

Reprodutibilidade Diagnóstica das Imagens Radiográficas Convencional e Digitais da Cárie Dentária

*Guilherme Monteiro TOSONI^a, Ana Lúcia Alvares CAPELOZZA^b,
Leonor de Castro Monteiro LOFFREDO^c, Flávia Muta MIYAHARA^a*

^a*Departamento de Diagnóstico e Cirurgia, Faculdade de Odontologia - UNESP
14801-903 Araraquara - SP*

^b*Departamento de Estomatologia, Faculdade de Odontologia - USP
17012-901 Bauru - SP*

^c*Departamento de Odontologia Social, Faculdade de Odontologia - UNESP
14801-903 - Araraquara-SP*

Tosoni GM, Capelozza ALA, Loffredo LCM, Miyahara FM. Diagnostic reproducibility of conventional and digital radiographic images of dental caries. Rev Odontol UNESP. 2004; 33 (2): 59-64

Resumo: O objetivo deste trabalho foi verificar a reprodutibilidade intra-examinador das imagens radiográficas convencional e digitais no diagnóstico de cáries proximais e oclusais. Dezesesseis dentes, pré-molares e molares, foram montados em contato proximal e radiografados utilizando-se filmes convencionais (EP21) e a placa de armazenamento de fósforo do Sistema Digital Digora. As imagens convencionais também foram digitalizadas em um escaner de mesa. Um observador, treinado e calibrado, interpretou as imagens convencionais e as digitais nos modos normal e invertido, em um mesmo programa para manipulação da imagem. As superfícies dentárias oclusais e proximais foram classificadas utilizando-se escores de 0 a 5, os quais determinavam a presença e a extensão de lesão cariosa. Foi utilizada a estatística Kappa (κ) para verificar a reprodutibilidade intra-examinador das imagens radiográficas convencional e digitais. A imagem digital direta apresentou ótima reprodutibilidade nas superfícies proximais e oclusais, enquanto a imagem convencional apresentou boa reprodutibilidade. A reprodutibilidade da imagem digitalizada foi regular nas superfícies proximais e nas oclusais quando houve inversão da imagem. A reprodutibilidade da imagem digitalizada foi semelhante à da imagem convencional nas superfícies oclusais e nas proximais quando houve inversão da imagem. A inversão da imagem diminuiu a reprodutibilidade das imagens digitais direta e digitalizadas, com exceção da imagem digitalizada nas superfícies proximais. Concluiu-se que este estudo in vitro forneceu evidências de que a radiografia digital, associada aos recursos de captura e manipulação da imagem, pode influenciar favoravelmente ou não no diagnóstico de cárie. Acredita-se que mais estudos são necessários no intuito de determinar qual recurso é mais eficaz.

Palavras-chave: *Radiografia dentária; cárie dentária; radiografia dentária digital.*

Abstract: The aim of this study was to verify the intraobserver reproducibility of conventional and digital radiographic images on occlusal and approximal caries diagnoses. Radiographs of sixteen extracted human premolars and molars teeth were taken with conventional films (Kodak Ektaspeed Plus) and storage phosphor plate system (Digora). The films also were digitized in a flatbed scanner. One observer, trained and calibrated, read the conventional and digital images (direct and digitized) in normal and inverted mode in the same image processing software. A scale of five points scored the carious lesions. The intraobserver reproducibility of radiographic images was determined by Kappa statistics. The direct digital image presented optimum reproducibility in the approximal and occlusal surfaces, while the conventional image presented good reproducibility. The reproducibility of the digitized image was fair in the approximal surfaces, as well as in the occlusal surface, when the image was inverted. The reproducibility of digitized image was similar the conventional image in the occlusal surfaces and, in the approximal, when the image was inverted. The inversion of the image reduced reproducibility of the digitized and direct digital images, except for the digitized image in the

approximal surfaces. We concluded that this in vitro study provided evidences that the digital radiography, associated to the resources of capture and image processing, can influence favorably or not the caries diagnosis. We believe that more studies are necessary in order to determine which resource is more effective.

Keywords: *Radiography, dental; dental caries; radiography, dental, digital.*

Introdução

Apesar do estudo e do desenvolvimento de vários sistemas de radiografia digital nestes últimos vinte anos, a radiografia convencional ainda vem sendo utilizada pela grande maioria dos cirurgiões-dentistas, considerando-se que o filme é um meio confiável e de baixo custo para o registro da imagem quando comparado à radiografia digital.

Atualmente existem dois tipos de radiografia digital, a digitalizada e a direta. A radiografia é digitalizada quando a imagem é obtida por meio de digitalização do filme radiográfico e é direta quando a imagem é obtida por meio de sensores CCD ou placas de armazenamento de fósforo não necessitando, portanto, de filme e processamento radiográficos. As principais vantagens dos sistemas digitais diretos são as reduções da dose de radiação e do tempo necessários para obtenção da imagem, enquanto as desvantagens são a menor resolução da imagem e o alto custo dos sistemas.

A radiografia digitalizada foi a precursora da direta e tem sido utilizada na análise quantitativa de radiografias²⁸. Enquanto a radiografia convencional apresenta uma imagem estática uma vez manipulada, a imagem radiográfica digital é dinâmica, podendo ser manipulada pelo examinador durante a sua interpretação^{5,31,32}.

Desde o aparecimento da radiografia digital, muitos sistemas e programas de manipulação da imagem têm sido desenvolvidos e comparados com a radiografia convencional. A precisão do exame radiográfico aumenta substancialmente com a manipulação digital da imagem radiográfica^{18,31}. Subjetivamente, a maioria dos examinadores prefere a manipulação digital da imagem radiográfica, e esta manipulação parece ser dependente do procedimento diagnóstico³².

Alguns trabalhos comprovaram melhoria no diagnóstico de cáries com a manipulação digital da imagem^{17,18,22,24,26,30,33}. Entretanto, em um artigo de revisão, Wenzel²⁹ relatou que, até o momento, os trabalhos in vitro não têm demonstrado diferenças significativas no desempenho entre os sistemas digitais e os filmes convencionais.

A maioria dos trabalhos tem se concentrado em determinar a validade — sensibilidade, especificidade e valores preditivos positivos e negativos — do método diagnóstico de cárie. Entretanto, o estudo da reprodutibilidade também é determinante para a qualidade diagnóstica do método. A

reprodutibilidade intra-examinador é alcançada quando o mesmo examinador, em ocasiões distintas, tem interpretações idênticas das imagens alcançando o mesmo diagnóstico.

O objetivo deste trabalho foi verificar a reprodutibilidade intra-examinador das imagens radiográficas convencionais e digitais no diagnóstico de cáries proximais e oclusais.

Material e método

Na pesquisa foram utilizados 16 dentes extraídos de humanos, 8 molares e 8 pré-molares, com superfícies proximais e oclusais híginas e cariadas. Esses dentes foram montados em contato proximal num manequim, confeccionado em resina e silicone, simulando as arcadas posteriores.

Foram utilizados o filme convencional Kodak Ektaplus (EP21) tamanho nº 2 e a placa de armazenamento de fósforo do Sistema Digora. Uma placa de resina com as dimensões: 14,5 cm de largura por 9,7 cm de altura e 1,5 cm de espessura foi utilizada como material equivalente ao tecido mole.

O aparelho de raios-X utilizado foi o GE 100 com os seguintes fatores: 70 kVp, distância foco-filme de 40 cm, 10 mA com 0,4 s para o filme convencional e 0,3 s para a placa de armazenamento de fósforo. Foi assegurado em todas as tomadas radiográficas o mesmo fator geométrico de exposição.

As radiografias convencionais foram digitalizadas em um escaner de mesa da marca Agfa (SnapScan 1236), com uma tampa de transparência acoplada, e resultaram em uma matriz de 563 × 412 × 8 bit semelhante à da radiografia digital direta, que foi de 560 × 412 × 8 bit.

As imagens radiográficas convencionais e digitais foram interpretadas duas vezes, com intervalo de 30 dias, por um mesmo examinador que foi orientado e calibrado para a classificação de cárie utilizando os seguintes escores que determinam a presença e a extensão de lesão cariada: 0-Dente Hígido; 1-Cárie incipiente, penetrando em menos da metade do esmalte; 2-Cárie penetrando, no mínimo, em metade do esmalte, mas não envolvendo a junção amelo-dentinária; 3-Cárie de esmalte e dentina através da junção amelo-dentinária estendendo-se menos da metade do caminho em direção à polpa; 4-Cárie de esmalte e dentina

penetrando em mais da metade do caminho em direção à cavidade pulpar; 5-Cárie que atinge a cavidade pulpar. Um total de 480 decisões foi tomado pelo examinador.

As radiografias convencionais foram interpretadas em sala escura, sobre o negatoscópio, cobertas por uma máscara e com auxílio de lupa (1.75 X).

O programa utilizado para a manipulação e a interpretação das imagens foi o Image Tool versão 5.0.2 (The University of Texas Health Science Center, San Antonio, Texas). As imagens digitais foram interpretadas no modo normal e invertido, em uma sala escura, utilizando-se um monitor Samsung 15" SVGA, com placa de vídeo de 2mB configurado com fonte pequena e resolução de 1024 x 768 pixels, deixando-se livre para o observador o ajuste do brilho e do contraste.

O estudo de reprodutibilidade foi feito para se saber se o mesmo examinador atribuiu o mesmo diagnóstico em duas ocasiões distintas (reprodutibilidade intra-examinador).

Foi empregada a estatística Kappa (κ), segundo Light¹⁴, para a obtenção dos valores de reprodutibilidade intra-examinador no diagnóstico de cárie pelos métodos radiográficos convencional, digital indireto e digital direto. O valor encontrado para a reprodutibilidade foi classificado, segundo o nível de reprodutibilidade, pela escala de Landis, Koch¹². Foi feito um teste de hipóteses para reprodutibilidade, admitindo-se que a variável κ tenha distribuição aproximadamente normal. O nível de significância adotado foi de 5% para a tomada de decisão.

Resultado

Os resultados de reprodutibilidade intra-examinador para as superfícies proximais e oclusais estão apresentados

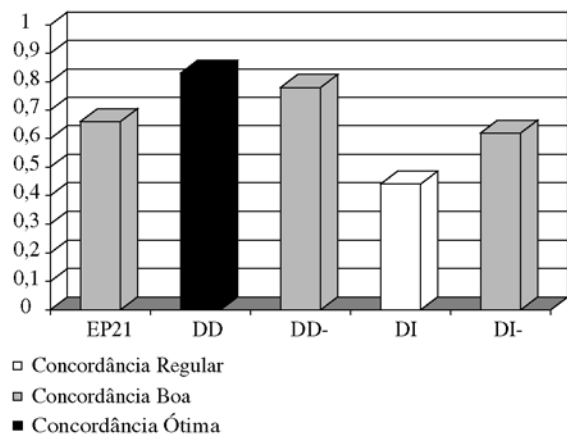


Figura 1. Representação dos valores de Kappa para reprodutibilidade intra-examinador nas superfícies proximais das imagens radiográficas convencional (EP21), digital direta (DD), digital direta invertida (DD-), digitalizada (DI) e digitalizada invertida (DI-).

nas Figuras 1 e 2, respectivamente.

Nas superfícies proximais (Figura 1), a reprodutibilidade intra-examinador foi boa (0,66) para a imagem convencional e variou de regular a ótima nas imagens digitais. A imagem digital direta apresentou ótima reprodutibilidade (0,83), seguida pelas imagens digitais invertidas diretas (0,78) e digitalizada (0,62). Houve reprodutibilidade regular (0,44) na imagem digitalizada sem inversão.

Nas superfícies oclusais (Figura 2), a reprodutibilidade intra-examinador também foi boa (0,69) para a imagem convencional e variou de regular a ótima nas imagens digitais. A imagem digital direta apresentou o melhor resultado (0,81) seguida da imagem digital digitalizada (0,71). A inversão da imagem resultou em diminuição de reprodutibilidade, 0,63 para a imagem digital direta e 0,52 para a digitalizada, esta última representando uma reprodutibilidade regular.

Discussão

Segundo Firestone et al.⁴, é extremamente variável a reprodutibilidade entre os dentistas no exame radiográfico de cáries. Embora uma comparação direta com outros trabalhos na literatura não seja possível devido às diferenças de metodologias, nosso trabalho mostrou variações nos valores de reprodutibilidade para o diagnóstico de cáries semelhantes aos de alguns outros trabalhos^{4,8-10,13,15,16,20,21,27,34}.

A variabilidade na interpretação radiográfica pode ser resultado de: procedimento diagnóstico⁶, tendências clínicas, percepção, formação, treinamento e experiência dos examinadores²¹. Segundo Firestone et al.⁴ e Lazarchik¹³, o nível de reprodutibilidade aumenta de acordo com o nível de experiência e formação do examinador, o que também

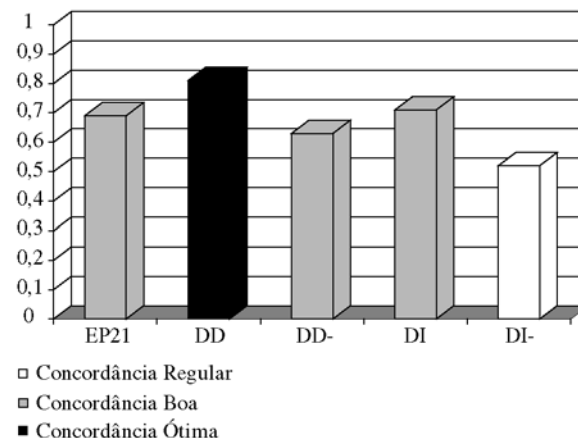


Figura 2. Representação dos valores de Kappa para concordância intra-examinador nas superfícies oclusais das imagens radiográficas convencional (EP21), digital direta (DD), digital direta invertida (DD-), digitalizada (DI) e digitalizada invertida (DI-).

está de acordo com Dunn, Kantor³, que citam a interpretação radiográfica como uma atividade de alto nível cognitivo baseada no conhecimento e na experiência do examinador.

Em nosso trabalho, o mesmo examinador, após ter sido treinado e calibrado, interpretou duas vezes as imagens radiográficas convencionais e digitais, variando-se apenas o tipo de imagem radiográfica e os recursos de manipulação na radiografia digital. Estes dois últimos também podem ser considerados como fatores de variabilidade na interpretação radiográfica de cárie.

Observamos que, em ambas as superfícies, as reprodutibilidades das imagens convencional e digital direta mantiveram-se a mesma, boa para a imagem convencional e ótima para a digital direta, o que não ocorreu com a imagem digitalizada.

A inversão da imagem nas radiografias digitais diretas reduziu a reprodutibilidade em ambas as superfícies dentárias e isto pode ter ocorrido devido à falta de experiência do examinador em interpretar imagens dessa natureza. A inversão da imagem nas radiografias digitalizadas apresentou resultados antagônicos, melhorou nas superfícies proximais e piorou nas superfícies oclusais.

Essas diferenças nos resultados das radiografias digitalizadas em relação às demais podem ser explicadas pelas dificuldades de interpretação relatadas pelo examinador, insatisfeito com a qualidade dessas imagens.

Segundo Arnold^{1,2}, além das condições de observação, a qualidade da imagem pode afetar a detecção radiográfica de cáries. Os principais fatores que determinam a qualidade da imagem na radiografia digital são o poder de resolução, a gama dinâmica e a razão sinal/ruído do sistema.

Dentre os sistemas digitais, o Digora é o que apresenta menor poder de resolução da imagem (6 lp/mm -7 lp/mm) com tamanho do pixel de 70 µm. ShROUT et al.²³ comprovaram que o tamanho do pixel afeta a detecção de perda progressiva no esmalte. Segundo Ohki et al.¹⁹ e Kashima,¹¹ as radiografias digitais intrabucais com tamanho de pixel de 100 µm são aceitáveis para o diagnóstico. Apesar da resolução do filme convencional, de 11 lp/mm a 20 lp/mm^{7,25}, ser maior que a do Digora, isto parece não afetar a qualidade diagnóstica visual, pois, segundo Kashima¹¹ e Vandrey, Webber²⁵, o valor limite de resolução que pode ser visualmente reconhecido nas imagens está entre 6 lp/mm e 9 lp/mm.

De acordo com Huda et al.⁷, não há mais correlação entre a exposição à radiação e a intensidade da imagem no Digora porque o sistema utiliza uma pré-varredura de baixa intensidade na placa de armazenamento de fósforo exposta para identificar a magnitude da exposição. Após a varredura da placa pelo laser, o programa do sistema transforma a intensidade do sinal medido para valores do pixel (0 a 255). Isto determina uma extensa gama dinâmica de 4096:1 se comparada com a do filme convencional, que é de 1000:1²⁵.

A gama dinâmica faz com que os fatores de exposição sejam mais críticos, pois, essencialmente, é a máxima intensidade útil de exposição registrada pelo sistema dividida pela menor intensidade também discernida no sistema²⁵. Do ponto de vista prático, uma extensa gama dinâmica permite, com a manipulação da imagem, a recuperação de informações diagnósticas em áreas mais claras e escuras da imagem radiográfica. Huysmans et al.⁸ comprovaram o desempenho diagnóstico do sistema Digora com tempos de exposição de até 6% do filme do grupo E; porém, não é interessante utilizar uma exposição tão baixa, pois, segundo Svanaes et al.²⁴, quando a exposição da placa de armazenamento de fósforo é diminuída, também diminui a razão sinal/ruído e isto diminui a capacidade de visualização de mais detalhes na imagem.

O ruído é uma interferência que dá à imagem radiográfica uns aspectos mosqueados, decorrentes da presença de pontos claros e escuros que dificultam a visualização de detalhes. Ele pode ser ocasionado durante a exposição radiográfica quando diferentes intensidades de raios-X são absorvidas na superfície da placa de armazenamento de fósforo. O ruído também pode ser eletrônico quando provocado durante a captura da imagem, isto é, durante a conversão do sinal analógico em digital pelo sistema (digitalização). É sabido que, na imagem digital, quanto menor for o tamanho do pixel, maior será o ruído relativo ao sinal eletrônico²⁴.

Observamos que durante as interpretações das imagens digitais, as digitalizadas apresentavam um nível de ruído maior do que o das imagens diretas, o que limitava a manipulação da imagem e pode ter contribuído para o resultado de reprodutibilidade intra-examinador.

Neste trabalho, as exposições da placa de armazenamento de fósforo foram maiores que as necessárias, e, talvez, a combinação da extensa gama dinâmica do sistema, do tamanho suficiente do pixel e do baixo ruído devido à alta exposição tenha contribuído para a qualidade da imagem digital direta e para o seu resultado obtido.

Conclusão

Concluiu-se que este estudo *in vitro* forneceu evidências de que a radiografia digital, associada aos recursos de captura e manipulação da imagem, pode influenciar favoravelmente ou não no diagnóstico de cárie. Acredita-se que mais estudos são necessários no intuito de determinar qual recurso é mais eficaz.

Referências

1. Arnold LV. The radiographic detection of initial carious lesions on the proximal surfaces of teeth. Part I. The influence of exposure conditions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1987; 64: 221-31.

2. Arnold LV. The radiographic detection of initial carious lesions on the proximal surfaces of teeth. Part II. The influence of viewing conditions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1987; 64: 232-40.
3. Dunn SM, Kantor ML. Digital radiology. Facts and fictions. *J Am Dent Assoc.* 1993; 124: 39-47.
4. Firestone AR, Lussi A, Weems RA, Heaven TJ. The effect of experience and training on the diagnosis of approximal coronal caries from bitewing radiographs. *Schweiz Monatsschr Zahnmed.* 1994; 104: 719-23.
5. Gotfredsen E, Wenzel A, Gröndahl H-G. Observers' use of image enhancement in assessing caries in radiographs taken by four intra-oral digital systems. *Dentomaxillofac Radiol.* 1996; 25: 34-8.
6. Hollender L. Decision making in radiographic imaging. *J Dent Educ.* 1992; 56: 834-43.
7. Huda W, Rill LN, Benn DK, Pettigrew JC. Comparison of a photostimulate phosphor system with film for dental radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1997; 83: 725-31.
8. Huysmans MCDNJM, Hintze H, Wenzel A. Effect of exposure time on in vitro caries diagnosis using the Digora system. *Eur J Oral Sci.* 1997; 105: 15-20.
9. Kang B-C, Farman AG, Scarfe WC, Goldsmith LJ. Mechanical defects in dental enamel vs natural dental caries: observer differentiation using ektaspeed plus film. *Caries Res.* 1996; 30: 156-62.
10. Kang B-C, Farman AG, Scarfe WC, Goldsmith LJ. Observer differentiation of proximal enamel mechanical defects versus natural proximal dental caries with computed dental radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1996; 82: 459-65.
11. Kashima I. Computed radiography with photostimulate phosphor in oral and maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1995; 80: 577-8.
12. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics.* 1977; 33: 159-74.
13. Lazarchik DA, Firestone AR, Heaven TJ, Filler SJ, Lussi A. Radiographic evaluation of occlusal caries: effect of training and experience. *Caries Res.* 1995; 29: 355-8.
14. Light RJ. Measures of response agreement for qualitative data: some generalizations and alternatives. *Psychopharmacol Bull.* 1971; 76: 365-77.
15. Lussi A. Impacting of including or excluding cavited lesions when evaluating methods for the diagnosis of occlusal caries. *Caries Res.* 1996; 30: 389-93.
16. Mileman PA, Van Der Weele LT. Accuracy in radiographic diagnosis: dutch practioners and dental caries. *J Dent.* 1990; 18: 130-6.
17. Møystad A, Svanaes DB, Larheim TA, Grondahl HG. Effect of image magnification of digitized bitewing radiographs on approximal caries detection: na in vitro study. *Dentomaxillofac Radiol.* 1995; 24: 255-9.
18. Møystad A, Svanaes DB, Risnes S, Larheim TA, Grondahl HG. Detection of approximal caries with a storage phosphor system. A comparison of enhanced digital images with dental x-ray film. *Dentomaxillofac Radiol.* 1996; 25: 202-6.
19. Ohki M, Okano T, Nakamura T. Factors determining the diagnostic accuracy of digitized conventional intraoral radiographs. *Dentomaxillofac Radiol.* 1994; 23: 77-82.
20. Peers A, Hill FJ, Mitropoulos CM, Holloway PJ. Validity an reproducibility of clinical examination, fibre-optic transillumination, and bite-wing radiology for the diagnosis of small approximal carious lesions: an in vitro study. *Caries Res.* 1993; 27: 307-11.
21. Petrikowski CG, elBadrawy HE, Boehlau EE, Grace MG. Interobserver variability in radiographic interpretation of pediatric dental diseases: a pilot study. *J Can Dent Assoc.* 1996; 62: 728-30.
22. Scaf G, Kantor ML, Walsh SJ. Effect of magnification on caries detection with RadioVisioGraphy (RVG) [abstract 1217]. *J Dent Res.* 1993; 72 (sp iss): 255.
23. Shrout MK, Russell CM, Polter BJ, Hildebolt CF. Spatial resolution in radiometric analysis of enamel loss. A pilot study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1996; 81: 245-50.
24. Svanaes DB, Moystad A, Risnes S, Larheim TA, Grondahl HG. Intra oral storage phosphor radiography for approximal caries detection and effect of image magnification. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1996; 82: 94-100.
25. Vandre RH, Webber RL. Future trends in dental radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1995; 80: 471-8.
26. Verdonschot EH, Kuijpers JM, Polder BJ, De Leng Worm MH, Bronkhorst EM. Effects of digital grey-scale modification on the diagnosis of small approximal carious lesions. *J Dent.* 1992; 20: 44-9.
27. Verdonschot EH, Bronkhorst EM, Burgersdijk RC, Konig KG, Schaecken MJ, Truin GJ. Performance of some diagnostic systems in examinations for small occlusal carious lesions. *Caries Res.* 1992; 26: 59-64.
28. Versteeg CH, Sanderink GCH, Van Der Stelt PF. Efficacy of digital intra-oral radiography in clinical dentistry. *J Dent.* 1997; 25: 215-24.
29. Wenzel A. Digital radiography and caries diagnosis. *Dentomaxillofac Radiol.* 1998; 27: 3-11.
30. Wenzel A, Fejerskov O. Validity of diagnosis of questionable caries lesions in occlusal surfaces of extracted third molars. *Caries Res.* 1992; 26: 188-94.
31. Wenzel A, Gröndahl H-G. Direct digital radiography in

- the dental office. *Int Dent J.* 1995; 45: 27-34.
32. Wenzel A, Hintze H. Perception of image quality in direct digital radiography after application of various image treatment filters for detectability of dental disease. *Dentomaxillofac Radiol.* 1993; 22: 131-4.
33. Wenzel A, Fejerskov O, Kidd E, Joyston Bechal S, Groeneveld A. Depth of occlusal caries assessed clinically, by conventional film radiographs, and by digitized, processed radiographs. *Caries Res.* 1990; 24: 327-33.
34. Wenzel A, Verdonschot EH, Truin GJ, Konig KG. Impact of the validator and the validation methods on the outcome of occlusal caries diagnosis. *Caries Res.* 1994; 28: 373-7.