

Planejamento ortodôntico cirúrgico tridimensional

Marlos Eurípedes de Andrade Loiola*
Wendel Minoro Muniz Shibasaki**
Chung How Kau***
Flavio Cotrim-Ferreira****

RESUMO

As radiografias cefalométricas de norma lateral e frontal são utilizadas associadas a fotografias faciais, como elementos necessários para avaliação da morfologia dos tecidos moles e esqueléticos maxilofaciais de um paciente. Portanto, as distorções são comuns nestes exames bidimensionais. A introdução da tomografia computadorizada de *cone-beam* nos anos 1990 representou um grande avanço no diagnóstico ortodôntico por imagem. As imagens 3D permitem que estruturas de tecidos duros, incluindo crânio, maxila, mandíbula e dentição, possam ser analisados de forma precisa. *Softwares* voltados para a simulação da cirurgia ortognática já estão disponíveis no mercado. E no ambiente virtual, uma vez que as osteotomias sejam delineadas, a cirurgia ortognática virtual começa. A remodelação tecidual se processa automaticamente em relação aos movimentos cirúrgicos planejados e executados. Uma vez que os movimentos operatórios tenham sido realizados, o arquivo de saída é salvo e pode ser carregado em um servidor para a fabricação dos *splints* cirúrgicos prototipados, criados através de um desenho feito no computador. Estudos publicados vêm demonstrando que este protocolo contemporâneo de planejamento ortocirúrgico possui confiabilidade, tanto como simulador da cirurgia, como recurso para fabricação de guias cirúrgicos de precisão que utilizam a tecnologia CAD/CAM, o que torna a elaboração de um planejamento cirúrgico um processo mais flexível, com alto nível de detalhe, precisão e com maior controle operacional.

Unitermos – Ortodontia; Cirurgia ortognática; Planejamento tridimensional; Guias cirúrgicos impressos; Fusão de imagens; Tomografia *cone-beam*.

ABSTRACT

The cephalometric radiography in lateral and frontal norm are used associates with facial photographs as needed information to evaluate the maxillo facial morphology, skeletal and soft tissues, of the patient. Then, the distortions are common in these two-dimensional tests. The introduction of cone-beam computed tomography in the 90s represented a major advance in orthodontic diagnosis by imaging. The 3D images allow structures of hard tissues, including the skull, maxilla, mandible and teeth can be analyzed accurately. Oriented software for the simulation of orthognathic surgery are now available. And in the virtual environment, as is outlined osteotomies, orthognathic surgery 'virtual' begins. The tissue remodeling takes place automatically in relation to surgical movements planned and executed. Once the movements have been made operative, the output file is saved and can be loaded into a server for the fabrication of surgical splints prototyped, created through a drawing done on the computer. Published studies has shown that this protocol contemporary ortho-surgical planning is reliable both as surgery simulator as a resource for the manufacture of precision surgical guides that use CAD/CAM technology. What makes the development of a surgical planning process more flexible, with a high level of detail, accurately and with greater operational control.

Key Words – Orthodontics; Orthognathic surgery; Planning three-dimensional; Surgical printed guides; Fusion of images; Cone-beam tomography.

*Aluno do Programa de Mestrado em Ortodontia – Unicid; Professor dos Cursos de Especialização em Ortodontia – Cebeo/BA e Funorte/lappem/BA; Especialista em Ortodontia – Cebeo/BA; Membro da Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica – SBPQO.

**Aluno do Programa de Mestrado em Ortodontia – Unicid; Professor do Curso de Especialização em Ortodontia – Funorte/lappem/BA; Especialista em Ortodontia – Cebeo/BA.

***BDS, MScD, MBA, MOrth, PhD, FDS, FFD (Ortho), professor e chairman – Department of Orthodontics, University of Alabama at Birmingham – School of Dentistry Birmingham, Alabama – EUA.

****Mestre em Ortodontia – Faculdade de Odontologia da USP; Doutor em Diagnóstico Bucal – Faculdade de Odontologia da USP; Professor associado dos Cursos de Graduação em Odontologia, Especialização e Mestrado em Ortodontia – Universidade Cidade de São Paulo – Unicid; Editor Científico da Revista OrtodontiaSPO.

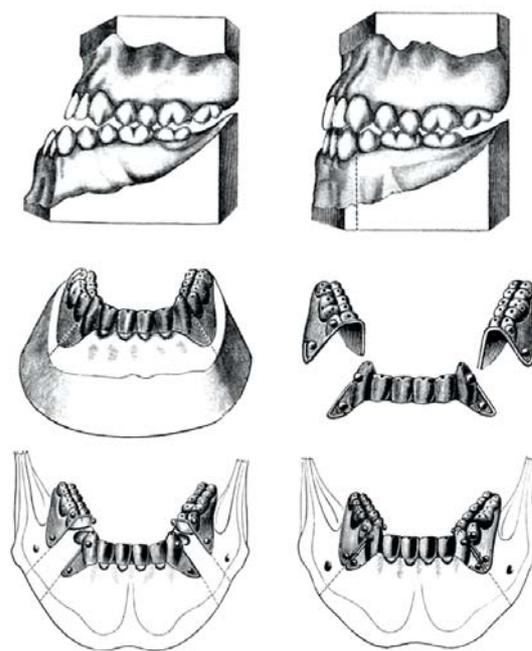
Introdução

A bidimensionalidade dos exames voltados para o diagnóstico dentro da Odontologia sempre foi vista como um fator limitador de precisão e previsibilidade¹. Os traçados preditivos tentam transportar alterações tridimensionais para um papel em duas dimensões, exigindo muito da experiência do profissional em uma atividade lúdica². As simulações em modelos de gesso, tradicionalmente, são o meio que ainda melhor expressa a cirurgia ortognática nas três dimensões. Em 1903, o professor Edward Hartley Angle publicou, no periódico científico *Dental Cosmos*, um artigo que descrevia detalhadamente uma técnica cirúrgica bem elaborada para a época e voltada para a correção da má formação esquelética de Classe III de um paciente, sendo apresentada no *meeting* anual de Ortodontia que sua sociedade organizava. No artigo, o autor relatou que o procedimento foi desenvolvido pelo jovem cirurgião V. P. Blair, que produziu cirurgicamente duas fraturas em segmentos simétricos bilaterais da mandíbula, reposicionando os segmentos em uma relação de Classe I, corrigindo, desta forma, a desarmonia daquela estrutura óssea. O Dr. Blair teve o cuidado prévio de simular a cirurgia em modelo de gesso e mostrar o possível resultado ao paciente. Feito isso, o cirurgião construiu *splints* que serviram de guias cirúrgicos e de fixação pós-operatória (Figuras 1). O Dr. Angle ficou bem impressionado pela técnica apresentada e com o resultado obtido, tanto em nível de estrutura óssea como nas linhas de expressão facial. No artigo, o Dr. Angle demonstrou grande interesse pelo protocolo, relatando que “O futuro desta cirurgia será um complemento científico da minha especialidade – a Ortodontia”³. Apesar dos bons resultados observados, passaram-se mais de 100 anos e atualmente pacientes com discrepâncias das bases ósseas são tratados e exigem menores margens de erro. Com isso, as simulações em modelos de gesso são apontadas pelas suas limitações e imprecisões^{4,6}.

Entende-se que a Ortodontia tem um compromisso com a precisão e a exatidão, semelhantes aos conceitos empregados na engenharia, apesar da sua atuação estar baseada nas ciências da saúde, ou seja, passível de alterações e intercorrências inerentes aos processos biológicos, o ortodontista trabalha com os recursos gráficos 3D da engenharia, mas com o foco voltado para o diagnóstico e o planejamento de tratamento dos seus pacientes. E para alcançar os melhores resultados possíveis, a ciência vem desenvolvendo protocolos ainda mais

sofisticados e implementados, baseados em imagens gráficas tridimensionais⁷.

Mais comumente, os cefalogramas de norma lateral e frontal são utilizados associados a fotografias faciais como elementos necessários na avaliação da morfologia dos tecidos moles e esqueléticos maxilofaciais de um paciente. No entanto, a distorção que é comum nestes exames radiográficos bidimensionais torna difícil conceituar a anatomia do paciente com precisão. As telerradiografias tradicionais sobrepõem muitas estruturas anatômicas complexas e tridimensionais, as quais são projetadas em uma superfície bidimensional. Mesmo que algumas informações importantes sejam fornecidas rotineiramente por estes recursos, fica difícil diagnosticar anomalias 3D em indivíduos vivos. Estas informações são consideradas de suma importância para diagnóstico e avaliação dos efeitos do tratamento. Portanto, existe uma necessidade e uma demanda de se desenvolver métodos e protocolos de aquisição e processamento das informações 3D com exatidão⁸.



Figuras 1
Planejamento ortocirúrgico descrito pelo Dr. Angle em 1903.

Com o atual aumento da disponibilidade de computadores pessoais e estações de trabalhos gráficos poderosos (que oferecem grande potencial para o processamento de imagens complexas), técnicas tridimensionais de imagem, como a tomografia computadorizada, a ressonância magnética e a ultrassonografia, que passaram por processos consistentes de evolução nas últimas duas décadas, mostram as estruturas anatômicas e patológicas com alta resolução e detalhe. Especificamente, as tomografias de feixe cônico adquirem imagens com menor tempo de escaneamento, com menor radiação e fatias com secções mais finas do que as geradas pelo aparelho tomográfico médico convencional⁸.

A introdução da tomografia computadorizada de *cone-beam* (CBCT) nos anos 1990 representou um grande avanço no diagnóstico ortodôntico por imagem. A CBCT, especificamente desenvolvida para a região maxilofacial, proporciona muitas aplicações clínicas, que vão desde o planejamento do posicionamento de implantes dentários, ao estudo das vias aéreas, do posicionamento e da forma das estruturas anatômicas de interesse para o ortodontista e o cirurgião bucomaxilofacial⁸.

Um cuidado com a CBCT padrão do paciente é que a dentição em oclusão não pode ser utilizada para programar a cirurgia ortognática em 3D, pois não é reproduzida com precisão suficiente para ser capaz de simular a oclusão final ou fabricar guias cirúrgicos. Aparelhos ortodônticos fixos também podem causar interferências nas imagens e, portanto, além da tomografia padrão, que reproduz com precisão o esqueleto ósseo, outra CBCT de varredura separada de alta resolução é necessária para aquisição das imagens da dentição⁹. Ou também através da aquisição de imagens digitais geradas através do escaneamento a *laser* dos modelos de estudo em gesso do paciente.

Ortodontistas e cirurgiões, aos poucos, estão se familiarizando com os avanços conseguidos com a tomografia computadorizada de feixe cônico. Estes sistemas tridimensionais permitem que os protocolos de aquisição de imagens extraorais sejam tão precisos quanto as imagens da superfície facial de alta definição, criando inúmeras possibilidades no campo de diagnóstico, análise, acompanhamento, tratamento, simulação e avaliação de resultados ligados a terapêutica ortodôntica⁷.

A representação 3D exata da aparência facial é uma preocupação primordial na avaliação dos pacientes. Obviamente, a desvantagem desta análise nos clássicos exames radiográficos e fotográficos limita este procedimento, tornando difícil se compreender uma conexão entre o esqueleto maxilofacial e os contornos dos tecidos moles simultaneamente. Por estas

O desenvolvimento de métodos voltados para a cirurgia maxilomandibular assistida por computador permite incorporar um alto nível de precisão, necessário para a transferência dos planos virtuais para o procedimento realizado na sala de cirurgia; possibilitando análise cefalométrica dinâmica, espelhamento semiautomático, corte ósseo interativo e reposicionamento do segmento ósseo. Uma configuração virtual pode ser utilizada para a fabricação de guias cirúrgicos de posicionamento para orientação intraoperatória.

razões, vem se desenvolvendo sistemas voltados para analisar simultaneamente os ossos e os tecidos moles subjacentes gerados em três dimensões. A imagem é plotada em marcos com coordenadas 3D dos tecidos esqueléticos e moles faciais a partir das imagens adquiridas por TC com os mesmos eixos de coordenadas. A análise 3D tem grande valor clínico para avaliar os pacientes antes e após o tratamento cirúrgico. Esta análise quantitativa tridimensional da morfologia maxilofacial pode avaliar a área, o grau de deslocamento, a rotação esquelética e dos tecidos moles faciais¹⁰.

O desenvolvimento de métodos voltados para a cirurgia maxilomandibular assistida por computador permite incorporar um alto nível de precisão, necessário para a transferência dos planos virtuais para o procedimento realizado na sala de cirurgia; possibilitando análise cefalométrica dinâmica, espelhamento semiautomático, corte ósseo interativo e reposicionamento do segmento ósseo. Uma configuração virtual pode ser utilizada para a fabricação de guias cirúrgicos de posicionamento para orientação intraoperatória. O sistema



fornece assistência intraoperatória através de um monitor de computador mostrando posições da mandíbula e os guias tridimensionais de posicionamento atualizados em tempo real durante o procedimento cirúrgico. A cirurgia assistida por computador auxilia no tratamento de casos complexos, com seus benefícios voltados ao paciente, à prática cirúrgica e à finalização ortodôntica. Ferramentas desenvolvidas em *softwares* avançados para o diagnóstico e o planejamento do tratamento permitem a preparação de planos cirúrgicos detalhados, osteotomias de reposicionamento, reconstruções ósseas, formação de cirurgões residentes e avaliação das dificuldades dos procedimentos cirúrgicos antes da cirurgia, tornando a elaboração de um planejamento cirúrgico um processo mais flexível, com alto nível de detalhe e precisão e com maior controle operacional, além de possibilitar também uma substancial melhora da documentação dos casos¹.

A fusão de imagens envolve a combinação de diferentes modalidades de exames, para criar um registro virtual de um indivíduo, chamado de reconstrução anatômica específica de cada paciente (PSAR). Podendo então ser usada para realizar uma cirurgia virtual e estabelecer um plano de tratamento definitivo, objetivando a correção da deformidade facial. O objetivo final é melhorar o atendimento ao paciente e diminuir as eventuais despesas desnecessárias¹¹.

Resultados melhores na cirurgia com o uso da realidade virtual são alcançados, além da melhora das habilidades cirúrgicas. O sistema de realidade virtual permite melhor interação de vários usuários à distância e via *web*, com a disseminação das informações de forma imediata, com o planejamento preciso e com as possíveis complicações reduzidas. As simulações cirúrgicas baseadas em *softwares* também geram um grande benefício no campo do ensino e da formação¹¹.

Depois que as imagens 3D tenham sido adquiridas, é necessário preparar o paciente virtual para diagnóstico, avaliação, planejamento de tratamento e simulação. O ambiente do *software* de imagem terá de lidar facilmente com arquivos Dicom, arquivos de superfície, tais como o STL ou OBJ, bem como informações baseadas em cores como JPG ou BMP. Para, desta forma, gerar um PSAR preciso¹¹.

No centro desta abordagem está o paciente verdadeiramente digital ou "a reconstrução anatômica específica do paciente" (PSAR), que não é apenas uma série de imagens 3D e sim um registro anatomicamente exato em que todas as imagens 3D do paciente (CT/CBCT, ressonância magnética, imagens da superfície da face etc.) são sobrepostas em uma estrutura anatômica 3D válida e combinada com propriedades

biomecânicas relevantes. Este processo resulta em único dado definido a partir da combinação de informações relevantes de dois ou mais conjuntos de dados independentes, que é chamado de fusão de imagem¹¹.

Em um estudo realizado em 16 pacientes – com o objetivo de avaliar as vantagens do planejamento 3D na obtenção de resultados pós-operatórios e na fabricação de *splints* cirúrgicos que utilizam a tecnologia CAD/CAM (Computer Aided Manufacturing Design/Computer Aided) para cirurgia ortognática – foi elaborado um planejamento de tratamento convencional pré-operatório para cada paciente, seguindo um protocolo padrão, e os *splints* cirúrgicos foram fabricados. Estes *splints* foram utilizados como controle do estudo. Os planos de tratamento pré-operatórios elaborados foram então transferidos para um ambiente virtual tridimensional em um computador pessoal. A cirurgia foi simulada, a previsão de resultados em tecidos moles e duros produzida e os *splints* cirúrgicos fabricados com tecnologia CAD/CAM. Na sala de cirurgia, ambos os tipos de guias cirúrgicos foram comparados e o grau de semelhança nos resultados obtidos em três planos foi calculado. A linha da osteotomia maxilar foi tomada como o ponto de referência. Três meses após a cirurgia, um segundo conjunto de imagens 3D foi obtido e utilizado para obter medidas lineares e angulares. Os resultados mostraram alto grau de correlação em 15 dos 16 casos. Este elevado coeficiente de correlação obtida na maioria das previsões de resultados foi em tecido duro, e os resultados com menor precisão foram observados no tecido mole na área labial. Portanto, o estudo demonstrou que o *software* utilizado no estudo era confiável para o planejamento 3D e para a fabricação de guias cirúrgicos que utilizavam tecnologia CAD/CAM. No entanto, segundo autores, maiores progressos no desenvolvimento de tecnologias para a aquisição de imagens tridimensionais e novas versões de *softwares* deveriam ser continuamente estudados¹².

A produção de guias para cirurgia ortognática utilizando uma impressora 3D é realizada com aquisição de dados gerados por tomografia computadorizada de pacientes com deformações ortognáticas, após realizar o reposicionamento virtual das bases ósseas. Para reduzir as interferências nas imagens dentárias obtidas por tomografias, modelos de gesso digitalizados são adquiridos simultaneamente com o paciente durante a aquisição de dados 3D, ou separadamente através de um escaneamento de superfície do modelo de gesso. A importação e a combinação destes dados para o planejamento pré-operatório permitem a transformação e o reposicionamento previsto, produzindo uma oclusão ideal. A definição de um guia

Quanto mais recursos adicionados, melhor engrenamento interoclusal é alcançado. Um Oclusograma também quantifica a área de contato real físico entre os dentes. Uma vez que a oclusão final tenha sido especificada, a mandíbula é automaticamente mudada cirurgicamente para facilitar este processo. Genioplastias podem ser realizadas de uma maneira semelhante aos movimentos realizados na maxila.

virtual entre os arcos dentários (oclusão) torna possível codificar o reposicionamento. Depois de realizar a cirurgia simulada, as impressões dos dentes são subtraídas do guia virtual. O guia definitivo é concebido por uma impressora 3D em um processo de prototipagem rápida. A técnica apresentada combina as vantagens dos modelos digitalizados, do planejamento virtual tridimensional e a possibilidade de transformar a informação adquirida em um *splint* dental físico prototipado¹³.

O planejamento de tratamento clássico para uma cirurgia ortognática pode convenientemente ser dividido em um número de processos. Em primeiro lugar, a coleta de informações para compor o exame clínico, radiográfico e fotográfico, que permitem a quantificação da desarmonia dentária e esquelética. Na sequência disto, a cirurgia poderá ser simulada, o que implica a fusão de uma fotografia de perfil lateral a um cefalograma lateral para permitir os traçados preditivos. O passo final é transferir a informação do paciente através da realização de uma gravação em arco facial e com isso ser conduzida a cirurgia do modelo de gesso dentário no articulador, permitindo a fabricação de guias cirúrgicos. A precisão da cirurgia de modelo necessita que a gravação via arco facial seja feita com precisão, de modo que os modelos de gesso articulados possuam uma representação clínica fiel da relação entre a maxila e a mandíbula. Erros nesta fase podem levar a imprecisões na fabricação dos *splints* cirúrgicos, o que resultará em movimentos cirúrgicos não planejados. Estudos que investigaram a precisão da transferência com arco facial encontraram diferenças significativas entre as medidas tomadas em articulador e cefalogramas^{4,9}. Além disso, os articuladores são baseados no princípio de que os côndilos giram em torno de um eixo de articulação, mas, em vez de girar em torno de um único ponto, o movimento do côndilo é realizado através de rotações combinadas que ocorrem durante movimentos

mandibulares. Por isso, os articuladores são incapazes de simular estes movimentos complexos⁹.

Avanços no campo das imagens 3D permitem que estruturas de tecidos duros, incluindo crânio, maxila, mandíbula e dentição, possam ser analisadas. No ambiente virtual, uma vez que as osteotomias sejam delineadas, a cirurgia ortognática virtual pode começar. A maxila pode ser movimentada antero-posterior ou verticalmente, girando ou movendo as bases no plano transversal. Uma vez que a maxila tenha sido colocada na posição desejada, o operador tem de especificar o posicionamento desejado da dentição superior tridimensionalmente. O usuário pode priorizar os recursos necessários para uma oclusão final, por exemplo, eixos coincidentes e Classe I de caninos. Quanto mais recursos adicionados, melhor engrenamento interoclusal é alcançado. Um oclusograma também quantifica a área de contato real físico entre os dentes. Uma vez que a oclusão final tenha sido especificada, a mandíbula é automaticamente mudada cirurgicamente para facilitar este processo. Genioplastias podem ser realizadas de uma maneira semelhante aos movimentos realizados na maxila. Há também uma opção para colocar distrações virtuais sob a orientação



Figura 2
Fusão de imagens, criando o PSAR.

de uma ferramenta, que pode ser útil na definição de um vetor de distração adequado no pré-operatório. Se um modelo de tecido mole foi fusionado como parte do modelo do paciente em 3D, a remodelação tecidual se processa automaticamente em relação aos movimentos cirúrgicos planejados e executados⁹.

Uma vez que o usuário fique satisfeito com os movimentos virtuais operatórios, o arquivo de saída é salvo e pode ser carregado em um servidor para a fabricação dos *splints* cirúrgicos



Figura 3
Delimitação das bases ósseas.

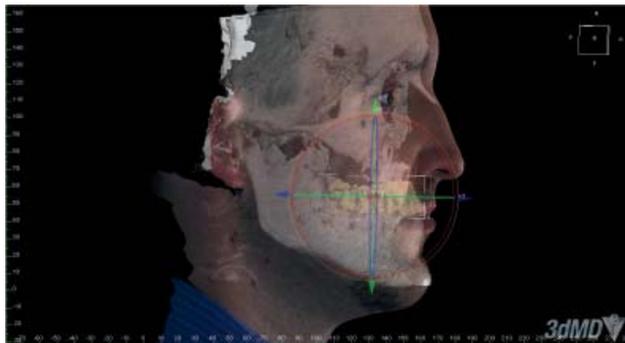


Figura 4
Manobras cirúrgicas tridimensionais.

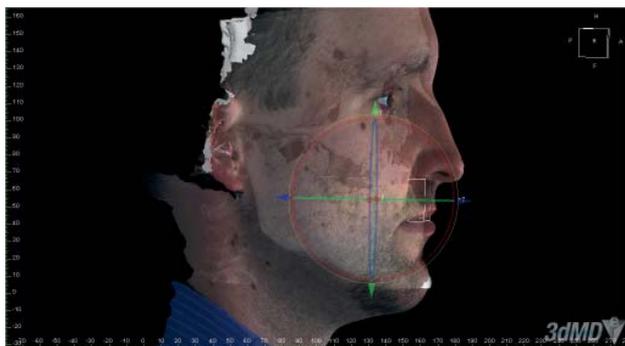


Figura 5
Ganhos teciduais pós-simulação.

por meio do desenho criado por computador. Tratam-se de técnicas de fabricação auxiliadas pelo sistema (CAD/CAM), no qual um modelo do guia cirúrgico criado virtualmente é enviado para o ortodontista e/ou cirurgião para a avaliação. Após sua aprovação, os guias físicos prototipados são enviados para a equipe em cinco dias úteis. Estudos futuros neste campo devem estar voltados ao desenvolvimento de dados 3D para referências cefalométricas⁹.

Um estudo foi efetuado com o intuito de determinar se a cirurgia virtual realizada a partir de imagens geradas por tomografias computadorizadas de feixe cônico teria a condição de simular corretamente o resultado cirúrgico real, e com isso validar a capacidade desta tecnologia emergente em recriar os movimentos da cirurgia ortognática dos tecidos duros em três planos de espaço. Desta forma, foi realizada a construção de modelos tridimensionais pré e pós-cirurgia a partir das CBCTs de 14 pacientes submetidos a cirurgias combinadas de avanço maxilar e de recuo mandibular, e seis pacientes submetidos somente a cirurgia de avanço maxilar. Estes modelos 3D do pós-operatório da cirurgia simulada foram referenciados em relação a base do crânio para quantificar as diferenças entre os modelos da cirurgia simulada e real. Foram utilizados teste *t* Hotelling para avaliar as diferenças entre os resultados cirúrgicos simulados e reais. Os autores observaram que em todas as regiões anatômicas de interesse não houve diferenças estatísticas significativas entre os modelos cirúrgicos simulados e reais. O ramo lateral direito da mandíbula foi a única região que mostrou uma diferença estatisticamente significativa, mas pequena quando se comparam os dois lados na cirurgia de mandíbula. Autores concluíram então que os métodos de cirurgia virtual reproduziram de forma confiável todo o protocolo de tratamento e que os cirurgiões residentes se beneficiariam com este recurso; a cirurgia virtual e a simulação via computador teriam o potencial de aumentar a previsibilidade de resultados obtidos na sala de cirurgia¹⁴.

O planejamento inicia com a fusão das imagens e criação do PSAR (Figura 2). As bases ósseas, geradas a partir da tomografia *cone-beam* são delimitadas para o início da simulação (Figura 3). As manobras cirúrgicas são realizadas obedecendo um protocolo determinado pelos conceitos da cirurgia ortognática (Figura 4) e após conclusão da simulação, o PSAR pode ser visualizado com os devidos ganhos de tecidos moles e esqueléticos (Figura 5).

Infelizmente, a alta definição necessária das tomografias impõem maior número de cortes e, conseqüentemente, maior radiação a ser submetida ao paciente. Recentemente, alguns

estudos propuseram um sistema de reconstrução baseado em duas radiografias, lateral e frontal, a marcação de pontos estabelecidos nas duas angulações e a interpolação por alinhamento linear que ligam os pontos, definindo uma imagem 3D do crânio. A partir da imagem tridimensional do crânio encaixa-se a imagem obtida através do escaneamento a *laser* da face e dos modelos dentários. Em um único arquivo com tamanho reduzido temos informações precisas do tecido duro, do tecido mole e dentário, a um custo reduzido e sem exposições desnecessárias às radiações ionizantes. O sistema faz a inserção das previsões das alterações dos pontos marcados após a cirurgia ortognática e faz uma predição da repercussão em tecidos moles de acordo com algoritmos de deformação estudados. Apesar da validade da iniciativa, este método não se mostrou com a acurácia experimentada com os métodos baseados na TC¹⁵.

Conclusão

Com o advento e a introdução na Odontologia dos recursos ligados a imagiologia tridimensional, as possibilidades de diagnósticos foram melhoradas, além das possibilidades no planejamento dos tratamentos. Muitos *softwares* foram e estão sendo desenvolvidos com o objetivo de otimizar e prever resultados obtidos com as cirurgias ortognáticas, pois estes procedimentos cirúrgicos virtuais são passíveis de serem realizados e analisados em um período pré-operatório.

O futuro da tecnologia baseada na fusão de imagens da superfície da face com aquelas geradas por tomografias de

feixe cônico irá, cada vez mais, se tornar ferramenta imprescindível para o planejamento ortodôntico e cirúrgico. Interatividade, comunicação, previsibilidade e precisão são algumas vantagens deste protocolo contemporâneo. Os avanços recentes na tecnologia da captação de imagens por tomógrafos e sua popularização vêm tornando seus custos cada vez mais acessíveis, expondo os pacientes a doses menores de radiação, quando comparados a recursos mais limitados como uma tomada radiográfica periapical da boca toda, o que também facilita a disseminação deste recurso nos meios acadêmicos e profissionais. Os *softwares* que também fazem parte deste processo e são úteis no campo de diagnóstico, planejamento do tratamento, medida do resultado e precisão de simulação cirúrgica 3D precisam ser submetidos a mais pesquisas e testes para, desta forma, possuir maior confiabilidade e aceitação no meio profissional.

Ortodontistas e cirurgiões bucomaxilofaciais contam com inúmeros recursos tecnológicos neste novo milênio. Indubitavelmente, as possibilidades disponibilizadas pelo universo digital não devem ser deixadas de lado ou entrarem em descrédito. Estudos vêm sendo publicados gradativamente e em todos os continentes. A interatividade somada a previsibilidade e aliada a precisão são elementos chaves para se chegar a um alto nível de excelência nos resultados de tratamentos realizados em pacientes com grandes expectativas e portadores de discrepâncias dentoesceléticas.

Endereço para correspondência:

Marlos Euripedes de Andrade Loiola

Av. ACM, 1.034 – Ed. Pituba Parque Center – Sala 346 – Ala A – Pituba
41858-900 – Salvador – Bahia
marlosloiola@gmail.com

Referências

- Cevidanes LHC, Tucker S, Styner M, Kim H, Chapuis J, Reyes M et al. Three-dimensional surgical simulation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2010;138(3):361-71.
- Friede H, Kahnberg KE, Adell R, Ridell A. Accuracy of cephalometric prediction in orthognathic surgery. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 1987;45(9):754-60.
- Angle EH. Double Resection for the Treatment of Mandibular Protusion. *Dental Cosmos* 1903;45(4):268-74.
- Ellis E. Accuracy of model surgery: evaluation of an old technique and introduction of a new one. *J. Oral Maxillofac. Surg* 1990;48(11):1161-7.
- Bamber MA, Harris M, Nacher C. A validation of two orthognathic model surgery techniques. *Journal of Orthodontics* 2001;28(2):135-42.
- Anwar M, Harris M. Model surgery for orthognathic planning. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 1990;28(6):393-7.
- Lane C, Harrell Jr. W. Completing the 3-dimensional picture. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2008;133(4):612-20.
- 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. *The European Journal of Orthodontics* 2011.
- Popat H, Richmond S. New developments in: three-dimensional planning for orthognathic surgery. *Journal of Orthodontics* 2010;37(1):62-71.
- Terajima M, Endo M, Aoki Y, Yuuda K, Hayasaki H, Goto TK et al. Four-dimensional analysis of stomatognathic function. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2008;134(2):276-87.
- Schendel SA, Lane C. 3D orthognathic surgery simulation using image fusion. *Seminars in Orthodontics*. Elsevier 2009;15(1):48-56.
- Centenero SAH, Hernández-Alfaro F. 3D planning in orthognathic surgery: CAD/CAM surgical splints and prediction of the soft and hard tissues results - Our experience in 16 cases. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. Elsevier Ltd 2011;29:1-7.
- Metzger MC, Hohlweg-Majert B, Schwarz U, Teschner M, Hammer B, Schmelzeisen R. Manufacturing splints for orthognathic surgery using a three-dimensional printer. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;105(2):1-7.
- Tucker S, Cevidanes LHS, Styner M, Kim H, Reyes M, Proffit W et al. Comparison of actual surgical outcomes and 3-dimensional surgical simulations. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 2010;68(10):2412-21.
- Hong Z, Yanning Z, Yaopu F, Yuxia H. Three-dimensional reconstruction and orthognathic surgery simulation system of craniofacial region based on cephalograms and laser scanning. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi* 2011;29(4):339-43.

