

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/290602480>

A utilização do fluxo de trabalho digital no tratamento ortodôntico e ortocirúrgico

The use of digital workflow for orthodontic and surgical treatment

Article · January 2015

CITATIONS

0

READS

1,095

4 authors:



Leonardo Tavares Camardella
Universidade Federal Fluminense

20 PUBLICATIONS 56 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Edwin M Ongkosuwito
Radboud University Medical Centre (Radboudumc)

86 PUBLICATIONS 718 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Olivier de Waard
Radboud University Medical Centre (Radboudumc)

3 PUBLICATIONS 29 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Hero Breuning
84 PUBLICATIONS 636 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Your personalized Share Link: <https://authors.elsevier.com/a/1VnqO3AGXGWfN> Click on the icons below to share with your network: [View project](#)



Digital model application in orthodontics [View project](#)



A utilização do fluxo de trabalho digital no tratamento ortodôntico e orto-cirúrgico

The use of digital workflow for orthodontic and surgical treatment

Leonardo Tavares Camardella¹
Edwin M. Ongkosuwito²
Olivier de Waard³
Karel Hero Breuning⁴

Resumo

A introdução de ferramentas 3D, como as TCFCs, fotografias 3D e modelos digitais, proporcionaram novas possibilidades na Odontologia. É possível planejar os casos clínicos digitalmente com maior agilidade, facilitando a comunicação entre profissionais e pacientes e sem a necessidade de armazenar documentos físicos. Este artigo objetiva apresentar e discutir alguns dos novos desenvolvimentos no planejamento digital em Ortodontia e cirurgia buco-maxilofacial.

Descritores: Modelos dentários, tomografia computadorizada de feixe cônico, imagem tridimensional, impressão tridimensional.

Abstract

The introduction of 3D resources, such as CBCTs, 3D photos and digital models, enabled new possibilities for Dentistry. It is possible to plan clinical cases digitally and faster, facilitating the communication between professionals and patient, and without the need of storing physical documents. This article aims to show and discuss some of the new developments of digital planning in Orthodontics and maxillofacial surgical treatment.

Descriptors: Dental models, cone-beam computed tomography, three-dimensional imaging, three-dimensional printing.

¹ Aluno de Doutorado em Clínica Odontológica – Universidade Federal Fluminense, Mestre em Ortodontia – FOB/USP.

² Ortodontista do Department of Orthodontics and Craniofacial Biology and Cleft Palate Craniofacial Centre, Radboud University Medical Centre, Nijmegen/Holanda.

³ Ortodontista – Department of Orthodontics and Craniofacial Biology, Radboud University Medical Centre, Nijmegen/Holanda.

⁴ Professor Assistente 3D imaging, Department of Orthodontics and Craniofacial Biology, Radboud University Nijmegen Medical Centre, Nijmegen/Holanda.

E-mail do autor: leocamardella@globo.com

Recebido para publicação: 29/06/2015

Aprovado para publicação: 10/08/2015

Como citar este artigo:

Camardella LT, Ongkosuwito EM, Waard O, Breuning KH. A utilização do fluxo de trabalho digital no tratamento ortodôntico e orto-cirúrgico. Orthod. Sci. Pract. 2015; 8(31):305-314.

Introdução

Novos recursos digitais já estão disponíveis à Odontologia, especialmente na Ortodontia, facilitando o armazenamento da documentação, a comunicação entre os profissionais, entre profissionais e pacientes, e auxiliando o planejamento do tratamento ortodôntico e orto-cirúrgico¹⁴.

A tomografia computadorizada por feixe cônico (TCFC) está sendo mais utilizada na Ortodontia e, quando bem indicada, amplia as possibilidades do diagnóstico ortodôntico, permitindo uma avaliação mais detalhada dos dentes e osso alveolar. Novos recursos como os modelos dentários digitais e a fotografia 3D também estão sendo empregados por ortodontistas e cirurgiões bucomaxilofaciais, aumentando as opções de tratamento e melhorando o planejamento dos casos clínicos, a partir de simulações virtuais²⁶.

O conhecimento dessas novas ferramentas é fundamental para o profissional que deseja utilizar novas tecnologias e visa implementar inovações em sua rotina clínica. No entanto, a aplicação de ferramentas de planejamento digital requer uma curva de aprendizado. É necessário muito esforço e tempo para trabalhar com os diferentes programas disponíveis e assimilar a possibilidade de integração de fotografias 3D, modelos dentários digitais e TCFCs, criando um "paciente virtual". O *setup* digital realizado para o planejamento do tratamento pode ser utilizado na confecção digital de aparelhos ortodônticos e guias cirúrgicos utilizados em cirurgia ortognática, que podem ser impressos em impressoras 3D, usando a tecnologia de prototipagem¹⁰.

Este artigo apresenta os novos recursos digitais disponíveis para o profissional e exemplifica alguns sistemas de tratamento digitais em Ortodontia e cirurgia ortognática.

Revisão de literatura

Novas ferramentas digitais de diagnóstico

Para estabelecer um correto diagnóstico ortodôntico, uma documentação completa é necessária. Um padrão de documentação convencional envolve uma série de registros, como fotografias intrabucais e extrabucais; um conjunto de radiografias que podem incluir a telerradiografia, panorâmica, periapicais e *bitewings*, de acordo com a necessidade do caso e da idade do paciente. Fotografias extrabucais 3D e modelos dentários digitais podem substituir as fotos 2D e os modelos de gesso, proporcionando diversas vantagens para os profissionais de Odontologia. As TCFCs podem ser indicadas em certos casos para melhorar a visualização de estruturas anatômicas específicas. A introdução da TCFC, no final da década de 90, representou um progresso no diagnóstico ortodôntico pela obtenção de imagens tridimensionais especificamente da região maxilofacial²⁴. No entanto, para se obter uma imagem

de alta resolução, é necessário uma dose mais elevada de radiação em comparação às radiografias convencionais, logo a indicação para a TCFC deve proporcionar um benefício para o planejamento do paciente. As TCFCs são indicadas para visualizar estruturas anatômicas que não podem ser identificadas comumente em radiografias convencionais 2D. Assim, deve ser utilizada quando se pode modificar um plano de tratamento prévio, ou facilitar a sua implementação. Algumas indicações frequentemente utilizadas para esta radiografia em Ortodontia são: identificação de dentes impactados e supranumerários; anomalias craniofaciais complexas e discrepâncias faciais graves com necessidade de tratamento ortodôntico e cirúrgico⁷.

Para obter uma foto 3D da face do paciente duas ou mais câmeras são utilizadas para gravar simultaneamente diversas imagens^{11,19}. Esta técnica é um método promissor para avaliar tecidos moles, uma vez que capta a superfície do tecido mole da face com sua correta geometria e com informações detalhadas da textura da pele. A imagem facial 3D permite uma análise confiável das deformidades craniofaciais. Além disso, é uma técnica não invasiva, porque não é necessário utilizar radiação ionizante. Fotografias 3D tomadas em momentos diferentes podem ser sobrepostas e as diferenças entre elas podem ser avaliadas por comparações em escalas de cor¹⁵. Isto permite, por exemplo, a avaliação das mudanças faciais antes e após uma cirurgia ortognática¹⁴.

Em comparação aos modelos de gesso, os modelos dentários digitais oferecem diversas vantagens, tais como precisão e velocidade na obtenção de dados para o diagnóstico; facilidade de armazenamento^{22,23,26}; ausência de risco de fratura; possibilidade de transferência de informações através de recursos digitais^{22,23,26}; facilidade na realização de análises ortodônticas e rápida confecção de *setups* virtuais. Os modelos digitais podem ser obtidos por diferentes métodos, tais como escaneamento de modelos de gesso ou moldagens, ou pelo escaneamento intrabucais. Apesar de todas as vantagens, a transição de modelos de gesso para modelos digitais pode ser dificultada pelo investimento financeiro na aquisição de equipamentos e programas e a necessidade de utilização de programas específicos para a medição e manipulação de modelos digitais, o que exige uma curva de aprendizado para dominar a técnica.

A grande vantagem da documentação digital 3D, em uma escala 1:1, é a possibilidade de integrar as ferramentas de diagnóstico. A integração de fotografias 3D e imagens de TCFC, utilizando o método de melhor ajuste de superfície, proporciona uma melhor visualização da relação tecido mole/ tecido duro^{11,14}. Este método de visualização 3D auxilia na simulação de alternativas de tratamento orto-cirúrgicos e na avaliação do crescimento. Infelizmente, a morfologia dentária não é tão precisa e detalhada em imagens de TCFC, principalmente quando realizada com menores doses de ra-

dição. A integração de modelos digitais com as estruturas dentárias presentes na TCFC aumenta a precisão e melhora o detalhamento das superfícies dentárias, o que ajuda nas simulações de tratamentos ortodônticos ou orto-cirúrgicos e na confecção de aparelhos por prototipagem^{1,4,10,14,17}. Vários autores têm proposto métodos para realizar esta integração, seja por meio de marcadores de titânio colados na gengiva¹⁸ ou por referências em estruturas dentárias^{1,4,10,17}.

O diagnóstico de um caso com má oclusão associada à discrepância esquelética deve ser idealmente baseado a partir de um exame clínico e de avaliação de imagens 3D, como fotografias 3D, TCFCs e modelos dentários digitais. Programas de simulações cirúrgicas virtuais podem ser utilizados para integrar esses registros, permitir um diagnóstico ortodôntico correto e planejar diferentes alternativas de tratamento. Vários programas de manipulação de TCFCs estão disponíveis para auxiliar o ortodontista e os cirurgiões bucomaxilofaciais, tais como 3DMDvultus (3DMD, Atlanta, Geórgia/EUA), Maxilim (Medicim, Mechelen/Bélgica), Dolphin Imaging (Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth, Califórnia/EUA), InVivo Dental (Anatomage, San Jose, Califórnia/EUA) e SimPlant OMS (Materialise, Leuven/Bélgica)⁵.

Sistemas digitais de tratamento ortodôntico/orto-cirúrgico

Algumas empresas na área de Ortodontia e cirurgia têm disponibilizado programas ou ofertado a possibilidade de executar um planejamento digital de um tratamento ortodôntico e/ou cirúrgico. Uma simulação digital é apresentada ao ortodontista e/ou cirurgião bucomaxilofacial, que pode alterá-lo de acordo com seu planejamento. Após a aprovação desta simulação virtual, a confecção de aparelhos ortodônticos personalizados e/ou guias cirúrgicos podem ser encomendados. Esses sistemas de planejamento de tratamento digital proporcionam uma maior previsibilidade, agilidade e, possivelmente, um tratamento mais rápido e com melhores resultados para o paciente.

Sistemas de tratamento ortodônticos individualizados

Após a autorização de um *setup* virtual, bráquetes customizados, arcos personalizados e posicionadores para colagem indireta são confeccionados para aparelhagem fixa tanto na técnica vestibular quanto na lingual. Uma série de alinhadores removíveis podem ser fabricados a partir de uma série de modelos dentários impressos por prototipagem pelo sistema CAD/CAM (*Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing*).

Uma das empresas que utilizam a tecnologia CAD/CAM é a Suresmile (OraMetrix, Richardson, Texas/EUA). O processo começa com o escaneamento intrabucal de um paciente para aquisição de um modelo dentário di-

gital. Profissionais da Suresmile podem simular diversas alternativas de tratamento, de acordo com o plano de tratamento fornecido pelo ortodontista. Recentemente, a Suresmile também aceita TCFCs, logo a posição das raízes dentárias e o osso alveolar disponível podem ser visualizados, auxiliando na confecção do *setup*. Um *setup* inicial é enviado ao ortodontista para que seja avaliado e corrigido caso necessário. Após a aprovação do *setup* pelo ortodontista, uma guia de colagem indireta contendo os bráquetes selecionados pelo ortodontista e uma série de arcos pré-contornados por robôs, são enviados para o consultório para que se inicie a colagem do aparelho e o tratamento ortodôntico. Durante o tratamento pode-se realizar uma segunda TCFC ou um escaneamento intrabucal para confecção de um novo *setup* para finalização da correção ortodôntica. Após aprovação do *setup* pelo ortodontista, o programa calcula a forma do arco e as dobras necessárias para os movimentos dentários finais. O sistema Suresmile está disponível tanto para a técnica vestibular, quanto para a lingual.

Outro sistema de aparelho ortodôntico customizado desenvolvido pela Ormco (Orange, Califórnia/EUA), denominado Insignia, foi introduzido para o tratamento de pacientes ortodônticos com bráquetes pela técnica vestibular. O sistema Insignia disponibiliza uma solução personalizada para diversas prescrições de bráquetes, sendo o sistema Damon o mais utilizado. Um *setup* virtual é realizado, de acordo com a documentação e plano de tratamento proposto pelo ortodontista (Figuras 1 e 2). Com este sistema de planejamento virtual pode-se visualizar os limites do osso alveolar, evitando movimentos indesejáveis (Figura 3), proporcionando uma avaliação da oclusão planejada pelo *setup* em diferentes visualizações (Figura 4). É possível comparar as fotografias intrabucais iniciais com o *setup* virtual (Figura 5), e definir a posição dos bráquetes e a forma dos arcos (Figuras 6 e 7). A base dos bráquetes pode ser individualizada digitalmente para possibilitar uma melhor intercuspidação e ajuste das dobras de segunda e terceira ordem nos arcos (Figura 8). A posição digital de cada bráquete é transferida para a cadeira do ortodontista por meio de guias de colagem indireta.

Vários sistemas de aparelhagem fixa personalizada pela técnica lingual foram introduzidos em virtude da maior dificuldade de posicionamento dos acessórios e confecção de dobras nesta técnica^{9,16}. Um sistema popular de bráquetes linguais customizados é o Incognito (3M Unitek, St. Paul, Minnesota/EUA). Recentemente, outros sistemas de Ortodontia Lingual customizados foram introduzidos, como os sistemas Harmony (American Orthodontics, Sheboygan, Wisconsin/EUA) e e-Brace (Riton Biomaterial Co., Guangzhou International Biolsland/China). É essencial nos sistemas de bráquetes linguais customizados obedecer a um fluxo de procedimentos que começa com a confecção de um *setup* dentário digital, e avaliação e correção do *setup*

pelo ortodontista responsável pelo caso. Em seguida, a empresa confecciona os bráquetes linguais individualizados, um conjunto de arcos ortodônticos personalizados e um guia de colagem indireta para o correto posicionamento dos acessórios. Caso seja necessária a correção da posição dentária durante o tratamento, por efeitos colaterais da mecânica durante o tratamento ou em virtude de respostas individuais insuficientes às forças ortodônticas, o tratamento ortodôntico deve ser reavaliado e a aquisição de novos modelos digitais por escaneamento intrabucal ou por escaneamento de moldagens em silicone de adição são recomendados. Esses dados devem ser enviados para a empresa confeccionar um novo *setup* e, conseqüentemente, uma

nova série de arcos individuais de finalização.

Outro sistema de tratamento digital com alinhadores confeccionados por sistema CAD/CAM está se tornando mais popular e em crescente desenvolvimento a cada ano, principalmente por suas vantagens estéticas. A primeira empresa que introduziu com êxito um sistema de tratamento ortodôntico virtual usando um *setup* virtual e uma série de modelos dentários digitais prototipados para a fabricação de alinhadores removíveis customizados foi a Align Technology Inc. (San Jose, Califórnia/EUA), por meio do sistema Invisalign. Outras empresas também já começaram a utilizar *setups* virtuais e modelos prototipados para disponibilizar alinhadores pelo sistema CAD/CAM.



Figura 1 (A-B) – Setup virtual. A) Lado esquerdo, visão lateral direita antes do tratamento; lado direito, visão lateral direita do *setup* confeccionado pelo técnico e corrigido pelo ortodontista. B) Lado esquerdo, visão frontal antes do tratamento; lado direito, visão frontal do *setup* (em verde uma reposição virtual do elemento 34 ausente).

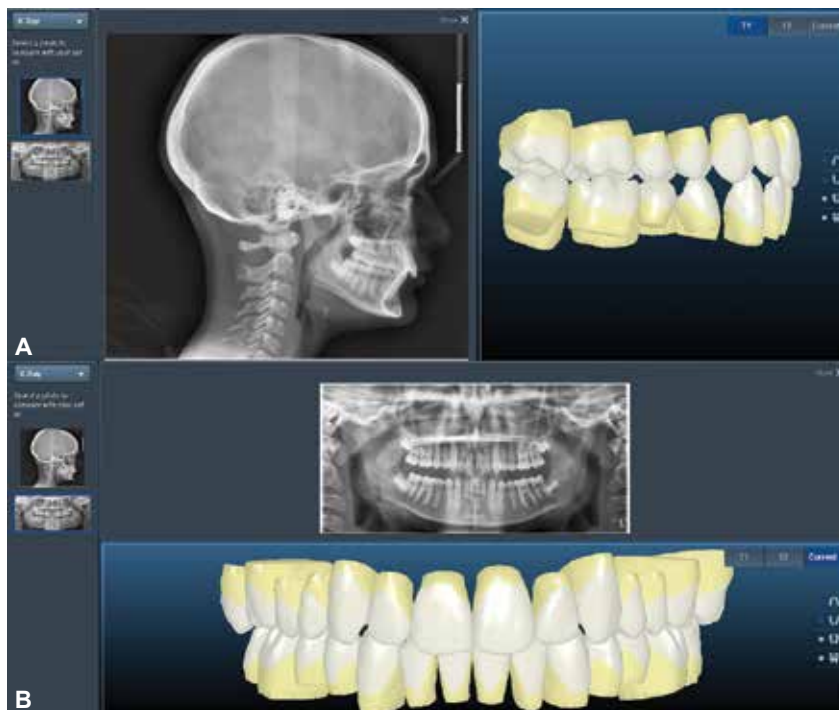


Figura 2 (A-B) – A) Teleradiografia inicial e modelo dentário digital antes do tratamento. **B)** Radiografia panorâmica antes do tratamento e visão frontal do *setup*.

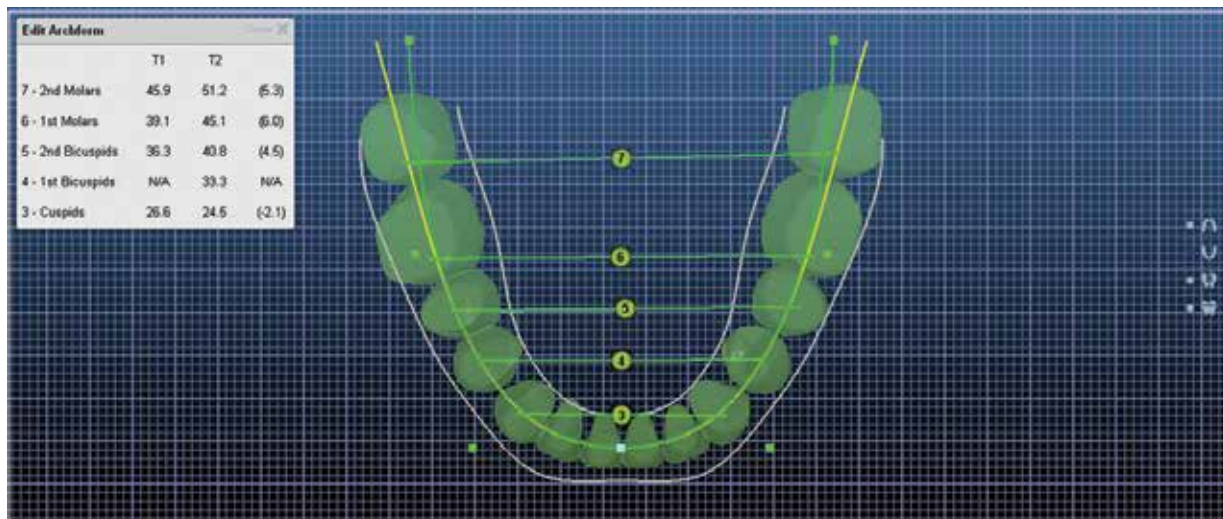


Figura 3 – Corte do osso alveolar da mandíbula quatro milímetros abaixo da margem gengival, apresentando as medidas originais (T1), as medidas após o *setup* (T2) e a grade para avaliar a simetria do *setup*.

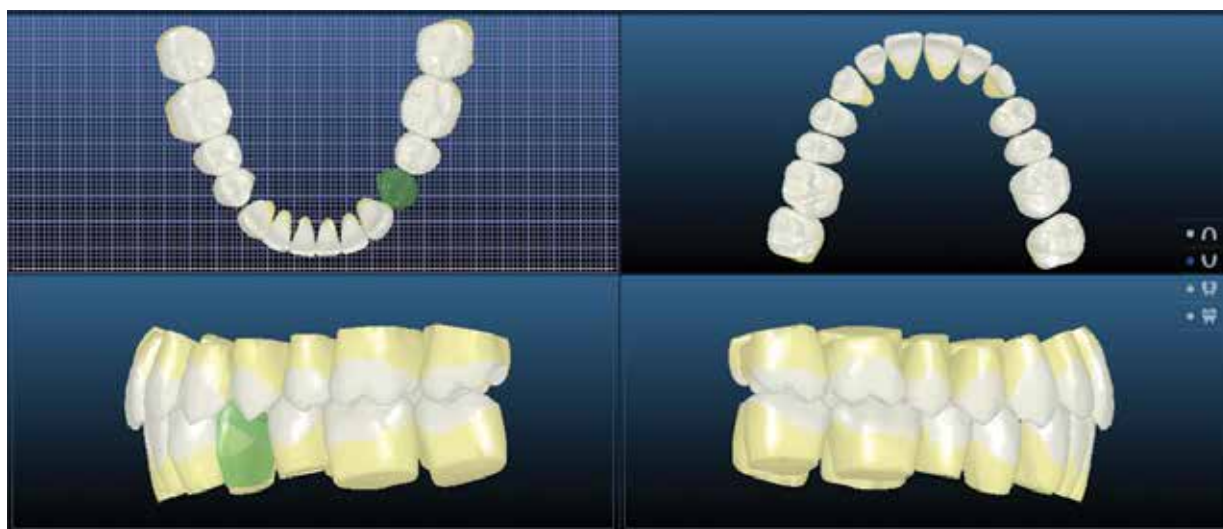


Figura 4 – Visualizações do *setup* (sentido horário): oclusal inferior, oclusal superior, lado direito e lado esquerdo.

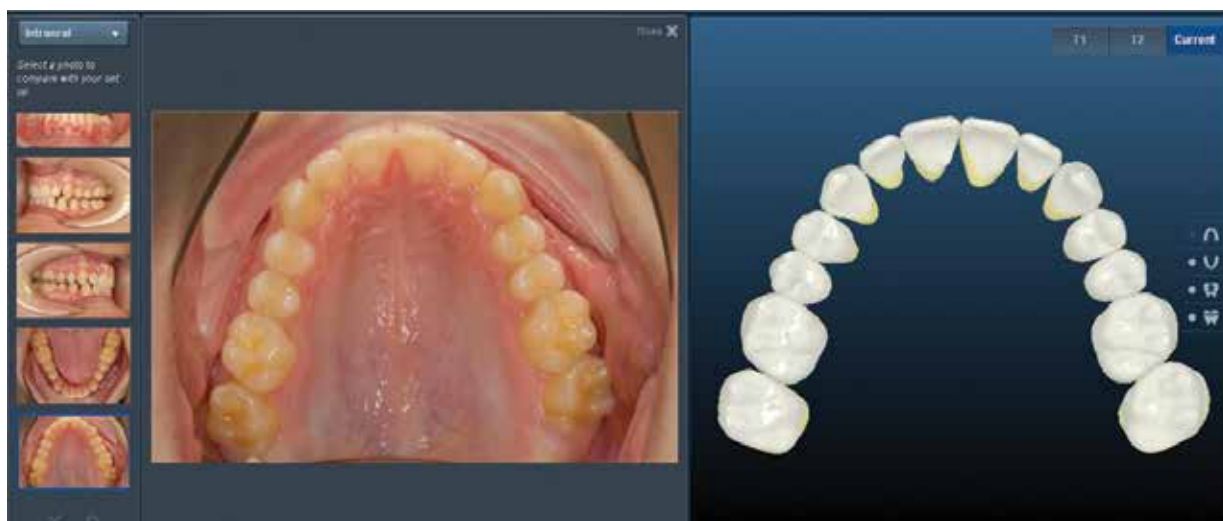


Figura 5 – Fotografias intrabucais antes do tratamento e o *setup*.

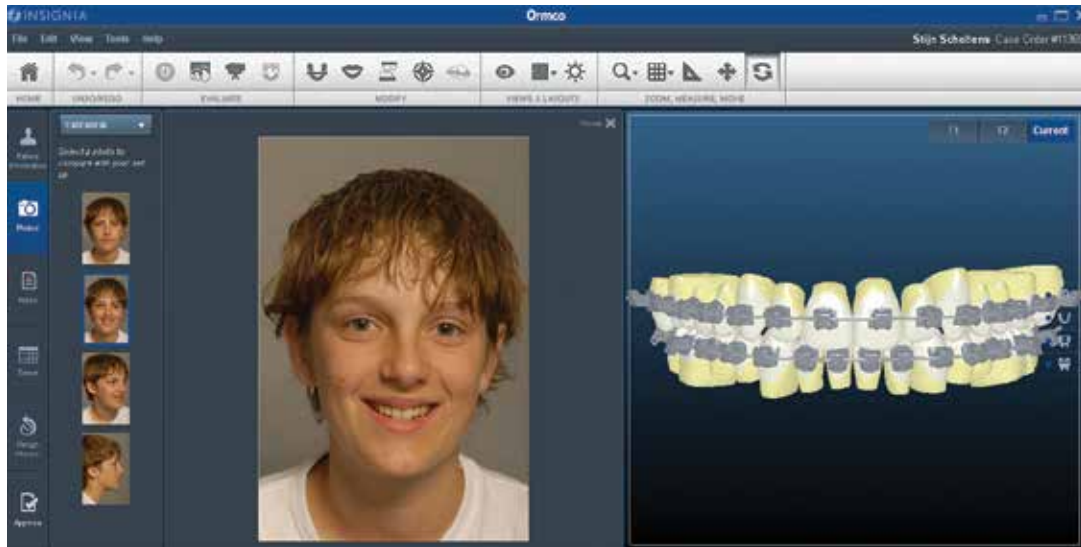


Figura 6 – Fotografias extrabucais e o *setup* para correção da linha do sorriso, incluindo a posição virtualmente planejada dos bráquetes e arcos.

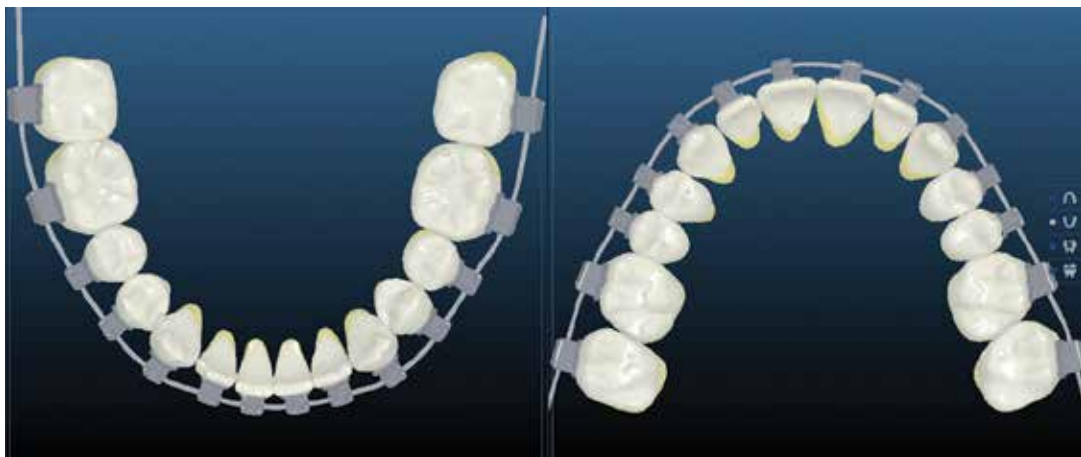


Figura 7 – Vista oclusal do *setup*, incluindo bráquetes e arcos, mostrando as correções horizontais incluídas no arco.



Figura 8 – Visão posterior do *setup* na região de segundo molar evidenciando a intercuspidação planejada.

Planejamento orto-cirúrgico virtual

Outra aplicação da documentação digital na Odontologia consiste na simulação de casos orto-cirúrgicos, integrando modelos dentários digitais, fotografias 3D da face¹⁹ e imagens de TCFC^{17,18}.

O planejamento virtual 3D em cirurgia ortognática apresenta algumas vantagens em relação ao planejamento convencional em modelos de gesso. O cirurgião obtém uma melhor informação da anatomia do paciente em 3D, permitindo uma avaliação mais precisa da face. Diversas opções cirúrgicas podem ser testadas em um "paciente virtual" com um programa específico. O planejamento virtual é também uma ferramenta vantajosa para a comunicação entre profissionais e pacientes, e contribui para a formação de residentes. Finalmente, é possível avaliar o resultado do tratamento por sobreposição dos dados com o auxílio de programas de manipulação 3D¹⁰.

Guias cirúrgicas projetadas digitalmente podem ser

impresas com técnicas de prototipagem e permitem a transferência precisa do planejamento virtual para o centro cirúrgico. Essas guias podem ser usadas para reduzir o tempo de operação e melhorar o resultado do tratamento cirúrgico^{8,27}. A prototipagem apresenta algumas vantagens, tais como precisão, ajuste da espessura do material e polimento prévio das guias. Algumas desvantagens podem ser o custo mais elevado e o alto tempo de impressão².

O caso a seguir ilustra um planejamento virtual de uma cirurgia ortognática em uma paciente com retrusão maxilar e mandibular. Para melhorar o perfil, foi planejado um avanço com suave impacção de maxila e um avanço da mandíbula. A maxila e mandíbula também foram suavemente giradas no sentido horário para melhorar a proeminência do mento. Este planejamento combinou a simulação cirúrgica virtual na TCFC, com auxílio do programa Maxilim, integrado à fotografia 3D, auxiliando na comunicação entre profissional e paciente (Figura 9).

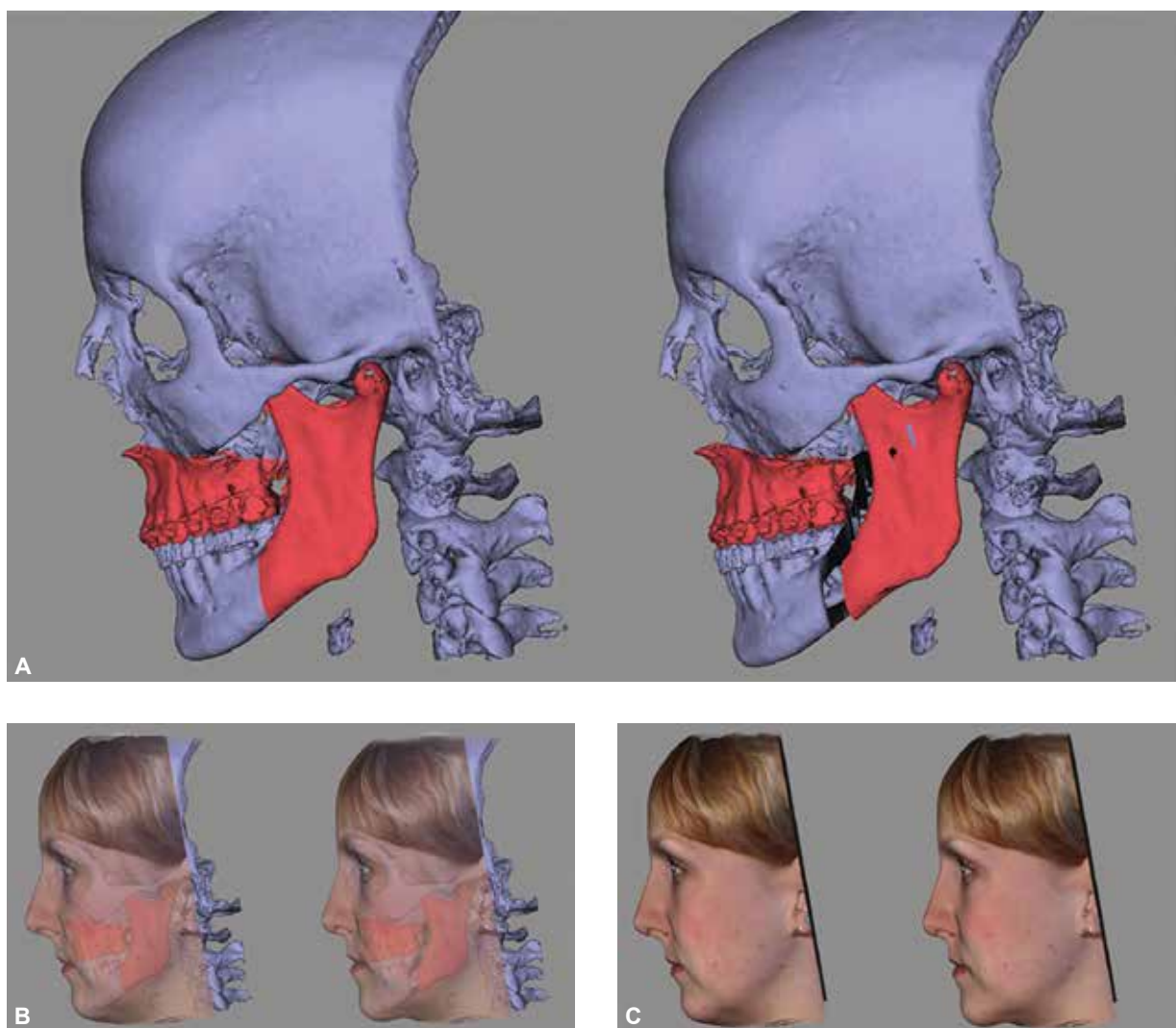


Figura 9 (A-C) – Planejamento cirúrgico virtual. **A)** TCFC antes da cirurgia e no planejamento cirúrgico. **B)** Superposição da TCFC e fotografia 3D antes do tratamento e após o planejamento cirúrgico. **C)** Fotografias 3D antes e após o planejamento cirúrgico.

Discussão

Para alguns profissionais, cada novo produto lançado no mercado pode causar uma desconfiança inicial e um receio na sua aplicação pela ausência de comprovação científica ou relato de experiências bem sucedidas na utilização dessas tecnologias por outros profissionais. Revisões sistemáticas auxiliam na análise do sucesso ou não de novos sistemas.

O sistema Suresmile, por exemplo, atesta que não só reduz o tempo de tratamento, como também melhora seus resultados. No entanto, para a avaliação de resultados e tempo de tratamento são necessários ensaios clínicos randomizados, os quais ainda não estão disponíveis para o sistema Suresmile. Um estudo de Saxé et al.²⁰ (2010) avaliou o sistema utilizando o índice ABO-OGB (Sistema de Classificação Objetivo do Board Americano de Ortodontia) para avaliar a qualidade do tratamento ortodôntico. Os pacientes Suresmile apresentaram, em média, pontuações mais baixas e um tempo de tratamento mais curto em comparação com os pacientes tratados com aparelhos ortodônticos convencionais. No entanto, o protocolo de pesquisa para este estudo foi considerado insuficiente e as conclusões, por conseguinte, não podem ser comprovadas cientificamente.

Em outro estudo publicado por Altford et al.³ (2011), os critérios de inclusão e exclusão de ambos os grupos (63 casos convencionais e 69 casos tratados com Suresmile) foram especificados. As diferenças na idade, sexo e índice de discrepância da má oclusão (DI escores) antes do início do tratamento foram comparadas. Os escores do ABO e CRE (avaliação radiográfica), após o tratamento, revelaram que o grupo Suresmile obteve pontuações significativas menores no escore DI. A variável de angulação de raiz no grupo Suresmile tendeu a ser menor. O tempo de tratamento para os pacientes Suresmile foi significativamente mais curto (7,2 meses) e com melhores resultados. No entanto, um outro estudo mostrou que a eficiência do tratamento ortodôntico em alcançar os objetivos planejados, usando o sistema de Suresmile, pode variar de acordo com o tipo e tamanho da movimentação dentária¹³. A partir desses estudos, pode-se concluir que o sistema Suresmile é uma ferramenta útil para a confecção de arcos de precisão, no entanto, não elimina a necessidade de mecânicas auxiliares, tais como o uso de elásticos de Classe II. Além disso, a densidade óssea, anatomia da raiz ou forças oclusais podem dificultar que a movimentação dentária ocorra exatamente como planejada virtualmente¹³.

Outro sistema de aparelho customizado, Insignia, também não possui ensaios clínicos randomizados para comprovar sua eficiência. Um estudo de Weber et al.²⁵ (2013) comparou casos tratados com o sistema Insignia, com casos similares tratados com aparelhos fixos pré-ajustados convencionais. Os resultados mostraram que o tempo de tratamento foi significativamente mais

curto com o sistema Insignia, em torno de sete consultas a menos. O sistema Insignia também apresentou melhores resultados na finalização do tratamento de acordo com o índice ABO. Entretanto, os autores admitem que os resultados devem ser avaliados com cautela pelo pequeno tamanho da amostra no grupo com o sistema convencional, por diferentes versões do sistema Insignia terem sido utilizadas no estudo, além dos resultados não poderem ser aplicados em pacientes com más oclusões mais severas.

Uma revisão sistemática da literatura sobre o sistema Invisalign¹² não apresentou grandes conclusões sobre a eficácia deste método de tratamento. Os autores enfatizaram a necessidade de ensaios clínicos randomizados para comparar a eficácia deste sistema com outros sistemas alternativos de tratamento. O sistema Invisalign foi especialmente deficiente na correção de grandes discrepâncias ântero-posteriores e melhora de contatos oclusais, mas foi eficaz no fechamento de espaços, correção de rotações em dentes anteriores e nivelamento de alturas de cristas marginais⁶.

Mesmo se sistemas customizados de aparelho fixo são utilizados, os efeitos secundários da mecânica do tratamento ortodôntico podem reduzir a precisão do resultado do tratamento ortodôntico. Esses efeitos secundários, causados pela mecânica do tratamento ortodôntico, como a utilização de elásticos de Classe II, são inevitáveis. Assim, será necessário pelo menos um refinamento durante o tratamento ortodôntico. Após o novo escaneamento e confecção do modelo digital durante o tratamento, um próximo conjunto de alinhadores ou arcos contornados para ortodontia fixa deve ser enviado pela empresa. Somente um ortodontista muito experiente poderia incorporar no planejamento virtual inicial possíveis sobrecorreções ao longo do tratamento para se antecipar aos efeitos secundários da mecânica ortodôntica, atingindo o resultado planejado sem um refinamento durante o tratamento.

Em relação ao planejamento virtual em cirurgia ortognática, ao se comparar as guias cirúrgicas confeccionadas pelo método tradicional por cirurgia em modelos de gesso, com o método de CAD/CAM, verificou-se que as guias cirúrgicas impressas por prototipagem apresentaram excelente precisão e confiabilidade para serem usadas na rotina clínica¹.

Ao avaliar as diferenças entre simulações de tratamentos orto-cirúrgicos com integração de fotografias 3D e TCFs, com os resultados após o tratamento, um estudo constatou que a diferença média entre o tecido mole real e o simulado foi de 0,27 mm²¹. Portanto, o sistema de simulação digital não é perfeito, pois os movimentos digitais simulados são baseados em médias, sem precisão comprovada, e que pode variar entre os indivíduos. Entretanto, o planejamento digital apresentou resultados melhores do que o planejamento tradicional²¹.

As diferenças e possíveis erros encontrados nestes

estudos podem ser solucionados com futuras atualizações, correções e inovações dos programas e com a melhora na qualidade dos materiais de prototipagem, o que sempre é esperado em empresas que trabalham com tecnologia. Por exemplo, como os registros fotográficos em 3D podem ser afetados por mudanças no tônus muscular, diferentes expressões faciais, ganho ou perda de peso do paciente e postura da cabeça no momento da fotografia¹⁵, deve ficar claro para o ortodontista, cirurgião bucomaxilofacial e paciente, que uma simulação virtual de um planejamento orto-cirúrgico pode não representar exatamente o resultado final a ser alcançado. Além disso, existe uma variabilidade da resposta do tecido mole de acordo com as mudanças do tecido duro¹⁴. No entanto, a avaliação do resultado do tratamento pode ser muito precisa, pois sobreposições entre as fotografias 3D tomadas em diferentes momentos mostraram excelente acurácia¹⁵.

Por causa das vantagens do planejamento cirúrgico virtual, comparado ao método tradicional, consideramos que a transição para o método digital irá ocorrer. O planejamento tradicional de um tratamento ortodôntico ou orto-cirúrgico utilizando o modelo de gesso, fotografias 2D, telerradiografia e radiografia panorâmica em breve estará ultrapassado. Essas ferramentas serão substituídas por imagens 3D intra e extrabucais do paciente. No entanto, o ortodontista deve aprender a elaborar um plano de tratamento virtual e como apresentá-lo ao paciente. Dependendo da escolha do paciente, após a aprovação do plano de tratamento, aparelhos ortodônticos customizados, tais como alinhadores, aparelhos fixos por lingual ou vestibular, ou mesmo uma combinação entre estes aparelhos, poderiam ser selecionados para iniciar o tratamento ortodôntico. Os arquivos do planejamento virtual (arquivos STL) seriam enviados para um laboratório ortodôntico para a fabricação desses aparelhos.

Com o advento da colagem indireta, aparelhos ortodônticos pré-fabricados, arcos customizados ou alinhadores termoplásticos, a atuação do ortodontista durante a instalação do aparelho e na mudança de arcos ou alinhadores durante o tratamento pode, possivelmente, ser reduzida. O papel mais importante do ortodontista será no planejamento do tratamento e na avaliação durante e após o tratamento. Futuramente, o valor de aparelhos customizados será menor, logo, um tratamento ortodôntico eficiente que proporcione resultados de alta qualidade em um reduzido tempo de tratamento estará disponível para um maior número de pacientes.

Conclusão

A utilização da documentação totalmente digital 3D em Ortodontia e cirurgia ortognática oferece diversas vantagens ao profissional. A possibilidade de inte-

grar a documentação e criar um plano de tratamento virtual melhora a comunicação, diagnóstico, planejamento e aumenta a previsibilidade do tratamento. Aparelhos ortodônticos customizados tendem a proporcionar melhores resultados em um menor tempo de tratamento. A possibilidade de simular virtualmente tratamentos ortodônticos ou orto-cirúrgicos poderá substituir os métodos convencionais utilizados atualmente.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer a empresa Ormco e ao Dr. Thomas Maal, Coordenador do Laboratório 3D da Radboudumc (Nijmegen/Holanda), pelas figuras utilizadas para ilustrar o planejamento virtual ortodôntico e orto-cirúrgico.

Referências

1. Aboul-Hosn CS, Hernandez AF. 3D planning in orthognathic surgery: CAD/CAM surgical splints and prediction of the soft and hard tissues results - our experience in 16 cases. *J Craniomaxillofac Surg* 2012; 40 (2):162-168.
2. Al Mortadi N, Eggbeer D, Lewis J, Williams RJ. CAD/CAM/AM applications in the manufacture of dental appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012; 142 (5):727-733.
3. Alford TJ, Roberts WE, Hartsfield JK Jr, Eckert GJ, Snyder RJ. Clinical outcomes for patients finished with the SureSmile method compared with conventional fixed orthodontic therapy. *Angle Orthod* 2011; 81 (3):383-388.
4. Barone S, Paoli A, Rationale AV. Creation of 3D multi-body orthodontic models by using independent imaging sensors. *Sensors (Basel)* 2013; 13 (2):2033-2050.
5. Cevidanes LH, Tucker S, Styner M, Kim H, Chapuis J, Reyes M, et al. Three-dimensional surgical simulation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010; 138 (3):361-371.
6. Djeu G, Shelton C, Maganzini A. Outcome assessment of Invisalign and traditional orthodontic treatment compared with the American Board of Orthodontics objective grading system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005; 128 (3):292-298; discussion 298.
7. European Commission. Cone Beam CT for dental and maxillofacial radiology: evidence-based guidelines. Luxembourg: SEDENTEXCT; 2012 (Radiation Protection; n. 172).
8. Gateno J, Xia J, Teichgraber JF, Rosen A, Hultgren B, Vadenais T. The precision of computer-generated surgical splints. *J Oral Maxillofac Surg* 2003; 61 (7):814-817.
9. Grauer D, Proffit WR. Accuracy in tooth positioning with a fully customized lingual orthodontic appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011; 140 (3):433-443.
10. Hernandez AF, Guijarro MR. New protocol for three-dimensional surgical planning and CAD/CAM splint generation in orthognathic surgery: an in vitro and in vivo study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2013; 42 (12):1547-1556.
11. Kau CH, Olim S, Nguyen JT. The future of orthodontic diagnostic records. *Semin Orthod* 2011; 17 (1):39-45.
12. Lagravere MO, Flores-Mir C. The treatment effects of Invisalign orthodontic aligners: a systematic review. *J Am Dent Assoc* 2005; 136 (12):1724-1729.
13. Larson BE, Vaubel CJ, Grunheid T. Effectiveness of computer-assisted orthodontic treatment technology to achieve predicted outcomes. *Angle Orthod* 2013; 83 (4):557-562.
14. Maal TJ, de Koning MJ, Plooij JM, Verhamme LM, Rangel FA, Berge SJ, et al. One year postoperative hard and soft tissue volumetric changes after a BSSO mandibular advancement. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2012; 41 (9):1137-1145.
15. Maal TJ, van Loon B, Plooij JM, Rangel F, Ettema AM, Borslap WA, et al. Registration of 3-dimensional facial pho-

- tographs for clinical use. *J Oral Maxillofac Surg* 2010; 68 (10):2391-2401.
16. Mujagic M, Fauquet C, Galletti C, Palot C, Wiechmann D, Mah J. Digital design and manufacturing of the Lingualcare bracket system. *J Clin Orthod* 2005; 39 (6):375-382; quiz 370.
 17. Noh H, Nabha W, Cho JH, Hwang HS. Registration accuracy in the integration of laser-scanned dental images into maxillofacial cone-beam computed tomography images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011; 140 (4):585-591.
 18. Rangel FA, Maal TJ, Bronkhorst EM, Breuning KH, Schols JG, Berge SJ, et al. Accuracy and reliability of a novel method for fusion of digital dental casts and cone beam computed tomography scans. *PLoS One* 2013; 8 (3):e59130.
 19. Rosati R, De Menezes M, Rossetti A, Sforza C, Ferrario VF. Digital dental cast placement in 3-dimensional, full-face reconstruction: a technical evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010; 138 (1):84-88.
 20. Saxe AK, Louie LJ, Mah J. Efficiency and effectiveness of SureSmile. *World J Orthod* 2010; 11 (1):16-22.
 21. Schendel SA, Jacobson R, Khalessi S. 3-dimensional facial simulation in orthognathic surgery: is it accurate? *J Oral Maxillofac Surg* 2013; 71 (8):1406-1414.
 22. Sousa MV, Vasconcelos EC, Janson G, Garib D, Pinzan A. Accuracy and reproducibility of 3-dimensional digital model measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012; 142 (2):269-273.
 23. Stevens DR, Flores-Mir C, Nebbe B, Raboud DW, Heo G, Major PW. Validity, reliability, and reproducibility of plaster vs digital study models: comparison of peer assessment rating and Bolton analysis and their constituent measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 129 (6):794-803.
 24. Tarazona B, Llamas JM, Cibrian R, Gandia JL, Paredes V. A comparison between dental measurements taken from CBCT models and those taken from a digital method. *Eur J Orthod* 2013; 35 (1):1-6.
 25. Weber DJ, 2nd, Koroluk LD, Phillips C, Nguyen T, Proffit WR. Clinical effectiveness and efficiency of customized vs. conventional preadjusted bracket systems. *J Clin Orthod* 2013; 47 (4):261-266; quiz 268.
 26. Wiranto MG, Engelbrecht WP, Nolthenius HET, van der Meer WJ, Rend Y. Validity, reliability, and reproducibility of linear measurements on digital models obtained from intraoral and cone-beam computed tomography scans of alginate impressions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013; 143 (1):140-147.
 27. Yanping L, Shilei Z, Xiaojun C, Chengtao W. A novel method in the design and fabrication of dental splints based on 3D simulation and rapid prototyping technology. *Int J Adv Manufacturing* 2006; 28 (9):919-922.