



Novo método de segmentação de imagem e interface gráfica para medição de níveis ósseos periimplantares

Ana Messias*, Pedro Cunha**, Rita Reis*, Miguel López**, Pedro Nicolau*

* Área de Medicina Dentária - Faculdade de Medicina - Universidade de Coimbra

** Instituto de Engenharia e Gestão Industrial - Universidade do Porto



Introdução

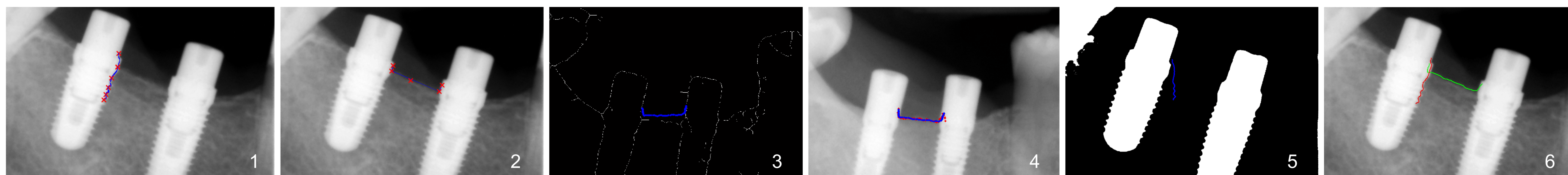
A análise radiográfica é o melhor método não-invasivo para a avaliação dos níveis ósseos proximais de implantes e é mandatória na determinação do sucesso da terapêutica quer na prática clínica diária quer em ensaios clínicos¹⁻³. Em 1986, Albrektsson et al estabeleceram como critério radiológico de sucesso perdas ósseas marginais inferiores a 1.5mm no primeiro ano, associadas a menos de 0.2 mm de perda vertical nos anos subsequentes. Porém, identificação de variações dos níveis ósseos de um exame radiográfico para os seguintes pode ser duvidosa devido a fatores indutores de erro como modificações da projeção ou a falta de treino e calibração dos examinadores⁴⁻⁹. Alguns programas como o ImageJ (<http://rsbweb.nih.gov/ij/>) ou o VixWin (Gendex Dental Systems, EUA) executam medições em radiografias¹⁰ através de uma ferramenta de contagem de píxeis que calcula a distância linear entre dois pontos identificados pelo operador. Isto pode gerar medições incorretas, particularmente em radiografias periapicais convencionais em que os erros de projeção levam a sobreposições de estruturas anatómicas e distorções da imagem.

Objetivos

1. Descrição de uma interface gráfica desenvolvida para a determinação do nível ósseo em radiografias padronizadas de implantes dentários que inclui um novo método de segmentação de imagem baseado em algoritmos de thresholding e em modelos de formas activas (ASM) para detetar os contornos dos implantes e a crista óssea.
2. Avaliação da reprodutibilidade, fiabilidade e precisão do método de segmentação e da extração das medições através de análise de concordância entre operadores.

Materiais e Métodos

1. **DISIAT (Dental Image System for Implants Analysis and Tracking):** A interface foi desenhada para permitir a importação de ficheiros de imagem, a exploração do método de segmentação (pré-processamento da imagem combinado com a aplicação de modelos deformáveis) e para a extração automatizada do nível ósseo para uma folha de cálculo.
2. **Criação e treino de Modelos de Formas Ativas (Active Shape Models) - ASM:** Foram criados perfis do lado direito e esquerdo do implante a partir de uma imagem representativa de um implante CAMLOG® SCREW-LINE Promote® plus, recorrendo-se a pontos-chave para cada um dos lados. O modelo da crista óssea foi treinado selecionando 5 pontos-chave numa radiografia representativa (figuras 1 e 2).
3. **Extração do ombro do Implante**
4. **Ferramenta de medição: 4.1-** Segmentação da linha óssea (filtros de redução de ruído para salientar as estruturas de interesse¹¹, utilizando thresholding do histograma e operadores morfológicos¹²). Seleção da posição inicial do ASM para a linha óssea, sendo o ajuste do modelo atingido após 125 iterações (figuras 3 e 4). **4.2-** Segmentação do implante, combinando thresholding com a utilização do ASM para obter os dois lados do implante. O operador volta a seleccionar as posições iniciais para o modelo (figura 5), sendo o processo de ajuste semelhante.
5. **Extração do nível ósseo:** O nível ósseo é obtido calculando a distância entre o ombro do implante e o primeiro ponto de contacto entre osso e implante. Dois especialistas da FMUC treinados em análise de radiografias de implantes executaram o processo de extração de nível ósseo em 60 imagens. Os dados foram analisados com o PASW® Statistics 20.0. Foi definido 0.15mm como a diferença máxima clinicamente aceitável entre medições dos dois operadores⁸. O nível de confiança foi estabelecido em 95%.



Figs. 1 e 2- Criação dos modelos deformáveis para o lado direito do implante e para a crista óssea, respetivamente. Para o implante foram selecionados 5 pontos específicos da geometria.

Figs. 3 e 4- Aplicação do ASM para a linha óssea sobre a região de interesse na imagem pré-processada e o processo de iteração. **Fig. 5 -** Aplicação do ASM no lado direito do implante na imagem em que foi aplicado o threshold. **Fig 6 -** Segmentação final do lado direito do implante (vermelho) e da crista óssea (verde).

Resultados

Os dois examinadores independentes obtiveram 94 medições utilizando a interface DISIAT que foram consideradas para comparação com medições manuais das mesmas imagens. Cada imagem obteve um total de 3 medições que foram consideradas emparelhadas. ANOVA de medidas considerando a plataforma do implante como a variável entre-sujeitos e o operador como variável intra-sujeitos não encontrou diferenças: $F(2, 186) = 0.16$, $p=0.852$. Comparações par-a-par foram obtidas com o teste de t para amostras emparelhadas (tabela 1).

A análise de consistência e validade das 3 medições revelou um coeficiente de correlação intra classe de 0.839 [0.783-0.884, 95% CI] calculado para a opção de acordo absoluto ($p<0.01$). A correlação das medidas obtidas com DISIAT pelos 2 examinadores foi de 0.880 [0.824-0.918, 95% CI] ($p<0.01$). Cerca de 60% das medições obtidas com DISIAT apresentavam diferença inferior a 0.15mm relativamente às medições manuais.

Discussão e Conclusões

Até ao momento não há evidências sobre a consistência de diferentes operadores na medição de níveis ósseos periimplantares, o que levanta o problema da exatidão e precisão dos valores reportados na literatura¹⁴. Cochran et al⁸ afirmam que entre operadores este erro é em média de 0.193mm. Neste trabalho, obtivemos uma diferença média de 0.018mm, 10 vezes inferior. Cochran et al declaram que 77.5% dos valores têm uma diferença menor que 0.5mm, enquanto que no DISIAT 90% dos valores de qualquer operador respeitam esta diferença. Se considerarmos uma diferença de 0.15mm como aceitável, o valor de concordância do DISIAT decresce para aproximadamente 60%, o que continua próximo do valor apresentado por Lanning et al para uma avaliação precisa da perda óssea feita por profissionais treinados^{8, 9}. As discrepâncias obtidas entre as medições automatizadas e as manuais podem estar relacionadas com a identificação manual do primeiro contacto implante-osso, que pode ser subestimado^{3, 15, 16}. A identificação da crista óssea pode ser também influenciada pela calibração da densitometria da imagem. Imagens com mais brilho causam impacto no thresholding utilizado no método de segmentação, levando a erros no posicionamento da linha óssea. A segmentação automática de imagens com a determinação dos contornos dos implantes e da linha óssea é uma técnica promissora para a medição do nível ósseo em torno de implantes dentários. O método/protótipo proposto provou ser uma ferramenta robusta, dado que não apresentou diferenças significativas entre as medições manuais e as produzidas com o DISIAT. A análise de fiabilidade mostrou uma boa concordância entre as medidas de diferentes operadores utilizando o protótipo e entre as medidas DISIAT e as obtidas manualmente.

Bibliografia

1. Honggi MP, Henggi DC, Schofield JD, et al. Crestal bone changes around titanium implants. Part I: A retrospective radiographic evaluation in humans comparing two non-submerged implant designs with different machined collar lengths. *J Periodontol* 2005;76(5):791-802. | 2. De Smet E, Jacobs R, Gibels F, Naert I. The accuracy and reliability of radiographic methods for the assessment of marginal bone level around oral implants. *Dentomaxillofac Radiol* 2002;31(3):176-81. | 3. Hermann JS, Schofield JD, Nummikoski PV, et al. Crestal bone changes around titanium implants: a methodologic study comparing linear radiographic with histometric measurements. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001;16(4):475-85. | 4. Berris DL. Estimating the validity of radiographic measurements of marginal bone height changes around osseointegrated implants. *Implant Dent* 1992;1(1):79-83. | 5. Mei A, Dunn SM. The performance of projective standardization for digital subtraction radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;94(3):373-82. | 6. Huh KH, Lee SS, Jeon IS, et al. Quantitative analysis of errors in alveolar crest level caused by discrepant projection geometry in digital subtraction radiography: an in vivo study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005;100(6):750-5. | 7. Wakoh M, Harada T, Otomari T, et al. Reliability of linear distance measurement for dental implant length with standardized periapical radiographs. *Bull Tokyo Dent Coll* 2006;47(3):105-15. | 8. Cochran DL, Nummikoski PV, Schofield JD, Jones AA, Oates TW. A prospective multicenter 5-year radiographic evaluation of crestal bone levels over time in 296 dental implants placed in 192 patients. *J Periodontol* 2009;80(5):725-33. | 9. Lanning SK, Best AM, Temple H, et al. Accuracy and consistency of radiographic interpretation among clinical instructors using two viewing systems. *J Dent Educ* 2006;70(2):149-59. | 10. Grandi T, Garuffi G, Guazzi P, Tarabini L, Forabosco A. Survival and success rates of immediately and early loaded implants: 12-month results from a multicentric randomized clinical study. *J Oral Implantol* 2012;38(3):239-49. | 11. Guevara M, Sivo A, Oliveira H, de Lourdes Pereira M, Morgado F. Segmentation and morphometry of histological sections using deformable models: A new tool for evaluating histological histopathology. *Progress in Pattern Recognition, Speech and Image Analysis* 2003:282-90. | 12. Cunha P, Guevara M, Messias A, et al. A method for segmentation of dental implants and crestal bone. *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery* 2012;1:1-11. | 13. Glasbey CA. An analysis of histogram-based thresholding algorithms. *CVGIP: Graphical Models and Image Processing* 1993;55(6):532-37. | 14. Tonetti M, Palmer R. Clinical research in implant dentistry: study design, reporting and outcome measurements: consensus report of Working Group 2 of the VIII European Workshop on Periodontology. *J Clin Periodontol* 2012;39 Suppl 12:73-80. | 15. Eckholz P, Hausmann E. Accuracy of interproximal bone loss in intrabony defects using linear measurements. *Eur J Oral Sci* 2000;108(1):70-3. | 16. Scarf G, Sakakura CE, Kall PF, et al. Comparison of simulated periodontal bone defect depth measured in digital radiographs in dedicated and non-dedicated software systems. *Dentomaxillofac Radiol* 2006;35(6):422-5.