre radiologistas e ortodontistas. Radiografias rejeitadas por radiologistas são aceitas por ortodontistas numa média de 50%, embora esse índice sofra grande variação interortodontistas.

HOUSTON (1970) deu os primeiros passos na digitalização da cefalometria computadorizada. Você pode digitalizar uma imagem através de *scanner* ou vídeo-câmera. DUFF (1978) e COHEN *et al.* (1984), usando CLIP4 software, tentaram marcar automaticamente a identificação da sela e do mento. Mas a pobre resolução foi um efeito desfavorável (LOWEY, 1993). CHACONAS *et al.* (1990) informaram sobre um sistema de sonda sônico para palpção e identificação do tecido mole (LOWEY, 1993). Em meados de 1993, iniciaram-se os trabalhos com câmeras digitais (LOWEY, 1993). LOWEY (1993) tentou um sistema de imagens manipuladas computadorizado, desenvolvido pelo Royal Berkshire Hospital, em comparação ao convencional traçado manual e digital computadorizado. Seus resultados mostraram superioridade no sistema manipulado (LOWEY, 1993). Considerando que o traçado cefalométrico computadorizado é mais rápido do que o traçado manual (CHEN *et al.*, 2000), muitos autores têm pesquisado a respeito da qualidade da cefalometria computadorizada em relação à manual (SANDLER, 1988; LIU *et al.*, 2000). Grandes esforços têm sido feitos para se desenvolver sistemas computadorizados automáticos na identificação dos pontos cefalométricos (RUDOLPH *et al.*, 1998; FORSYTH & SHAW, 1996). Mas alguns autores acham que estes sistemas não competem com o manual

quanto à identificação de pontos (FORSYTH & SHAW, 1996). RUDOLPH *et al.* (1998) tentaram um sistema de identificação computadorizada automática com *spacial spectroscopy* (SS); não houve diferença significativa. KUSNOTO *et al.* (1999) utilizaram medidas cefalométricas tridimensionais. Dolphin Workstation Imagination System introduziu na cefalometria um sistema não radiográfico chamado DigiGraph™ Workstation e propôs ser uma alternativa para a cefalometria. TSANG & COOKE (1999), avaliando o sistema, concluíram que o erro de método do mesmo variou de 7% a 70%, enquanto nos traçados radiográficos foi menor que 2%. Concluiu-se que estas devem ser avaliadas com cautela (TSANG & COOKE, 1999).

MAJOR *et al.* (1994), com uma amostra de 33 crânios e 25 pacientes, avaliaram através de 52 pontos a confiabilidade da marcação dos pontos cefalométricos intra-examinadores e interexaminadores. Concluíram que os erros de identificação interexaminadores foram significativamente maiores do que os intra-examinadores e que era diferente para amostra do crânio, comparada à amostra de pacientes.

HAGG *et al.* (1998) fizeram um prévio estudo intra-examinador, utilizando 30 crânios secos e radiografias com tecidos moles. Utilizou-se das coordenadas X e Y, como referência para o erro de cada ponto. Grandes diferenças foram encontradas entre as radiografias dos crânios secos e as com tecido mole, que foram até quatro vezes maiores no local do nasion (SNA – SNB – SNPg). A inclinação do incisivo, espinha nasal anterior, plano horizontal, foram grandemente afetados na presença do tecido mole.

CHEN *et al.* (2000) avaliaram a identificação dos pontos de referência sobre imagens digitais, comparadas às de radiografias originais. Para avaliar a concordância entre os pontos de referência entre as radiografias originais e seus correspondentes digitais, foram utilizadas as coordenadas X e Y para cada ponto de referência, em duas modalidades, as quais foram comparadas com as referências idênticas. Houve diferenças significantes em Me, Gn, ANS, PNS, LIA, Po, Or; as diferenças em

geral foram menores que 1mm, com exceção de Or, Me, PNS, LIA. No exame interobservador houve diferença estatística nos pontos Po, Ar, ANS e UM.

PROPOSIÇÃO

Avaliaremos a confiabilidade nas mensurações cefalométricas computadorizadas através da reprodutibilidade do traçado cefalométrico, em diferentes momentos.

MATERIAL E MÉTODOS

Metodologia

A amostra utilizada para este estudo foi composta de 30 radiografias, do arquivo do curso de Especialização de Ortodontia de Pouso Alegre, em uma faixa etária de 13 a 17 anos. Estas foram etiquetadas como meio de identificação e enviadas para um profissional efetuar as mensurações pelo processo computadorizado, utilizando-se *scanner* e *software* com manipulação de imagem, para qualificar a sua leitura. As grandezas cefalométricas avaliadas foram SNA, SNB, SNGOM, 1.SN, 1.NA, 1-NA, 1.NB, 1-NB, 1.1, FMA. Os resultados foram arquivados e, após 15 dias, as etiquetas de identificação foram trocadas e enviadas novamente para o mesmo profissional proceder à mesma análise. Esta manobra foi repetida por mais duas vezes, totalizando quatro registros, sem que o profissional soubesse que estava avaliando as mesmas radiografias.

RESULTADOS

Os resultados foram feitos para o sexo feminino, sexo masculino e ambos os sexos, com análise de variância com um fator paciente em relação à avaliação de 16 telerradiografias de pacientes do sexo feminino e 14 telerradiografias de pacientes do sexo masculino, em quatro

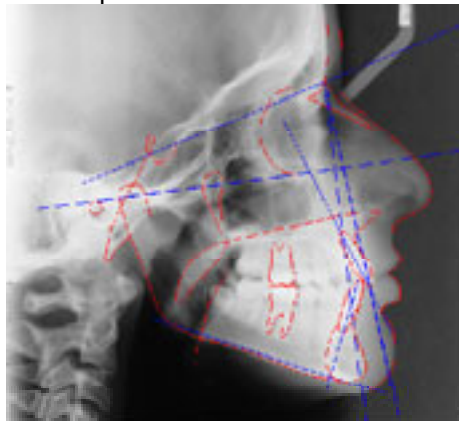


FIGURA 1: Traçado cefalométrico.

diferentes momentos. A mesma análise foi repetida para as grandezas SNA, SNB, SNGOM, 1.SN, 1.NA, 1-NA, 1.NB, 1-NB, 1.1, FMA. Estas foram submetidas ao teste de medidas da variação em relação às variáveis de interesse, com nível de confiança de 95%. O cálculo de erro utilizado foi de $\pm 1,96 \times \sqrt{QMe}$, para o resultado de erro de mensuração (Tabelas 1 e 2). Determinou-se a média dos resultados para encontrar as porcentagens de erro (Tabelas 3, 4 e 5).

DISCUSSÃO

As principais fontes de erro nas análises cefalométricas incluem a qualidade radiográfica, identificação das estruturas, pontos e precisão nas mensurações (CHEN *et al.*, 2000; COOKE & WEI, 1984; BAUMRIND & FRANTZ, 1971; MAJOR *et al.*, 1994; HOUSTON, 1983; ORTEN-

TABELA 1: Medida da variação em relação às variáveis de interesse, com nível de confiança de 95% – sexo

Medidas da variação			
Medida facial	QMe	Cálculo do erro	Variação
SNA	1,5	$\pm 1,96 \times 1,2$	$\pm 2,4$
SNB	1,1	$\pm 1,96 \times 1,0$	$\pm 2,0$
SN.GOM	0,7	$\pm 1,96 \times 0,8$	$\pm 1,6$
1.SN	2,6	$\pm 1,96 \times 1,6$	$\pm 3,1$
1.NA	2,4	$\pm 1,96 \times 1,5$	$\pm 2,9$
1-NA	0,8	$\pm 1,96 \times 0,9$	$\pm 1,8$
1.NB	2,5	$\pm 1,96 \times 1,6$	$\pm 3,1$
1-NB	0,1	$\pm 1,96 \times 0,4$	$\pm 0,8$
1.1	4,4	$\pm 1,96 \times 2,1$	$\pm 4,1$
FMA	1,4	$\pm 1,96 \times 1,2$	$\pm 2,4$

Nota: $Z_{\alpha/2} = \pm 1,96$

Cálculo do erro $\rightarrow 1,96 \times \sqrt{QMe}$

TABELA 2: Medida da variação em relação às variáveis de interesse, com nível de confiança de 95% – sexo masculino.

Medidas da variação			
Medida facial	QMe	Cálculo do erro	Variação
SNA	1,0	$\pm 1,96 \times 1,0$	$\pm 2,0$
SNB	0,6	$\pm 1,96 \times 0,8$	$\pm 1,6$
SN.GOM	0,7	$\pm 1,96 \times 0,9$	$\pm 1,8$
1.SN	1,8	$\pm 1,96 \times 1,3$	$\pm 2,5$
1.NA	1,5	$\pm 1,96 \times 1,2$	$\pm 2,4$
1-NA	0,8	$\pm 1,96 \times 0,9$	$\pm 1,8$
1.NB	4,2	$\pm 1,96 \times 2,1$	$\pm 4,1$
1-NB	0,2	$\pm 1,96 \times 0,4$	$\pm 0,8$
1.1	7,1	$\pm 1,96 \times 2,7$	$\pm 5,3$
FMA	1,4	$\pm 1,96 \times 1,2$	$\pm 2,4$

Nota: $Z_{\alpha/2} = \pm 1,96$

Cálculo do erro $\rightarrow 1,96 \times \sqrt{QMe}$

TABELA 3: Quadro resumo da média, cálculo do erro e porcentagem do erro encontrados nas medidas do sexo feminino.

Medida facial	Média	Erro	%
SNA	79,98	2,4	3,00
SNB	76,85	2,0	2,60
SN.GOM	41,47	1,6	3,86
1.SN	101,68	3,1	3,05
1.Na	21,62	2,9	13,41
1-NA	3,80	1,8	47,37
1.NB	28,89	3,1	10,73
1-NB	5,40	0,8	14,81
1.1	126,32	4,1	3,24
FMA	29,10	2,4	8,25

TABELA 4: Quadro resumo da média, cálculo do erro e porcentagem do erro encontrados nas medidas do sexo masculino.

Medida facial	Média	Erro	%
SNA	80,14	2,0	2,49
SNB	77,52	1,6	2,06
SN.GOM	36,73	1,8	4,90
1.SN	105,18	2,5	2,37
1.NA	25,05	2,4	9,58
1-NA	5,40	1,8	33,33
1.NB	23,63	4,1	17,35
1-NB	4,40	0,8	18,18
1.1	128,71	5,3	4,12
FMA	25,58	2,4	9,38

TABELA 5: Quadro resumo da média, cálculo do erro e porcentagem do erro encontradas nas medidas de ambos os sexos.

Medida facial	Média	Erro	%
SNA	80,06	2,2	2,74
SNB	77,18	1,8	2,33
SN.GOM	39,10	1,7	4,38
1.SN	103,43	2,8	2,71
1.NA	23,33	2,2	11,49
1-NA	4,60	1,8	40,35
1.NB	26,26	3,6	14,04
1-NB	4,90	0,8	16,49
1.1	127,51	4,7	3,68
FMA	27,34	2,4	8,81

DAHL *et al.*, 1994).

Esforços têm sido feitos para encontrar métodos eficientes na avaliação cefalométrica, com um menor índice de erro. Em 1970, HOUSTON deu os primeiros passos na digitalização da cefalometria computadorizada e surgiram, posteriormente, várias opções de *software* (DUFF, 1978; COHEN *et al.*, 1984), embora de baixa resolução, inicialmente. Um

sistema de sonda sônica para palpação e identificação do tecido mole também foi testado (LOWEY, 1993).

HAGG *et al.* (1998) e CHEN *et al.* (2000), entre as várias formas de detectar o erro cefalométrico, utilizaram a avaliação intra-examinadores, método selecionado também para este trabalho.

Através dos resultados das nossas análises de 16 radiografias de pacientes do sexo feminino e 14 do sexo masculino, foram determinados os valores mínimos e máximos dos diferentes momentos, sua média, desvio padrão e coeficiente de variação das grandezas cefalométricas, SNA, SNB, SNGOM, 1.SN, 1.NA, 1-NA, 1.NB, 1-NB, 1.1, FMA, os quais foram utilizados para a formação do quadro de medidas da variação em relação às variáveis de interesse, com nível de confiança de 95%, apresentado na Tabela 1 (sexo feminino) e Tabela 2 (sexo masculino). O cálculo dos quadrados médios foi feito com a propriedade de significância de 0,0001. O cálculo do erro foi $\pm 1,96 \times$, onde $|Z\alpha/2| = \pm 1,96$. Nas Tabelas 3, 4 e 5, temos um quadro resumo que relaciona as grandezas com as medidas de erro encontradas com suas respectivas porcentagens, por ser um cálculo mais utilizado (HAGG *et al.*, 1998), no sexo feminino, masculino e ambos os sexos, respectivamente.

A grandeza cefalométrica SNA (RIEDEL, 1952) é $d_{\text{SN}}^{\text{SNA}}$ a como a posição ântero-posterior da base apical anterior superior em relação à base do crânio e, na estatística pertinente, apresentou a média de seus resultados de 79,98° (F), 80,14° (M) e 80,60° (ambos os sexos), cálculo de erro de 2,4° (F), 2,0° (M) e 2,2° (ambos os sexos), ficando com uma porcentagem de erro de 3% (F), 2,49% (M) e 2,74% (ambos os sexos).

A grandeza SNB (RIEDEL, 1952) determina a posição ântero-posterior da base apical anterior inferior em relação à base do crânio. Na estatística pertinente, podemos observar que a média de seus resultados foi 76,85° (F), 77,52° (M) e 77,19° (ambos os sexos), cálculo de erro de 2° (F), 1,6° (M) e 1,8° (ambos os sexos), ficando com uma porcentagem de erro de 2,6% (F), 2,06% (M) e 2,33% (ambos os sexos).

Avaliando os resultados de SNA e SNB, podemos observar que a variação foi muito pequena, com a variação maior para SNA.

A grandeza SNGOM, ângulo formado pela interseção das linhas SN e GOM, determina a inclinação da mandíbula em relação à base do

crânio, orientando-nos sobre o tipo de crescimento que o indivíduo possui, horizontal ou vertical. Na estatística pertinente, podemos observar que a média de seus resultados foi 41,47° (F), 36,73° (M) e 39,10° (ambos os sexos), cálculo de erro de 1,6° (F), 1,8° (M) e 1,7° (ambos os sexos), ficando com uma porcentagem de erro de 3,86% (F), 4,90% (M) e 4,38% (ambos os sexos).

A grandeza 1.SN é definida como o ângulo formado pelo longo eixo do incisivo inferior com a base do crânio. Na estatística pertinente, podemos observar que a média de seus resultados foi 101,68° (F), 105,18° (M) e 103,43° (ambos os sexos), cálculo de erro de 3,1° (F), 2,5° (M) e 2,8° (ambos os sexos), ficando com uma porcentagem de erro de 3,05% (F), 2,37% (M) e 2,71% (ambos os sexos).

A grandeza 1.NA (DOWNS, 1948), ângulo formado pela interseção da linha do longo eixo do incisivo central superior à linha NA, determina a inclinação axial dos incisivos superiores com a base apical superior. Na estatística pertinente, podemos observar que a média de seus resultados foi 21,62° (F), 25,05° (M) e 23,34° (ambos os sexos), cálculo de erro de 2,9° (F), 2,4° (M) e 2,2° (ambos os sexos), ficando com uma porcentagem de erro de 13,41% (F), 9,58% (M) e 11,49% (ambos os sexos).

A grandeza 1-NA (STEINER, 1953), distância linear entre a coroa do incisivo superior e a linha NA (base apical anterior superior), determina a posição linear (protruído, bem posicionado ou retruído) do incisivo em relação à linha NA. Mede-se a face vestibular do incisivo até a linha NA. Na estatística pertinente, podemos observar que a média de seus resultados foi 3,80mm (F), 5,40mm (M) e 4,60mm (ambos os sexos), cálculo de erro de 1,8mm (F), 1,8mm (M) e 1,8mm (ambos os sexos), ficando com uma porcentagem de erro de 47,37% (F), 33,33% (M) e 40,35% (ambos os sexos).

A grandeza 1.NB (STEINER, 1953), ângulo formado pela interseção da linha do longo eixo do incisivo central inferior com a linha NB (base apical anterior inferior), determina a inclinação axial dos incisivos inferiores com a base apical anterior inferior, mostrando se o incisivo está inclinado para vestibular ou lingual. Na estatística pertinente, podemos observar que a média de seus resultados foi 28,89° (F), 23,63° (M) e 26,26° (ambos os sexos), cálculo de erro de 3,1° (F), 4,1° (M) e 3,6° (ambos os sexos),

ficando com uma porcentagem de erro de 10,73% (F), 17,35% (M) e 14,04% (ambos os sexos).

A grandeza 1-NB (STEINER, 1953), distância linear entre a parte mais anterior da coroa do incisivo inferior à linha NB, mostra se os dentes estão protruídos ou retruídos em relação à sua base apical anterior inferior. Na estatística pertinente podemos observar que a média de seus resultados foi 5,4mm (F), 4,40mm (M) e 4,90mm (ambos os sexos), cálculo de erro de 0,8mm (F), 0,8mm (M) e 0,8mm (ambos os sexos), ficando com uma porcentagem de erro de 14,81% (F), 18,18% (M) e 16,49% (ambos os sexos).

A grandeza 1.1 representa o ângulo formado pelos incisivos superiores e inferiores. Na estatística pertinente, podemos observar que a média de seus resultados foi 126,32° (F), 128,71° (M) e 127,52° (ambos os sexos), cálculo de erro de 4,1° (F), 5,30° (M) e 4,70° (ambos os sexos), ficando com uma porcentagem de erro de 3,24% (F), 4,12% (M) e 3,68% (ambos os sexos).

A grandeza FMA (TWEED, 1952) é definida como o ângulo formado entre o plano de Frankfurt (plano traçado entre a parte mais superior do meato acústico externo ao ponto mais inferior da órbita) e o plano mandibular. Na estatística pertinente, podemos observar que a média de seus resultados foi 29,1° (F), 25,58° (M) e 27,34° (ambos os sexos), cálculo de erro de 2,4° (F), 2,4° (M) e 2,4° (ambos os sexos), ficando com uma porcentagem de erro de 8,25% (F), 9,38% (M) e 8,81% (ambos os sexos).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As grandezas que utilizaram os pontos A, incisivos e plano de Frankfurt foram as que apresentaram maior variação na reprodutibilidade.

Deve-se ter cuidado na interpretação do 1-NA, por estar diante de estruturas com variabilidade de reprodução e por possuir um baixo número de normalidade (4mm).

A variação do FMA foi o dobro do SN-GOM.

CUNHA, T.C.R. da; CASTILHO, J.C. de M.; MÉDICI FILHO, E. Evaluation of the reliance of computerized cephalometric measurements, through the reproductibility of cephalometric tracings in different instances. **J Bras Ortodon**

The main aim of this work was to evaluate the reliance of cephalometric measurements, through the reproduction of tracings in different instances.

The sample used in this study was formed by 30 radiographs, taken from the archives of Specialization on Orthodontics Course, in Pouso Alegre, ages ranging from 13 to 17 years old. These radiographs received identification tags, and were sent to a professional, for measurements using a computer, a scanner and a special software to image manipulation, in order to qualify the reading. The evaluated cephalometric readings were SNA, SNB, SNGOM, 1.SN, 1.NA, 1-NA, 1.NB, 1-NB, 1.1, FMA. The results were filed and, 15 days later, the identification tags were changed, and the samples were sent again to the same professional, in order to proceed the same analysis. This procedure was conducted twice, making a total number of four registrations without the professionals awareness it was evaluated the same radiographs.

A statistical test was applied (variant analysis) and, after that the variation mean and percentage from the measurements. The variation results were the following: SNA – 2,2° (2,74%), SNB – 1,8° (2,33%), SNGOM – 1,7° (4,38%), 1.SN – 2,8° (2,71%), 1.NA – 2,2° (11,49%), 1-NA – 1,8mm (40,35%), 1.NB – 3,6° (14,04%), 1-NB – 0,8 mm (16,49%), 1.1 – 4,7° (3,68%), FMA – 2,4° (8,81%).

We concluded that the measurements that used point A, incisors, Frankfurt Plane, were the ones that showed greater variation in reproduction, showing that we should be careful in interpreting 1-NA for the orthodontic diagnoses, because we are dealing with high variation structures for reproduction and because it has a low normal number of (4mm). The FMA variation was twice that of SNGOM, a major factor to be considered in the cephalometric diagnoses.

KEYWORDS: Cephalometry; Diagnosis errors; Diagnosis, computer-assisted.

REFERÊNCIAS

- BAUMRIND S.; FRANTZ R. The reliability of head film measurements 1. Landmark identification. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v.60, p.111-127, 1971.
- BAUMRIND S.; FRANTZ R. The reliability of head film measurements 2. Conventional angular and linear measures. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v.60, p.505-517, 1971.
- CHACONAS, S.J.; ENGEL, G.A.; GIANELLY, A.A.; GORMAN, J.C.; GRUMMONS, D.C.; LENICHEN, M.S.; NANDA, R.S. The DigiGraph Workstation: Part 1 basic concepts. *J Clin Orthod*, v.24, p.360-367, 1990.
- CHEN, Y.J.; CHEN, S.K.; CHANG, H.F.; CHEN, K.C. Comparison of landmark identification in traditional versus computer-aided digital cephalometry. *Angle Orthod*, v.70, n.5, p.387-392, 2000.
- COHEN, A.M.; IP, H.H.S.; LINNEY, A.D. A preliminary study of computer recognition and identification of skeletal landmarks as a new method of cephalometric analysis. *Br J Orthod*, v.11, p.143-154, 1984.
- COOKE, M.S.; WEI, S.H.Y. Cephalometric errors: a comparison between repeat measurements and retaken radiographs. *Aust Dent J*, v.36, n.1, p.38-43, 1991.
- DOWNES, W.B. Variation in facial relationships: their significance in treatment and prognosis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v.34, n.10, p.812-840, 1948.
- DUFF, M.J.B. **Review of the CLIP image processing system.** Proceedings of NATIONAL COMPUTER CONFERENCE, p.1055-1060, 1978.
- FORSYTH, D.B.; SHAW, W.C. Digital imaging of cephalometric radiology. Part I: advantages and limitation of digital imaging. *Angle Orthod*, v.66 p.37-42, 1996.
- FORSYTH, D.B.; SHAW, W.C. Digital imaging of cephalometric radiology. Part II: imaging quality. *Angle Orthod*, v.66 p.43-50, 1996.
- HAGG, U.; COOKE, M.S.; CHAN, T.C.; TNG, T.T.; LAU, P.Y. The reproducibility of cephalometric landmarks: an experimental study on skulls. *Aust Orthod J*, v.15 n.3, p.177-85, Oct. 1998.
- HOUSTON, W.J.B. Automated measurements of photographs and radiographs. *Dent Pract*, v.21, p.100, 1970.
- HOUSTON, W.J. The analysis of errors in orthodontic measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v.83, n.5, p.382-390, May 1983.
- KUSNOTO, B.; EVANS, C.A.; BEGOLE, E.A.; DE RIJK, W. Assessment of 3-dimensional computer generated cephalometric measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v.116, n.4, p.390-399, 1999.
- LIU, JK; CHEN, YT; CHENG, KS Accuracy of computerized automatic identification of cephalometric landmarks. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v.118, n.5, p.535-540, Nov. 2000.
- LOWEY, M.N. The development of a new method of cephalometric and study cast mensuration with a computer controlled, video image capture system: Part I. *Br J Orthod*, v.20, n.3, p.203-214, Aug. 1993.
- LOWEY, M.N. The development of a new method of cephalometric and study cast mensuration with a computer controlled, video image capture system. Part II: Study cast mensuration. *Br J Orthod*, v.20, n.4, p.315-331, Nov. 1993.
- MAJOR, P.W.; JOHNSON, D.E.; HESSE, K.L.; GLOVER, K.E. Landmark identification error in posterior anterior cephalometrics. *Angle Orthod*, v.64, n.6, p.447-454, 1994.
- ORTENDAHL, T.W.; BORRMAN, H.; GRONDAHL, H.G. Quality assessment of lateral cephalograms amongst radiologists and orthodontists. *Br J Orthod*, v.21, n.1, p.45-51, Feb. 1994.
- RIEDEL, R.A. The relation of maxillary structures to cranium in malocclusion and in normal occlusion. *Angle Orthod*, v.22, n.3, p.142-145, July 1952.
- RUDOLPH, D.J.; SINCLAIR, P.M.; COGGINS, J.M. Automatic computerized radiographic identification of cephalometric landmarks. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v.113, n.2, p.173-179, 1998.
- SANDLER, P.J. Reproducibility of cephalometric measurements. *Br J Orthod*, v.15, n.2, p.105-110, 1988.
- STEINER, C.C. Cephalometrics for you and me. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v.39, n.10, p.729-755, 1953.
- TSANG, K.H.; COOKE, M.S. Comparison of cephalometric analysis using a non radiographic sonic digitizer (DigiGraph™ Workstation) with conventional radiography. *Eur J Orthod*, v.21, n.1, p.1-13, Feb. 1999.
- TWEED, C.H. Why I extract teeth in certain types of malocclusion. *Alpha Omegan*, v.46, n.2, p.93-104, 1952.

Recebido para publicação em: 08/01/02

Enviado para análise em: 06/02/02

Aceito para publicação em: 29/04/02