

Avaliação das angulações de implantes colocados com o auxílio de guias cirúrgicos construídos por estereolitografia

Assessment of the angulations of implants placed with surgical guides built through stereolithographic

Maurício Rufaiel Matson*
Newton De Bortoli Júnior**

Resumo

Introdução – O objetivo deste estudo foi avaliar as angulações de implantes colocados com guias cirúrgicos construídos por meio da estereolitografia. **Material e Métodos** – Uma mandíbula de porco dissecada foi submetida a uma tomografia computadorizada (TC), e sua imagem processada para a criação de uma imagem em 3-D. Os dados desta imagem foram trabalhados em um programa elaborado para esta finalidade (InVersalius – CenPRA), de modo a ser construído um guia cirúrgico com 4 perfurações paralelas entre si, de diâmetros de 3,2 mm. A imagem do guia cirúrgico foi levada a um equipamento de prototipagem rápida de sinterização seletiva a laser (SLS) para sua confecção, por meio da estereolitografia. Este guia foi posicionado sobre a mandíbula dissecada e as perfurações realizadas com frezas de diâmetro de 3,2 mm. Implantes Universal II (De Bortoli) com 3,75 mm de diâmetro e comprimento de 10 mm foram colocados. Através de imagens digitais e um software específico (Image Pro-plus v.4.1.0.0) a angulação entre os implantes instalados e as perfurações do guia cirúrgico foram avaliadas. **Resultados** – Os ângulos obtidos, em quadruplicata, foram transformados em médias e receberam o teste estatístico não paramétrico de Mann-Whitney ao nível de significância de 5%, no qual não foram observadas diferenças estatisticamente significantes ($P > 0,05$). **Conclusões** – A metodologia de prototipagem, utilizada para a confecção de guias cirúrgicos resultou em pequenas angulações dos implantes, aceitáveis clinicamente.

Palavras-chave: Estereolitografia; Implantes dentários; Processamento de imagem assistida por computador

Abstract

Introduction – The aim of this study was to evaluate the angulations of implants placed with surgical guides built through stereolithographic. **Material and Methods** – We used a dissect jaw of a pig, that was submitted to a CT, and its image was processed for the creation of a 3-D image. The data of the 3-D image were handled in a specific program, where a surgical guide was built with four parallel drills, whose diameters were 3,2 mm. This image was taken to a specific equipment for the construction of 3-D models through stereolithographic. This surgical guide was placed over the dissected jaw and the drills were accomplished by using a drill whose diameter was 3,2 mm. Universal II (De Bortoli) implants having 3,75 mm of diameter and 10 mm of length were placed. Through digital images and a specific software (Image Pro-plus v.4.1.0.0) the angulation between the installed implants and the drills of the surgical guide were evaluated. **Results** – The angles obtained, in order to do so four specimens were made, they were transformers in media and were statistically evaluated with the Mann-Whitney no parametric test with a significance level of 5%, there was no significant statistically difference ($P > 0,05$). **Conclusions** – The prototyping method used to built surgical guide result in small angulations of implants, clinically acceptable.

Key words: Stereolithographic; Dental implants; Image processing, computer-assisted

Introdução

O planejamento das reabilitações orais implanto-suportadas é um procedimento criterioso, que depende de exames intra-orais e exames complementares, tais como modelos de estudo, exames de sangue e exames radiográficos.

As vantagens dos exames de tomografia computadorizada (TC) sobre as tomografias lineares parecem ser

de conhecimento da comunidade científica, e podem ser avaliadas em várias pesquisas^{4,8}, mas seu alto custo a tornava restrita apenas aos grandes centros. Hoje, com a disseminação desta tecnologia, com os custos mais acessíveis dos equipamentos, as TC podem ser realizadas em centros radiológicos odontológicos, portanto passaram a ser utilizadas com maior frequência.

Conjuntamente com os avanços da imageologia, a

* Professor Titular do Curso de Mestrado em BIODONTOLOGIA da Universidade Ibirapuera (UNIB). E-mail: maumatson@gmail.com

** Professor Doutor Coordenador do Curso de Especialização em Implantodontia da Universidade Paulista (UNIP).

engenharia vem trabalhando com a tecnologia da prototipagem, de modo a viabilizar a construção de modelos tridimensionais, em material epóxico, a partir de dados das TC.

Na área da cirurgia a prototipagem vem sendo utilizada há alguns anos com a finalidade de facilitar o planejamento das intervenções cirúrgicas, a localização das lesões e das alterações morfológicas que podem ser observadas a partir destes modelos^{1,6}.

A facilidade de acesso ao uso de tomografias computadorizadas para o planejamento cirúrgico em Implantodontia, viabilizou a confecção de guias cirúrgicos que, utilizados em conjunto com a prototipagem, permitem uma maior precisão no posicionamento dos implantes.

Vários autores demonstraram técnicas de confecção de guias cirúrgicos, seja sobre modelos de estudo^{1,2} ou por modelos de estereolitografia¹. Sem dúvida estes aparatos surgiram com o intuito de facilitar e aprimorar as técnicas cirúrgicas na Implantologia.

O processo de Engenharia Reversa (ER) vem sendo utilizado com a finalidade de reproduzir uma estrutura anatômica, como por exemplo a estrutura óssea, a partir de um modelo físico pré-existente. Este modelo físico, por sua vez, é confeccionado, tendo como base os dados obtidos por imagem em 3 dimensões (3D).

A grande vantagem desta técnica é a possibilidade de duplicação de uma determinada estrutura, em material diferente do original, sem um desenho prévio. A ER consiste em algumas etapas, tais como a medição da estrutura original (que pode ser realizada pela tomografia computadorizada, CT), transformação das medições em uma imagem 3-D e a transformação da imagem em 3D em uma estrutura sólida².

Fortin *et al.*³ (2002) avaliaram a precisão da utilização de um guia cirúrgico confeccionado pela técnica da prototipagem rápida sobre uma mandíbula e uma maxila secas. Após a instalação dos implantes seus posicionamentos foram comparados com o planejamento. Os autores puderam verificar discrepâncias de 0,2 mm em profundidade e rotação de 1,1° entre os planejamentos e os implantes.

Sarment *et al.*⁹ (2003) demonstraram por meio de casos clínicos a utilização de guias cirúrgicos construídos pela técnica da estereolitografia. Sobre imagens tridimensionais provenientes de TC, guias cirúrgicos com cilindros metálicos foram confeccionados, o que propiciou, segundo os autores, maior segurança durante o ato cirúrgico.

Ainda em 2003, Sarment *et al.*¹⁰, fazem uma comparação da efetividade de guias cirúrgicos construídos pela técnica convencional e pela estereolitografia, sobre modelos em resina epóxica de uma mandíbula. Imagens obtidas por uma TC foram comparadas, antes e após a instalação dos implantes, obtendo-se diferenças de posicionamento e angulações menores para os guias pela estereolitografia do que para os guias convencionais, chegando a uma diferença de até 3,5°.

Diferenças de posicionamento entre o planejamento e a posição conseguida na instalação dos implantes são

verificadas em todas as pesquisas, porém a redução destas diferenças levam a uma segurança maior na utilização de guias cirúrgicos, o que pode beneficiar os resultados clínicos.

Para isto é necessária uma fidelidade entre a posição das perfurações do guia cirúrgico e o posicionamento dos implantes. O objetivo deste trabalho foi comparar a angulação méso-distal de implantes colocados com o auxílio de guias cirúrgicos, confeccionados por estereolitografia, em relação ao planejamento.

Material e Métodos

Uma mandíbula fresca de porco foi dissecada e removidos todos os dentes. Com uma broca para peça de mão tronco cônica a crista alveolar desta mandíbula foi aplainada e uma TC realizada em tomógrafo comercial. Após o processamento dos dados foram obtidas imagens de 90 cortes axiais da peça anatômica.

Toda tomografia computadorizada utiliza uma forma de dados que obedece a uma norma internacional de transmissão de imagens digitais, o que permite sua leitura por diversos *Softwares*, denominado de formato Dicon. Portanto, os dados neste formato foram trabalhados pelo *software* InVersalius, desenvolvido pelo Centro de Pesquisa Renato Archer (CenPRA), São Paulo, Brasil, para a obtenção de uma imagem mais limpa, sem ruídos. Em outro *software* (Magics 9.0, Copyright Materialise n.v.2000) os dados foram reformatados e uma imagem em 3-D construída. Sobre esta imagem, um guia cirúrgico com 4 mm de altura foi idealizado, de modo que ficasse assentado sobre a crista óssea da mandíbula. Neste guia foram realizados quatro orifícios paralelos com diâmetros de 3,2 mm para permitir a passagem de uma fresa de mesmo calibre. Os dados do guia foram levados para uma máquina de prototipagem rápida, por meio de sinterização seletiva a Laser (SLS), modelo Sinterstation 2000, DMT Corp. 3D System, e o guia foi construído.

O guia cirúrgico foi assentado sobre a peça anatômica e perfurações com fresas de calibre compatível foram realizadas, em uma profundidade de 10 mm (Figura 1). Implantes Universal II (De Bortoli, São Paulo, Brasil) de formato cilíndrico e exágono interno foram instalados no leito ósseo.

A mandíbula foi fixada sobre uma base de um delineador (BioArt), e a fresa utilizada nas perfurações foi fixada em sua haste. A fresa foi inserida na perfuração do guia cirúrgico, deixando-o no mesmo eixo da haste do delineador. O guia (com a fresa posicionada) foi abaixado até o seu assentamento sobre a mandíbula, mantendo a base do delineador destravada. Desta forma com o assentamento do guia cirúrgico sobre a mandíbula, esta se movimentou de modo a ficar encaixada passivamente no guia cirúrgico. Neste momento a base do delineador foi fixada. Esta manobra permitiu que o conjunto guia cirúrgico-mandíbula ficasse posicionado no mesmo eixo das perfurações idealizadas no software (Figura 2).

Removido o guia cirúrgico da maxila, parafusos pro-

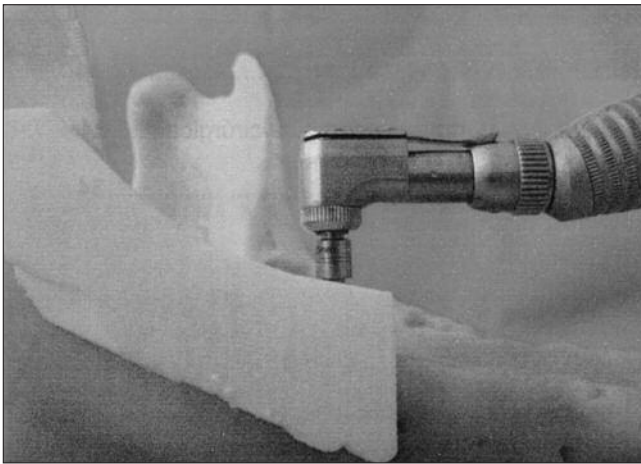


Figura 1. Guia cirúrgico assentado sobre a mandíbula dissecada

téticos foram rosqueados nos implantes e uma haste cilíndrica fixada no delineador. Esta haste foi posicionada ao lado do parafuso protético de um dos implantes e uma fotografia digital da vista vestibular da mandíbula foi realizada. Sem a movimentação da câmera fotográfica, os parafusos protéticos foram removidos, o guia cirúrgico recolocado e em suas perfurações foram inseridas fresas de diâmetro compatível. Nova fotografia foi realizada. Com esta manobra foram obtidas imagens tanto das perfurações na mandíbula como no guia cirúrgico.

Resultados

As imagens obtidas foram analisadas no software Image-Pro Plus 4.1.0.0 (Copyright Corp. Media Cybernetics, L.P.) e as angulações entre a haste do delineador e os implantes, e entre as perfurações do guia cirúrgico foram registradas (Figuras 3 e 4). Todas as medições foram realizadas em quadruplicatas. Como as perfura-

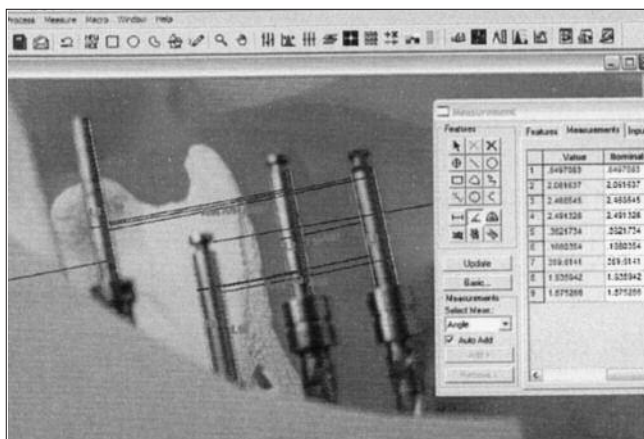


Figura 3. Imagem das medições dos ângulos entre as perfurações realizadas no software Image Pro-Plus

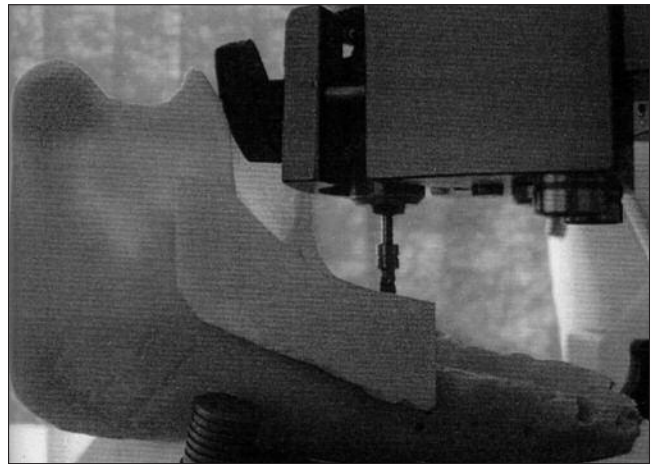


Figura 2. Guia cirúrgico e mandíbula posicionadas paralelamente ao eixo das perfurações

ções do guia cirúrgico foram criadas a partir da primeira perfuração, a esta foi atribuída angulação de 0 grau. Sendo assim às três perfurações restantes foram calculados os respectivos ângulos, sempre em relação à primeira perfuração. As médias dos ângulos obtidos encontram-se na Tabela 1. A estes dados foi aplicado o teste estatístico não paramétrico de Mann-Whitney ao nível de significância de 5%, no qual não foram observadas diferenças estatisticamente significantes ($P > 0,05$). Sendo assim, foi possível verificar não haver diferenças entre as angulações dos implantes em relação às perfurações do guia cirúrgico.

Tabela 1. Médias das angulações das perfurações do guia cirúrgico e dos implantes

Perfurações do guia cirúrgico	Implantes
0,0	1,50
0,84	1,36
1,93	2,89
1,67	0,71

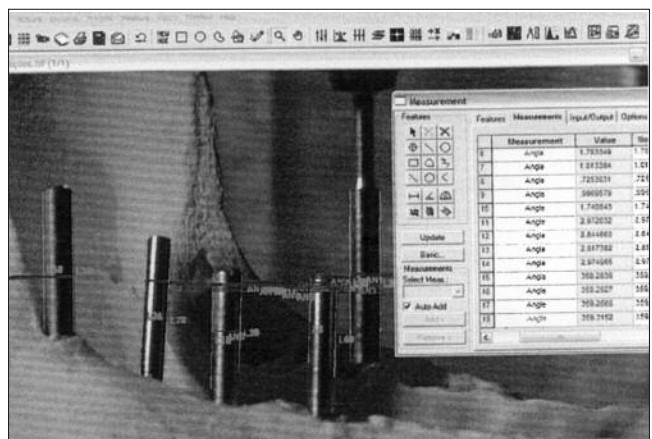


Figura 4. Imagem das medições dos ângulos entre os implantes realizadas no software Image Pro-Plus

Discussão

De acordo com os dados encontrados foi possível verificar claramente uma fidelidade entre o planejamento das perfurações e a posição dos implantes instalados, o que valida o uso destes guias cirúrgicos.

Estes resultados se mostraram concordes com os trabalhos de Fortin *et al.*³ (2002) e Sarment *et al.*¹⁰ (2003), e contrários aos resultados de Naitoh *et al.*⁵ (2000) em que foram verificadas diferenças entre as posições dos implantes planejados e instalados de 5 graus.

É importante salientar, que tanto neste estudo, como nos estudos de Fortin *et al.*² (2002) e Sarment *et al.*¹⁰ (2003) os guias cirúrgicos foram confeccionados por meio da estereolitografia, enquanto que no trabalho de Naitoh *et al.*⁵ (2000) sobre modelos de estudo, daí as diferenças encontradas.

Quando comparou-se as angulações entre o planejamento e entre os implantes instalados, verificou-se que a maior angulação foi de 2,89°, menores do que as angulações observadas por Walton *et al.*¹² em 1989 (3,8° para os profissionais mais experientes e 7,1° para os iniciantes).

Pequenas diferenças são verificadas em relação aos autores, que podem ser interpretadas pelas formas de análise utilizadas. A metodologia do presente estudo foi

uma adaptação da metodologia apresentada por Walton *et al.*¹² (1989), com a utilização de imagens digitais. O menor tamanho de um ponto nestas imagens é o equivalente ao *pixel*, portanto análises por meio de *software* podem incorrer em diferenças mínimas.

Apesar das angulações verificadas, o maior valor observado (2,89°) ainda tornam as forças oclusais em forças axiais, o que segundo Rangert *et al.*⁷ (1989) é benéfico para a manutenção dos implantes. Vale ressaltar que segundo Walton *et al.*¹² (1989), angulações superiores a 6° passariam a atuar negativamente sobre os implantes.

Parece evidente que diferenças entre o planejado e o executado sempre ocorrem, independente da técnica utilizada, mas angulações em torno de 2° são aceitáveis¹¹.

Conclusões

Com base nos dados obtidos pode-se concluir que:

1. As perfurações planejadas no *software* de forma paralela, resultaram em um guia cirúrgico com angulações entre as perfurações bastante reduzidas, em torno de 0,89°.
2. Não houve diferenças estatisticamente significantes entre as angulações das perfurações do guia cirúrgico e dos implantes instalados.

Referências

1. Erickson MD, Chance D, Schimitt S, Mathis J. An opinion survey of reported benefits from the use of stereolithographic models. *J Oral Maxillofac Surg.* 1999;54(3):1040-4.
2. Ferneda AB. Integração metrologia, CAD e CAM: uma contribuição ao estudo de engenharia reversa [Dissertação de Mestrado] São Carlos: Faculdade de Engenharia da Universidade de São Paulo; 1999.
3. Fortin F, Champeboux G, Bianchi S, Buatois H, Coudert J. Precision of transfer of preoperative planning for oral implants based on cone-beam CT-scan images through a robotic drilling machine. An *in vitro* study. *Clin Oral Implant Res.* 2002;13(6):651-6.
4. Gher ME, Richardson AC. The accuracy of dental radiographic techniques used for evaluation of implant fixture placement. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1995;15(3):268-83.
5. Naitoh M, Arijji E, Okumura S, Ohsaki C, Kurita K, Ishigami T. Can implants be correctly angulated based on surgical templates used for osseointegrated dental implants? *Clin Oral Impl Res.* 2000;11(5):409-14.
6. Papadopoulos MA, Christou PK, Athanasiou AE, Boettcher P, Zeilhofer HF, Sader R *et al.* Three-dimensional craniofacial reconstruction imaging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002;93(4):382-93.
7. Rangert B, Jem T, Jörneus L. Forces and moments on Branemark Implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1989;4(3):241-7.
8. Reddy MS, Mayfield-Donahoo T, Vandervyn FJJ, Jeffcoat MK. A comparison of the diagnostic advantages of panoramic radiography and computed tomography scanning for placement of root form dental implants. *Clin Oral Impl Res.* 1994;5(1):229-38.
9. Sarment DP, Sukovic P, Clinthorne N. Accuracy of implant placement with a stereolithographic surgical guide. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2003;18(4):571-7.
10. Sarment DP, Al-Shammari K, Kazor CE. Stereolithographic surgical templates for placement of dental implants in complex cases. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2003;23(3):287-95.
11. Terai H, Shimara M, Sakinaka Y, Tajima S. Accuracy of integration of dental casts in three-dimensional models. *J Oral Maxillofac Surg.* 1999;57(6):662-5.
12. Walton JN, Huizinga SC, Peck CC. Implant angulation: a measurement technique, implant overdenture maintenance, and the influence of surgical experience. *Int J Prosthodont.* 2001;14(6):523-30.

Recebido em 28/9/2007

Aceito em 13/12/2007