

Nicoletta Formenti

Cirurgia guiada em implantologia – revisão narrativa

Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências da Saúde, Porto 2019

Nicoletta Formenti

Cirurgia guiada em implantologia – revisão narrativa

Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências da Saúde Porto, 2019

Nicoletta Formenti

Cirurgia guiada em implantologia – revisão narrativa

Trabalho apresentado à Universidade Fernando Pessoa como parte dos requisitos para
obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Nicoletta Formenti

DEDICATÓRIAS

Dedico questo mio percorso alla mia famiglia, a mio Padre, a mia Madre, alle mie sorelle Greta e Stefania: è grazie a voi se sono la persona che sono e oggi mi trovo qui per il coronamento di questo traguardo, anche nei momenti difficili voi eravate presenti; un sincero grazie per tutto ciò che mi avete fatto imparare e che ho ricevuto.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Professor Doutor José Paulo Macedo, agradeço pela disponibilidade, atenção e grande ajuda que me foi prestada na elaboração do meu trabalho, e pelo grande contributo na minha formação durante estes anos.

A mio Padre come punto di riferimento continuo. È grazie a te che ora sto concludendo questo percorso, se sono riuscita a chiudere questo capitolo importante della mia vita è grazie a te che hai sempre creduto in me.

A mia Madre che c'era anche nei momenti più bui e nelle difficoltà, senza le tue parole sempre al posto giusto e al momento giusto, non sarei qui oggi; mi hai visto crescere, maturare, soffrire e gioire, sempre dandomi la forza necessaria. Solo un sincero Grazie.

Una dedica speciale alle mie amiche, a tutti i miei amici, ai miei colleghi, che ogni giorno hanno condiviso con me gioie, sacrifici e successi, senza voltarmi mai le spalle. Il vostro affetto e sostegno fanno sì che il traguardo sia ancora più prezioso.

Al mio ragazzo che è sempre stato presente in tutti i momenti che questa esperienza poteva darmi, sia positivi che negativi, non smettendo mai di darmi la forza per andare avanti.

A me stesso per aver creduto nelle mie capacità e per aver raggiunto finalmente l'obiettivo di una vita.

RESUMO

A implantologia oral é um ramo da medicina dentária que a partir de um correto diagnóstico recorre a um conjunto de técnicas imagiológicas e cirúrgicas que têm como objetivo reabilitar funcionalmente um paciente edêntulo parcial ou totalmente, através da colocação de dispositivos médicos, metálicos no osso semelhantes a raízes dentárias.

Os dispositivos são chamados de implantes, colocados em espaços com ausência dentária, permitindo reabilitar de forma fixa e estável os dentes ausentes na boca do paciente.

Os implantes constituem uma boa solução em muitas soluções, e devido à permanente investigação das empresas produtoras de implantes, as superfícies destes, o recurso a novas tecnologias, das quais se destaca a cirurgia guiada, permitiram melhorar o fenómeno de osteointegração e o posicionamento dos implantes com vista a uma reabilitação cada vez mais predictível.

O objetivo deste trabalho é realizar uma pesquisa bibliográfica sobre a cirurgia guiada como um sistema implantar planificado em computador, a partir de cortes tomográficos axiais, permitindo-nos uma visualização prévia da colocação do implante tridimensionalmente.

Palavras-chave: “implantologia”, “cirurgia implantar”, “implantologia guiada”, “estereolitografia”, “CBCT”.

ABSTRACT

Oral implantology is a branch of dentistry that from a correct diagnosis resorts to a set of surgical techniques that aim to functionally rehabilitate a edentulous patient partially or totally, through the placement medical devices, metallic in bone similar to dental roots.

The devices are called implants, placed in spaces with dental absence, allow the fixed and stable rehabilitation of missing teeth in the patient's mouth.

Implants are a good solution in many solutions, and due to the permanent research of implant manufacturers, their surfaces, the use of new technologies, including guided surgery, have improved the phenomenon of osseointegration and the positioning of implants for an increasingly predictable rehabilitation.

The objective of this study is to carry out a bibliographic research on guided surgery as a computer-planned implant system, based on axial tomographic sections, allowing us to preview the placement of the implant in three-dimensional.

Key words: "implantology", "implant surgery", "guided implantology", "dental surgery", "stereolithography", "CBCT".

ABREVIATURAS

CAD: Computer-aided design

CAM: Computer-aided manufacturing

CAS: Computer Assisted Surgery

DICOM: Digital Imaging and Communications in Medicine

RP: Rapid prototyping

TCFC: tomografia computadorizada de feixe cónico

STL ou SLA: Stereolithography

3D: Tridimensional

FIGURAS

Fig.1: computer-aided design of surgical guide (adaptado de Geng *et al.*, 2015).....5

Fig.2: a. Orientação do paciente no emissor de feixe, b. Orientação do paciente do scanner Cone Beam CT, e c. Cone Beam scanner, CT sentado ou em pé (Adaptado de Greenberg, 2017)..... 6

Índice

RESUMO.....	I
ABSTRACT.....	II
ABREVIATURAS.....	III
FIGURAS.....	IV
I. Introdução.....	1
1. Materiais e métodos.....	2
II. Desenvolvimento.....	3
1. Objetivos da cirurgia guiada.....	3
2. Requisitos para planificação da cirurgia.....	3
i. Tomografia computadorizada como guia radiológica.....	5
ii. Esterolitografia, criação da guia cirúrgica.....	6
3. Protocolo cirúrgico.....	7
i. Planeamento pré-operatório.....	7
ii. Procedimento laboratorial e planificação da cirurgia.....	8
iii. Protocolo cirúrgico.....	9
4. Análise do implante pós-cirurgia.....	11
III. Discussão.....	12
IV. Conclusão.....	13
V. Bibliografia.....	15

I. Introdução

A cirurgia implantar visa substituir uma ou mais raízes dentárias, com o fim de restaurar a dentição com uma prótese fixa ou removível. O sucesso da colocação do implante é definida pela implantação estável a longo prazo, no osso peri-implantar, sem inflamação dos tecidos moles (Schnutenhaus *et al.*,2018).

Desde o desenvolvimento da cirurgia implantar na metade da década de 1990, a cirurgia implantar guiada desenvolvida por computador rapidamente ganhou popularidade (Kupeyan *et al.*,2006).

Nos últimos anos, a inserção de implantes dentários tornou-se um método muito mais difundido, para alcançar resultados satisfatórios do ponto de vista funcional e estético. O sucesso clínico da colocação do implante é baseado num planeamento pré-operatório preciso. As técnicas utilizadas na cirurgia assistida por computador são propostas para obter um implante com posicionamento preciso, a prevenção de lesões de importantes do ponto de vista anatômico e estrutural, como o nervo mandibular ou o seio maxilar (Naziri *et al.*,2016).

A cirurgia guiada representa um progresso na cirurgia implantar com abordagem tradicional, já que permite a inserção do implante com cirurgia flapless, enquanto na abordagem convencional necessitamos de realizar um retalho mucoperiosteal (Seo e Juodzbaly,2018).

A técnica cirúrgica flapless oferece aos clínicos a capacidade de colocar implantes em menos tempo, com menos sangramento e menor tempo de cicatrização. A abordagem cirúrgica requer penetração da mucosa alveolar e óssea sem retalho do mucoperiosteal. Evitar a criação de um retalho, resulta em menos desconforto pós-operatório do paciente e possível formação de tecido cicatricial (Danza e Carinci ,2010).

Em geral existem duas maneiras de realizar uma cirurgia guiada. A primeira opção é fabricar uma guia como modelo cirúrgico manualmente, diretamente sobre a boca do paciente; a segunda é usar a tecnologia de prototipagem rápida com auxílio do computador (Naziri *et al.*,2016).

Vários são os métodos baseados em Computer Assisted Surgery (CAS) que visam minimizar as diferenças entre o planeamento pré-operatório e resultado final do tratamento, podem ser considerados estáticos quando modelos estereolitográficos são usados durante a perfuração e inserção do implante dentário, ou dinâmicos quando na cirurgia intraoperatória em tempo

real , o dispositivo é usado para monitorizar as brocas e a instalação seguindo o caminho de inserção planeado e visualizado em tempo real (Jorba-García *et al.*, 2019).

Qualquer que seja a tecnologia de guia cirúrgica que possa ser usada, a chave é a transferência de dados de planeamento para a cavidade oral com precisão (Chang *et al.*, 2018).

Segundo Naziri *et al.*, 2016, o passo inicial para ambas as opções é adquirir dados 3D definidos. Após a digitalização, os dados são importados para o software de planeamento virtual e o planeamento dos implantes pode ser executado. Com base nestes dados, o modelo cirúrgico pode ser produzido manualmente usando o modelo odontológico do paciente ou usando a tecnologia CAD/CAM (design assistido por computador ou por produção directa do computador). O resultado de ambas as opções é um modelo cirúrgico na forma de perfuração e inserção do implante guia que representa a ligação entre o planeamento virtual e realidade cirúrgica.

A guia de precisão incorporada no modelo cirúrgico, permite que o médico posicione o implante na posição planeada com mais precisão do que ao usar uma guia cirúrgica não CAD/CAM (Rungcharassaeng *et al.*, 2015).

1. Materiais e métodos

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica eletrónica utilizando bases de dados MEDLINE (PubMed) e B-on com seguintes palavras chave: “*surgery*”, “*implantology*”, “*implantsurgery*”, “*guidedimplantology*”, “*dental surgery*”, “*stereolithography*”, “*CAD/CAM*”, “*computer-assisted surgery*”, “*CBCT*”.

Foram analisados artigos com o intervalo temporal compreendido entre 2006 e 2019 tendo-se utilizado revisões bibliográficas, estudos randomizados e estudo em vivo.

II. Desenvolvimento

1. Objectivos da cirurgia guiada

A cirurgia flapless programada com computador e a carga imediata são os tópicos mais recentes em implantologia.

Uma nova abordagem cirúrgica de colocação de implantes baseada em computador, recorrendo a imagens tridimensionais, transfere a posição do implante do design virtual para o modelo mestre (Danza e Carinci,2010).

O uso da cirurgia guiada como recurso tem aumentando ultimamente (Fauroux *et al.*, 2018). Este sucesso deve-se ao facto deste recurso permitir planeamento prévio e precisão. Os objetivos desta técnica são: melhorar a precisão da colocação do posicionamento do implante, técnica flapless, melhor pós-operatório para o paciente e redução no tempo de recuperação após a colocação do implante (Mai *et al.*,2018).

A cirurgia guiada facilita a intervenção tanto a um médico com muita experiência, como por um médico inexperiente, pois fornece uma solução terapêutica confiável no caso de cirurgias complexas, em que a precisão da colocação do implante é crucial e, às vezes, pode evitar a cirurgia pré-implantar (Fauroux *et al.*, 2018).

2. Requisitos para planificação da cirurgia

A técnica guiada pressupõe a utilização de dispositivos cirúrgicos, como o uso de uma guia cirúrgica e brocas de perfuração adaptadas. Estas guias são modelos estereolitográficos, produzidas com alta precisão e destinam-se à colocação dos implantes.

A guia cirúrgica é fabricada com base na planificação virtual, é personalizada, significa dizer construída para cada paciente. Um modelo em resina contém todas as informações necessárias para o posicionamento dos implantes. Mais não são que modelos cirúrgicos auxiliares para cirurgia implantar, considerando o tipo de intervenção, condições naturais do paciente, forma de perfuração, local, diâmetro e comprimento dos implantes de forma a minimizar os riscos da intervenção (Lee *et al.*, 2013).

Existem duas maneiras diferentes de criar uma guia cirúrgica: a partir do modelo em gesso, obtido através impressão com alginato, e com reprodução de dentes e dos tecidos

moles, e a partir do modelo 3D (guia cirúrgica fabricada a partir de dados computadorizados produzida pela esterolitografia).

O desenvolvimento de novas tecnologias de imagem, como Tomografia Computadorizada em forma de cone (TCFC) levou a grande progresso no planeamento quando comparamos com as radiografias panorâmicas, pois fornece dados tridimensionais (3D) da anatomia do paciente, estruturas nervosas e vasculares que são de proteger (Jorba-García *et al.*, 2019).

Os dados 3D obtidos são fundamentais porque inseridos no computador permitem os seguintes objetivos primários do planeamento de implantes: (1) deteção de quantidade e qualidade de osso disponível, (2) identificação de estruturas anatômicas críticas, (3) deteção de patologias e (4) simulação da colocação cirúrgica de implantes que foram sobrepostos em imagens tridimensionais de locais hospedeiros planeados (Dandekeri *et al.*, 2013).

Os passos que comportam uma criação de guia cirúrgica e de guia radiológico têm limitações por isso têm uma margem de erro, mas os avanços da cirurgia guiada demonstram uma técnica que é cada vez mais planificada com rigor e, portanto, muito segura (Taschieri, 2018).

Contudo, desde a aquisição da imagem ao modelo estereolitográfico, todas as etapas devem ser realizadas de forma rigorosa, só assim a planificação com o posicionamento correcto dos implantes, permite uma correcta aplicação clínica (Lee *et al.*, 2013).

Uma vez feita a digitalização das imagens, estas são transferidas para um software que cria imagens 3D onde se pode planificar a posição, o diâmetro e o número dos implantes, originando uma guia cirúrgica virtual, as posições dos implantes são planeadas no espaço tridimensional (Schnutenhaus *et al.*, 2018).

O programa de computador usado para produzir imagens axiais, coronais, sagitais, usa as imagens originais convertendo-as em formato DICOM (Digital Imaging e Communications in Medicine), e são todas visíveis simultaneamente em quatro janelas interativas num monitor de computador (Geng *et al.*, 2015).

O método de projeção dos implantes colocados na realidade 3D, baseia-se na transferência de valores matemáticos relativos a implantes, imagens obtidas do TCFC processadas com um programa de computador. As imagens são transferidas para o modelo personalizado através de um paralelômetro tridimensional (Danza e Carinci, 2010).

Para transferir a posição pré-operatória dos implantes para a boca do paciente precisamos das guias cirúrgicas baseadas na configuração pré-operatória e no planejamento virtual dos implantes, estas podem ser fabricadas manualmente no laboratório ou estereolitograficamente criadas com o auxílio da tecnologia CAD / CAM. Usando o sistema de planejamento CAD / CAM, é possível determinar pré-cirurgicamente, com visão em 3D e com um alto grau de precisão a posição ideal e inclinação para a colocação dos implantes. Portanto, é importante determinar a precisão e a segurança de cada sistema, transferindo os dados do plano CAD ao ambiente cirúrgico (Fig.1) (Guarnieri *et al.*,2014).

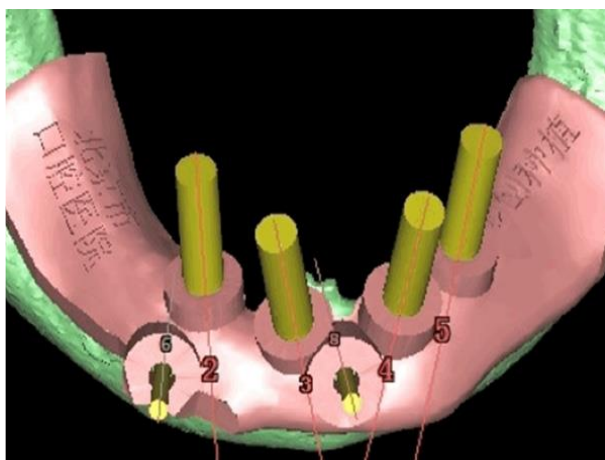


Fig.1: computer-aided design of surgical guide (adaptado de Genget *al.*, 2015)

i. Tomografia computadorizada

A maxila e a mandíbula têm uma estrutura anatômica especial, como fossas nasais, seio maxilar, nervo alveolar inferior e forâmen mentoniano, informações que devem ser obtidas antes de realizar uma cirurgia implantar para planejar a posição e profundidade do implante, melhorar a taxa de sucesso e reduzir possíveis sequelas da cirurgia (Sun *et al.*,2017).

Anteriormente, a radiografia bidimensional foi utilizada para observar a quantidade de estruturas ósseas e anatômicas do paciente disponíveis, mas não fornecia informações tridimensionais (3D) importante para a planificação (Zhao *et al.*, 2014).

A tomografia computadorizada (TC), foi criada por Sir Godfrey Hounsfield e Allen M.Cormack em 1972. A técnica de tomografia computadorizada dentária, também chamada de Dentscan, foi desenvolvida por Schwarz *et al.*, em 1987. A tomografia computadorizada, ou mais especificamente, tomografia computadorizada de feixe cônico ou TCFC (imagem em raios-X 3D) é utilizada no pré-operatório para localizar com precisão estruturas vitais que

incluem o canal alveolar inferior, o forâmen mentoniano, as fossas nasais e o seio maxilar, as probabilidades de complicações podem ser reduzidas, assim como o tempo de cadeira e o número de visitas (Dandekeri *et al.*,2013).

As informações tridimensionais fornecem maior precisão na área de interesse, são mais seguras para a sua utilização e por menos de 2% da radiação. A TCFC permite ao médico criar um procedimento cirúrgico guiado no espaço ideal. A tomografia computadorizada (TC) é capaz de mostrar informações sobre tecido ósseo e mole em múltiplas visualizações em corte transversal (Dandekeri *et al.*,2013, Zhao *et al.*, 2014).

As imagens transversais da mandíbula ou maxila são essenciais para o planeamento para delinear a trajetória do implante dentário e a profundidade bem como as condições anatómicas para o receber (Fig.2) (Greenberg, 2017).

O uso desta tecnologia tem se mostrado uma ferramenta auxiliar de diagnóstico, eficaz para avaliar o volume ósseo, densidade e o mais importante, para permitir o planeamento do tratamento no que concerne ao comprimento, diâmetro e localização adequada do implante (Seo e Juodzbalys,2018).

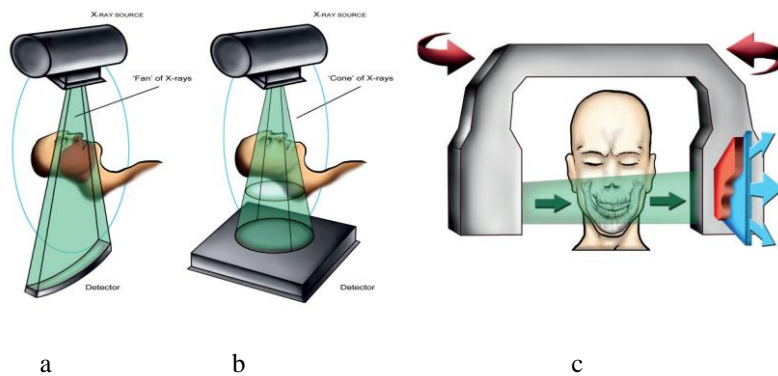


Fig.2: a. Orientação do paciente no emissor de feixe, b. Orientação do paciente no scanner Cone Beam CT, e c. Cone beam scanner , CT sentado ou em pé (Adaptado de Greenberg, 2017)

ii. Estereolitografia, criação da guia cirúrgica

Estereolitografia, SLA - Prototipagem Rapidamente Assistida (RP) é um novo método em medicina dentária que permite a fabricação de guias cirúrgicas a partir dos três modelos gerados pelo computador com vista a um posicionamento preciso dos implantes. Um modelo

cirúrgico estereolitográfico é fabricado usando planeamento assistido por computador (Seo e Juodzbaly, 2018).

O procedimento estereolitográfico é feito usando tecnologia específica, a guia cirúrgica que é preparada numa máquina de prototipagem rápida (Testori *et al.*, 2012).

A máquina SLA usa uma resina líquida fotopolimerizável que através um laser forma uma película de 1mm de espessura. A SLA, através dos dados presentes no computador, simulados previamente, seleciona o diâmetro e o ângulo dos implantes e seletivamente polimeriza as resinas que não-de envolver as guias cilíndricas. Posteriormente, os cilindros de metal são inseridos nas guias cilíndricas para guiar as brocas durante a cirurgia. Em consequência, o ângulo mesio distal e o posicionamento bucolingual do implante, que foi planeado com software de simulação 3D de computador são transferidos para a guia cirúrgica criada por SLA (Moon *et al.*, 2016).

3. Protocolo clínico

Segundo Dandeker *et al.*, 2013, os passos no planeamento do protocolo clínico da cirurgia guiada estão divididos nos seguintes:

- Fabricação de um modelo radiográfico (guia radiológica)
- Procedimento de digitalização com tomografia computadorizada (TC)
- Planeamento dos implantes através software de planeamento de implante cirúrgico interativo
- Fabricação de modelos estereolitográficos
- Operação cirúrgica (protocolo cirúrgico)

i. Planeamento pré-operatório

A osteointegração de implantes dentários é o requisito mais importante para restaurações suportadas por implantes, enquanto a instalação ideal para implantar tem como meta melhorar o desempenho estético e funcional de tais restaurações. A inserção desfavorável do implante pode causar efeitos adversos na osteointegração, na previsibilidade a longo prazo, no sucesso e no resultado estético da prótese. O planeamento pré-cirúrgico é essencial para alcançar excelentes resultados estéticos e funcionais com implantes dentários (Geng *et al.*, 2015).

O planeamento pré-operatório envolve a aquisição e estudo dos moldes, do wax-up, das radiografias panorâmicas e tomografia computadorizada. O diagnóstico em 3D permite uma avaliação detalhada do osso alveolar em todas as três dimensões que facilita a determinação do número ótimo e a posição dos implantes dentários (Naziri *et al.*,2016).

O exame clínico e radiológico cuidadoso, desempenha um papel importante para evitar complicações e melhorar o sucesso do tratamento (Özalp *et al.*,2018).

No entanto, o primeiro passo é estudar o caso clinicamente e prescrever um exame 3D ao paciente. Depois do operador verificar o TCFC com o software, verificar a possibilidade de colocação dos implantes suportando a reabilitação (Bruno *et al.*, 2013).

A utilização na fase de planeamento pré-operatório da tomografia computadorizada de feixe cônico reduz muito a radiação do paciente, o que modifica a maneira de como os dentistas observam os complexos buco-maxilo-facial (Danza e Carinci,2010).

ii. Procedimento laboratorial e planificação da cirurgia

Após um exame clínico objetivo inicial e análise de exames instrumentais, o clínico deve levar as impressões digitais ou por moldagem das arcadas dentárias para realizar um enceramento diagnóstico que reproduza dimensões e estética da reabilitação definitiva. Posteriormente, o técnico dentário terá que construir um modelo radiológico para adquirir e processar dados através de software (Testori *et al.*,2012).

Os passos sucessivos são utilizar os dados do TC que são convertidos em um formato file STL compatível com o plano do programa, tendo os dois conjuntos de digitalização colocados um em cima do outro. As digitalizações são do tecido ósseo e a outra da prótese completa, que mostra a posição dos dentes no modelo com dentes. Os dados reformatados são então disponibilizados para o planeamento da colocação dos implantes (Kupeyan *et al.*,2006).

Nesta fase, se o alinhamento não estiver correto, o clínico terá que realinhar os pontos manualmente, esta fase é chamada de “inicialização”. Quando o alinhamento está concluído, o médico verifica com os pontos de correspondência. Depois de alinhar perfeitamente os dois exames, o médico pode escolher o tipo, a largura, a altura e inclinação dos implantes e posicioná-los no planeamento virtual, tendo em conta os dentes naturais e a fase final de restauração, escolhidos de acordo com o tipo de reabilitação (De vico *et al.*, 2016).

Os modelos de implantes foram colocados nos locais ideais na zona edêntula da boca, fornecendo as posições exatas dos futuros implantes.

Feita a colocação virtual dos implantes, o produto criado pela estereolitografia foi enviado ao laboratório de prótese dentária. Um novo registo inter-oclusal foi feito entre a guia cirúrgica e o articulador, para facilitar o posicionamento e transferir a relação cêntrica e vertical, informações relativas ao paciente que serão utilizadas durante a operação. No momento da cirurgia, a guia cirúrgica será fixada em dentes, na estrutura óssea ou na mucosa. A guia cirúrgica, portanto, fornece a capacidade de transferir as posições exatas onde serão colocados os implantes (Kupeyan *et al.*,2006).

Existem diferentes tipos de guias cirúrgicas: moldes de suporte dentário, para pacientes parcialmente desdentados, com suporte ósseo ou mucoso, para pacientes totalmente desdentados ou de suporte combinação osso-dentes ou mucosa-dentes. As características fundamentais, comuns a todos os tipos de modelos cirúrgicos são, a precisão e estabilidade porque devem ser capazes de transferir as informações do modelo para o paciente (Testori *et al.*,2012).

A guia cirúrgica gerada é usada pelo técnico dentário, para fazer um cast definitivo com a posição precisa dos implantes antes da cirurgia. Portanto, um modelo definitivo ou temporário da prótese pode ser construída antes do procedimento cirúrgico, para obter uma função imediata (Bruno *et al.*,2013).

A localização do implante foi planeada na posição ideal levando em consideração os pontos de referência da anatomia, a guia cirúrgica foi produzida, o cirurgião agora tem a possibilidade de execução de uma intervenção personalizado e não invasiva (Chang *et al.*,2018).

iii. Protocolo cirúrgico

O procedimento cirúrgico pode ser executado com cirurgia flaplesse realizada sobre anestesia. A guia cirúrgica é inserida e posicionada na boca do paciente, em relação cêntrica (Kupeyan *et al.*,2006).

Depois do planeamento virtual feito podemos projetar e obter um modelo cirúrgico que é assente apenas nos dentes ou no osso cortical ou na mucosa. Os cilindros são montados dentro da guia cirúrgica, orifícios através nos quais o clínico colocará os adaptadores dos

instrumentos rotativos. Esses orifícios irão "guiar" as brocas necessárias para inserir o implante transferindo a posição planejada com o software (Testori *et al.*,2012).

A estabilidade da guia é preferencialmente procurada por suportes dentários. O osso é utilizado para apoio em caso de edentulismo completo ou se os suportes dentários são insatisfatórios (Dandekeri *et al.*,2013).

Se for o osso a referência de colocação da guia, o passo inicial é colocar os pinos de estabilização, nas três posições horizontais pré-ajustadas. A ponta helicoidal de 1,5 mm é usada para criar pontos de retenção para os pinos de estabilização. Os pinos são posicionados, fixando a guia cirúrgica (Kupeyan *et al.*,2006).

O sistema de fixação da guia cirúrgica permite retirar várias vezes a guia e reposicioná-la, colocando-a na posição inicial. Os pinos permanecem na mesma posição durante todo o tempo de tratamento, permitem que a guia não perca a posição inicial (Taschieri, 2018).

O primeiro local de osteotomia é preparado adjacente ao local do implante mais anterior, utilizando como ajuda a guia em posição estabelecida e as brocas. O comprimento e o diâmetro do implante pré-estabelecido e posicionado usando a guia cirúrgica (Kupeyan *et al.*,2006).

A perfuração é guiada e as brocas só podem mover-se ao longo do eixo planejado evitando qualquer oscilação, as osteotomias são realizadas, através da configuração dos cilindros presentes na guia cirúrgica. Usando este protocolo, a posição do implante é transferido com precisão da posição digital para a boca (Bruno *et al.*, 2013)

Após a inserção do implante, em alguns sistemas, é inserido um pilar modelo, que liga a guia cirúrgica ao implante inserido, proporcionando estabilidade adicional ao modelo. Por vezes a cirurgia envolve a inserção de mais que um implante, os seguintes são inseridos no lado oposto da arcada, adjacente ao implante mais anterior. Os implantes são posicionados, utilizando as mesmas guias de perfuração e as mesmas brocas (Kupeyan *et al.*,2006).

Todas as etapas cirúrgicas incluem a perfuração utilizando comprimentos da broca ascendente e a inserção do implante é realizada sempre em presença da guia cirúrgica (Schnutenhaus *et al.*,2018).

A colocação do implante é realizada com um procedimento sem retalho, o que resulta numa intervenção cirúrgica mínima. A cirurgia guiada executa-se de forma rápida e não traumática, com um mínimo de complicações pós-operatórias, permitindo que o paciente saia da cadeira

já com uma prótese fixa provisória. O curto tempo da cirurgia permite um pós-operatório sem complicações e um curto período de recuperação com mínimo desconforto (Kupeyan *et al.*, 2006).

Uma vez que a fase de osteointegração foi completada, o protocolo convencional é seguido, uma impressão é feita aos implantes ou componentes intermediários para a fabricação da prótese final (De vico *et al.*, 2016).

4. Análise da posição dos implantes pós-cirurgia

Para analisar as diferenças de posição dos implantes, entre o planeamento pré-operatório e a colocação, são avaliados erros angulares e erros de distância (Moon *et al.*, 2016).

A posição clínica do implante pós cirurgia é registada como parte do processo de restauração.

As digitalizações TCFC são obtidas com os mesmos ajustes da tomografia computadorizada pré-operatória, alinhadas com aquelas derivadas do pós-operatório, permite avaliar a diferença entre as posições reais dos implantes e as posições iniciais do planeamento virtual (Zhao *et al.*, 2014).

As imagens vêm sobrepostas digitalmente utilizando um programa de software para comparação. As seguintes variáveis são registadas em três parâmetros:

- 1. Desvio em profundidade:** medida ao nível coronal do implante, no nível central do implante e no ponto apical.
- 2. Desvio radial:** este foi medido ao nível coronal do implante (SMR = desvio radial mesial, SDR = desvio radial distal), e ao nível do ponto apical (ARD = desvio radial apical). Medição de discrepância mesial e distal ao nível coronal entre as posições virtuais e reais dos implantes.
- 3. Desvio angular:** medido como o ângulo (como parte de 360°) entre os eixos pré e pós-operatórios do implante (Guarnieri *et al.*, 2014).

O *t* teste é utilizado para a comparação entre os implantes planeados e os implantes inseridos em termos de desvios angulares e desvios na posição do colo e do ápex (Geng *et al.*, 2015).

Os resultados são as diferenças observadas entre as medidas registradas virtualmente e as efetivas, através da significância estatística definida como $P < 0.01$ (Guarnieri *et al.*, 2014).

A variação vertical (desvio em profundidade) é mais comum que a variação horizontal (desvio radial). Tal ocorre porque a parte superior do osso alveolar é muitas vezes difícil de diferenciar nos dados de TC durante o estudo de colocação do implante. Assim, após a colocação do implante, geralmente verifica-se um posicionamento um pouco mais profundo após a remoção do guia (Moonet *et al.*, 2016).

III. Discussão

Os sistemas de cirurgia guiada apresentam diferentes vantagens: permitem um mais cuidadoso planejamento implantar e aceleram a curva de aprendizagem, desenvolvendo a aptidão da visão tridimensional das estruturas anatômicas. Os modelos cirúrgicos permitem uma colocação de implantes mais precisa, segura e mais rápida.

O trabalho do operador passou de uma simples execução cirúrgica, própria dos anos 80' e 90', para as fases de diagnóstico, planejamento e execução cirúrgica (Testoriet *et al.*, 2012).

Os avanços tecnológicos mudaram completamente a visão da cirurgia oral, contribuindo para um aumento da previsibilidade na colocação dos implantes.

O aspecto fundamental e discriminante é a precisão do sistema guiado que permite que os dados processados na fase de diagnóstico sejam transferidos para o campo operacional (Testori *et al.*, 2012).

Diversas são as vantagens obtidas devido à tecnologia 3D, tais como a identificação com grande precisão dos pontos anatômicos, análise precisa da topografia óssea, colher informações sobre o tamanho, direção e posição do osso para uma colocação precisa do implante na fase de preparação pré-operatória (Dandekeri *et al.*, 2013).

A precisão da colocação do implante é essencial, especialmente quando a restauração é imediata, o espaço disponível é limitado e o risco de danificar as estruturas vitais é elevado (Cristache e Gurbanescu, 2017).

O implante guiado oferece um grau de precisão adequado mesmo na presença de diferentes configurações de dentição residual ou diferentes abordagens cirúrgicas. Mesmo considerando

uma tolerância processual e metodológica, a precisão alcançada do ponto de vista clínico pode ser dada como excelente para tratamentos protéticos tornando a reabilitação protética segura e previsível para o paciente (Schnutenhauset *al.*,2018).

Os fatores segundo Seo e Juodzbaly, em 2018, que podem influenciar o sucesso de uma cirurgia guiada, além da planificação protética, são: (1) densidade óssea, (2) espessura da mucosa, (3) técnicas cirúrgicas, (4) mandíbula, (5) hábito de fumar e (6) comprimento do implante. No entanto, todas as etapas de diagnóstico e terapêutica podem estar sujeitas a imprecisões e influenciar a previsibilidade final. O médico e os componentes devem ser tão precisos quanto possível para que o planejamento cirúrgico seja fiel, proporcionando a previsibilidade de técnicas e dificuldades que podem ser encontradas durante a intervenção cirúrgica, reduzindo o tempo e a possibilidade de erros (Schnutenhauset *al.*,2018).

Os recursos utilizados nas várias etapas podem ser fonte de erros porque cada um tem limitações, por exemplo, a tecnologia CAD/CAM limita a visibilidade e o controle tátil durante o procedimento cirúrgico. A abertura insuficiente da boca compromete o procedimento cirúrgico que pode provocar um risco de dano a estruturas anatômicas vitais (Dandekeri *et al.*,2013).

Portanto, parece claro o quanto importante são os avanços tecnológicos para o clínico uma vez que permitem na fase operacional um aumento da precisão cirúrgica e eliminação do sempre possível erro humano durante o ato cirúrgico, bem como o tempo de tratamento para o paciente que pode ser reabilitado com uma prótese fixa temporária com carga imediata (Testori *et al.*,2012).

IV. Conclusão

Melhoria nos métodos cirúrgicos reconstrutivos e qualidade aumentada na reabilitação protética exigem diagnóstico, planejamento e posicionamento extremamente precisos dos implantes. A concretização deste trabalho teve como objetivo fundamentar os benefícios, as vantagens e desvantagens da cirurgia guiada por computador.

Essa tecnologia revolucionou completamente o campo das grandes reabilitações de implantes, destacando-se a capacidade de ser previsível e precisa, economizar tempo e melhorar o pós-operatório dos pacientes.

A colocação de implantes guiada por computador é uma inovação: o maior benefício é determinar o resultado protético no pré-operatório, e também posicionar os implantes sem risco de dano às estruturas anatômicas, permitir uma análise precisa da morfologia dos locais dos implantes, alcançar resultados previsíveis ao inserir os implantes na posição correta e em áreas de boa densidade óssea e diminuir significativamente o tempo necessário para realizar a operação . Assim, o diagnóstico e o planejamento tornam-se a base para analisar o ato cirúrgico e garantir uma precisão e rapidez inigualáveis.

A abordagem minimamente invasiva e a simplificação dos procedimentos para obtenção de uma prótese de carga imediata são as reais vantagens que esse procedimento pode oferecer aos pacientes. O paciente é libertado sem problemas funcionais e estéticos, pois, não são feitos retalhos, não são aplicados pontos e o pós-operatório é mais favorável para o paciente comparando com uma cirurgia tradicional, permitindo que ele retome a sua vida profissional e social em poucas horas.

Em conclusão, o tratamento planejado pela cirurgia guiada é rápido, minimamente invasivo e, acima de tudo, previsível.

Finalmente, a evolução da cirurgia implantar: o uso de software tecnológico avançado, o uso de uma guia cirúrgica estereolitográfica e o pós-operatório clinicamente melhor, são certamente argumentos a considerar no presente e no futuro em termos de implantologia.

V. Bibliografia

Bruno, V. *et al.* (2013). Computer guided implantology accuracy and complication, *Hindawi Publishing Corporation*, 13, pp. 1-6.

Chandran, S., e Sakkir, N. (2016). Implant – Supported Full Mouth Rehabilitation: A Guided Surgical and Prosthetic Protocol, *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 10(2), pp. 5-6.

Chang, R.J. *et al.* (2018). Accuracy of implantplacement with a computer-aided fabricated surgical template with guided parallelpins: A pilot study, *Journal of the Chinese Medical Association*, 81,pp. 970-976.

Cristache, C. M. e Gurbanescu, S. (2017). Accuracy Evaluation of a Stereolithographic Surgical Template for Dental Implant Insertion Using 3D Super imposition Protocol, *International Journal of Dentistry*, 2017, pp 1-9.

Dandekeri, S.S., Sowmya, M.K., e Bhandary, S. (2013). Stereolithographic Surgical Template: A Review,*Journal of Clinical and Diagnostic Research*,7(9), pp. 2093-2095.

Danza, M. e Carinci, F. (2010). Flapless surgery and immediately loaded implants: A retrospective comparison between implantation with and without computer-assisted planned surgical stent, *Baltic Dental and Maxillofacial Journal*, 12, pp. 35-41.

De Vico, G. *et al.* (2016). A novel workflow for computer guided implant surgery matching digital dental casts and CBCT scan, *Oral and implantology*, 1, pp. 33-48.

Fauroux, M.A. *et al.* (2018). New innovative method relating guided surgery to dental implant placement, *Journal Stomatol Oral Maxillofac Surgery* , 119, pp. 249–253.

Guarnieri, R., Turchini, F. e Ceccherini, A. (2014). Valutazione in vitro dell'accuratezza del sistema di chirurgia guidata impiantare Model Guided Implant 3D, *Implantologia*, 1, pp.11-22.

Geng, W. *et al.*(2015). Accuracy of different types of computer-aided design/ computer-aided manufacturing surgical guides for dental implant placement,*Int Journal ClinExp Med*,8(6), pp. 8442-8449

Greenberg, A.M. (2017). Advanced Dental Implant Placement Techniques, *Jornal Istanbul University Fac Dent* ,51(3 Suppl 1), pp. 76-89.

Jorba-García, A. *et al.* (2019). Accuracy and the role of experience in dynamic computer guided denta limplant surgery: An in-vitro study, *Medicine Oral Patology Oral Cir Bucal jornal section: OralSurgery*, 24 (1), pp. e76-83.

Kola, M-Z. *et al.* (2015). Surgical Templates for Dental Implant Positioning: Current Knowledge and Clinical Perspectives, *nigerian journal of surgery*, 21(01), pp.1-5.

Kupeyan, H. ,Shanffner, M. e Amstrong, J. (2006). Definitive CAD/CAM-Guided Prosthesis for Immediate Loading of Bone-Grafted Maxilla: A Case Report, *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 3(8), pp. 161-167.

Lee, J-H. *et al.* (2013). An assessment of template-guided implant surgery in terms of accuracy and related factors, *the journal of advanced prosthodontics* , 4, pp. 440-7

Naziri, E., Schramm, A. e Wilde, F. (2016). Accuracy of computer-assisted implant placement with insertion templates, *Interdisciplinary Plastic and Reconstructive Surgery* , 5, pp. 1-16.

Mai, H. *et al.*(2018). Optimizing accuracy in computer-guided implant surgery with a superimposition-anchor microscrew system: A clinical report, *The journal of prosthetic dentistry*, pp.1-5.

Moon, S-Y. *Et al.* (2016). Clinical problems of computer-guided implant surgery, *Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery*, 38(15), pp.1-6.

Özalp, Ö. *et al.* (2018). Comparing the precision of panoramic radiography and cone-beam computed tomography in avoiding anatomical structures critical to dental implant surgery: A retrospective study, *Imaging Science in Dentistry*, 48, pp. 269-75.

Rungcharassaeng, K. *et al.* (2015). Accuracy of computer-guided surgery: A comparison of operator experience, *journal prosthet Dent*; 114(3), pp. 407–413.

Schnutenhaus, S. *et al.* (2018). 3D accuracy of implant positions in template-guided implant placement as a function of the remaining teeth and the surgical procedure: a retrospectivestudy, *Clinical Oral Investigations*, 22, pp. 2363–2372.

Seo, S. e Juodzbalys, G. (2018). Accuracy of Guided Surgery via Stereolithographic Mucosa-Supported Surgical Guide in Implant Surgery for Edentulous Patient: a Systematic Review, *Journal of Oral and Maxillofacial Reserch*, 9, pp. 1-10

Sun, T. *et al.* (2017). Dental implant navigation system guide the surgery future, *Kaohsiung Journal of Medical Sciences* , 34, pp. 56-64.

Taschieri, S.L. (2018). Riabilitazione del mascellare superiore edentulo utilizzando impianti extra corti, *speciale implantologia*, 86(8), pp. 728-732.

Testori, T. *et al.*,(2012). Accuratezza e precisione di un nuovo sistema di chirurgia guidata: studio clinico multicentrico, *Italian oral surgery*, 11(5), pp. 187-200.

Zhao, X. *et al.*, (2014). Accuracy of Computer-Guide Implant Surgery by a CAD/CAM and Laser Scanning Technique, *The chinese jornal of dental research*, 1(7) , pp. 32-36.