YOLANDA NATALI RAICO GALLARDO

**Acurácia da cirurgia guiada de acordo com o tecido de suporte: uma revisão
sistemática e meta análise**

São Paulo

2016

YOLANDA NATALI RAICO GALLARDO

**Acurácia da cirurgia guiada de acordo com o tecido de suporte: uma revisão
sistemática e meta análise**

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências odontológicas para obter o título de Mestre em Ciências.

Área de concentração: Prótese Dentária

Orientador: Prof. Dr. Newton Sesma

São Paulo

2016

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo-na-Publicação
Serviço de Documentação Odontológica
Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Gallardo, Yolanda Natali Raico.

Acurácia da técnica cirúrgica de implantes assistida por computador de acordo com a estrutura de suporte: uma revisão sistemática e meta análise / Yolanda Natali Raico Gallardo ; orientador Newton Sesma. -- São Paulo, 2016.

81 p. : fig., tab.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) -- Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas. Área de Concentração: Prótese Dentária -- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Versão corrigida

1. Implantes dentários. 2. Cirurgia assistida por computador. 3. Projeto auxiliado por computador. 4. Revisão sistemática. I. Sesma, Newton. II. Título.

Raico YNG. Acurácia da cirurgia guiada de acordo com o tecido de suporte: uma revisão sistemática e meta análise. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Aprovado em: / /2016

Banca Examinadora

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida e por ter me possibilitado estar firme durante toda esta trajetória.

Aos meus pais, irmãs que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida e que apesar da distância senti seu apoio, carinho e compressão a todo momento.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Agradeço a meu professor orientador Newton Sesma pela paciência na orientação e incentivo que tornaram possível a conclusão deste trabalho. Agradeço ao senhor pelos ensinamentos e oportunidades, por acreditar em mim e assim fazer parte desta conquista. Minha admiração hoje e sempre.

AGRADECIMENTOS

À Universidade de São Paulo, representada pelo Magnifico Reitor Prof. Dr. Marco Antônio Zago.

A Faculdade de Odontologia, representada pelo seu diretor, Prof. Dr. Waldir Jorge.

Ao Presidente da Comissão de Pós Graduação e Coordenador do Programa de Ciências Odontológicas, Prof. Dr. Edgard Michel Crosato.

A todos os docentes do Departamento de Prótese, Roberto Stegun, Maria Luiza Frigerio, Dalva Laganá, Bruno Costa, Marcio Mukai pelo incentivo, pelo apoio constante e pelos conhecimentos transmitidos.

Aos funcionários do departamento de prótese Maria Cristina Puraca, Corací de Moraes, Marcia dos Santos, Maria Jose Barros, Lafayette de Oliveira e Hélio da Silva pela ajuda, apoio e amizade.

Aos funcionários da biblioteca da FOUSP, em especial à funcionaria Glauci Fideles pela ajuda na revisão deste trabalho.

A Isabela Rodriguez e Eduardo Mukai pela ajuda na elaboração do presente trabalho.

Aos colegas da pós graduação Monica Pigozzo, Piero Zanardi, Marcelli Camargo, Marcelo Novellino, Ligia Rotundo, Priscila Uehara.

Às minhas amigas Marly Salazar, Karen Pary pela companhia agradável e amizade em todos estes anos de permanência aqui em São Paulo.

A Guilherme Rocha pelo amor, amizade, cumplicidade e carinho.

Ao programa da pós graduação-CAPES.

Só existem dois dias no ano que nada pode ser feito. Um se chama ontem e o outro se chama amanhã, portanto hoje é o dia certo para amar, acreditar, fazer e principalmente viver.

Dalai Lama

RESUMO

Raico YNG. Acurácia da técnica cirúrgica de implantes assistida por computador de acordo com a estrutura de suporte: uma revisão sistemática e meta análise [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2016. Versão Corrigida

O objetivo desta revisão foi avaliar sistematicamente a literatura atual comparando a precisão da cirurgia de implantes assistida por computador, de acordo com os diferentes tecidos de suporte (dente, mucosa ou osso). Foi feita a busca nas bases de dados do PubMed (1972 a janeiro de 2015) e do Cochrane (de 2002 a janeiro de 2015). Para avaliar a precisão da cirurgia guiada, foram incluídos os estudos que tinham os seguintes desfechos: 1) desvio angular; 2) desvio no ponto de entrada; e 3) desvio no ápice. Foram oito estudos clínicos dos 1602 artigos inicialmente identificados que preencheram os critérios de inclusão para a análise qualitativa. Porém, só quatro estudos (n = 599 implantes) foram avaliados quantitativamente por meio de meta análise. Os guias ósseo-suportados demonstraram um maior desvio estatisticamente significativo no ângulo ($p < 0.001$), ponto de entrada ($p = 0.01$), e o ápice ($p = 0.001$), quando comparado com os guias dento suportados. Inversamente, quando apenas estudos retrospectivos foram analisados, não se observaram diferenças significativas no desvio do ponto de entrada e ápice. Os guias mucoso-suportados revelaram uma redução estatisticamente significativa no desvio do ângulo ($p = 0.02$), no ponto de entrada ($p = 0.002$) e no ápice ($p = 0.04$) quando comparados com as guias apoiados em osso. Não houve diferenças estatisticamente significativas em nenhuma das variáveis para o grupo de guias apoiados em mucosa e dentes. Concluiu-se que o tipo de tecido de suporte dos guias cirúrgicos influencia a acurácia da cirurgia assistida por computador.

Palavras-chave: Implantes dentários. Cirurgia assistida por computador. Projeto auxiliado por computador. Revisão sistemática.

ABSTRACT

Raico YNG. Accuracy comparison of computer-aided implant surgery according to the tissue of support: a systematic review and meta-analysis. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2016. Versão Corrigida

The main objective of this review was to systematically assess the current dental literature comparing the accuracy of computer-aided implant surgery when using different supporting tissues (tooth, mucosa, or bone). Two reviewers searched PubMed (1972 to January 2015) and the Cochrane Central Register of Controlled Trials (Central) (2002 to January 2015). For the assessment of accuracy, studies were included with the following outcome measures: 1) angle deviation, 2) deviation at the entry point, and 3) deviation at the apex. Eight clinical studies from the 1,602 articles initially identified met the inclusion criteria for the qualitative analysis. Four studies (n= 599 implants) were evaluated using meta-analysis. The bone-supported guides showed a statistically significant greater deviation in angle ($p<0.001$), entry point ($p=0.01$), and the apex ($p=0.001$) when compared to the tooth-supported guides. Conversely, when only retrospective studies were analyzed not significant differences is revealed in the deviation of the entry point and apex. The mucosa-supported guides indicated a statistically significant greater reduction in angle deviation ($p=0.02$), deviation at the entry point ($p=0.002$) and deviation at the apex ($p=0.04$) when compared to the bone-supported guides. Between mucosa- and tooth-supported guides, there were no statistically significant differences for any of the outcome measures. It can be concluded that the tissue of the guide support influences the accuracy of computer-aided implant surgery.

Keywords: Dental implants. Computer-aided design. Computer-aided surgery. Systematic review.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1- Desenho esquemático mostrando os tipos de tecido de suporte dos guias cirúrgicos.....	31
Figura 1.2- Desenho esquemático mostrando os parâmetros usados para analisar a acurácia da cirurgia guiada.....	32
Figura 5.1 - Fluxograma dos artigos encontrados através das bases de dados.....	51
Figura 5.2 - Qualidade metodológica dos estudos incluídos.....	61
Figura 5.3 - Forest plot avaliando dente versus osso	64
Figura 5.4 - Forest plot avaliando osso versus mucosa.....	65
Figura 5.5 - Forest plot avaliando mucosa versus dente	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAD/CAM	Computer assisted design/Computer assisted manufacturer
CG	cirurgia guiada
DP	desvio padrão
DM	diferença de médias
IC	intervalo de confiança
mm	milímetros
min	minutos
Nº	número
Pac	paciente
P	prospectivo
PR	Prototipagem rápida
Rx	radiografia
R	retrospectivo
RCT	estudo clínico aleatorizado
SLA	Estereolitografia
TC	Tomografia computadorizada
TCCB	Tomografia computadorizada cone beam

LISTA DE SÍMBOLOS

%	porcentagem
<	menor
°	graus

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	25
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	27
3	PROPOSIÇÃO	45
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	47
5	RESULTADOS.....	51
6	DISCUSSÃO	67
7	CONCLUSÕES	73
	REFERÊNCIAS.....	75

1 INTRODUÇÃO

O termo de cirurgia guiada em implantodontia pode ser definido como um fluxo de trabalho digital que começa com a aquisição dos dados da futura prótese do paciente, continua com o processamento digital destes, através de um software de planejamento virtual (Tapie et al., 2015) e termina com a produção do guia por meio de um sistema de prototipagem (Rosenfeld et al., 2006; Jung et al., 2009). A estereolitografia é a técnica de prototipagem mais conhecida e utilizada no campo da odontologia para produzir guias cirúrgicos, através de um sistema CAD/CAM (Web, 2000; Tapie et al., 2015).

Os guias cirúrgicos estereolitográficos podem ser suportados por três tipos de tecidos: osso, mucosa e dente. Para o tratamento de edentulismo total, os guias ósseo-suportados foram os primeiros a surgir. A principal vantagem neste tipo de guia é a melhor visualização do campo cirúrgico, possibilitando maior controle da profundidade do implante (Rosenfeld et al., 2006; Abboud et al., 2012). Porém, esta técnica exige a abertura de um retalho para acessar o osso subjacente, causando maior desconforto no paciente e, por vezes, a perda de osso alveolar na crista, devido à diminuição da irrigação sanguínea (Rosenfeld et al., 2006; Fortin et al., 2006; Jung et al., 2009).

Com o objetivo de eliminar os inconvenientes acima mencionados, surgiu a técnica de cirurgia sem retalho, com guias mucoso-suportados para casos de edentulismo total e dento-suportados para casos de edentulismo parcial. Esta técnica minimamente invasiva, sem abertura de retalho, reduz o desconforto, o tempo cirúrgico, o sangramento pós-operatório e o período de cicatrização (Fortin et al., 2006; Flanagan, 2007; Arisan et al., 2010a). Além disso, apresenta outras vantagens como a preservação do perfil da gengiva e diminuição do inchaço dos tecidos moles, no período pós-operatório (Widman; Bale, 2006; Van de Velde et al., 2010). Não obstante, apresenta limitações, pois a estabilidade do guia mucoso-suportado dependerá da resiliência da mucosa, sendo que, quanto maior resiliência, menor será a estabilidade, podendo afetar a acurácia do procedimento (Ozan et al., 2009; Ersoy et al., 2008; Vasak et al., 2011). Na literatura, o uso de parafusos de fixação é descrito como uma ferramenta que ajuda a aumentar a estabilidade dos

guias mucosa-suportados (D`haese et al., 2012; Di Giacomo et al., 2012; Arisan et al., 2010b; Cassetta et al., 2013c; Cassetta et al., 2013b).

Nos últimos anos tem se desenvolvido diversas revisões sistemáticas avaliando a acurácia, vantagens clínicas, taxa de sobrevida e complicações da cirurgia guiada por computador. Porém, nenhuma revisão sistemática fez uma meta-análise de estudos clínicos, que comparassem, no mesmo estudo, a precisão do guia dento, mucoso ou ósseo-suportado.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Verstreken et al. (1996) descreveram um sistema para o planejamento virtual em implantodontia, por meio de tomografia computadorizada (TC). Este sistema permitia a simulação da cirurgia, por meio de visualização de imagens tridimensionais, nos sentidos axial e coronal do paciente. A técnica consistia em criar uma prótese radiopaca, a partir de uma prótese removível existente, que simulava posições ideais dos dentes da futura prótese. As próteses eram pintadas com um meio de contraste radiopaco, permitindo que seu contorno aparecesse nas tomografias. Em um segundo momento, os dados da TC eram reformatados e importados ao software de planejamento virtual. A visualização em 3D permitia uma comunicação entre o cirurgião, protesista e paciente melhorando os resultados estéticos e funcionais.

Um trabalho conduzido por (Web, 2000) realizou uma revisão sobre os métodos de prototipagem na área das ciências médicas e biomédicas. A expressão "prototipagem rápida" (PR) começou a ser utilizada no início de 1980, em substituição ao nome anterior: "tecnologia de camadas". A PR cria objetos físicos, a partir da união dos dados gerados por softwares gráficos (CAD) com uma máquina de impressão 3D. A estereolitografia foi o processo pioneiro da PR, patenteado em 1986 por 3D Systems Inc. Esta técnica cria o modelo 3D, a partir do depósito de camadas sucessivas de uma resina, epóxi ou acrílica, em estado líquido e um raio laser ultravioleta. Um dos primeiros usos de modelos estereolitográficos, para o planejamento cirúrgico, foi em 1992. A aplicação foi numa reconstrução do palato. Os autores concluíram que são muitas as vantagens notáveis dos guias estereolitográficos: melhores resultados estéticos e redução das complicações pós-operatórias.

Di Giacomo et al. (2005) realizaram um estudo piloto, avaliando a acurácia da técnica de cirurgia guiada com guias estereolitográficos, confeccionados com o sistema SimPlant. Concluíram que os dados clínicos da técnica de prototipagem rápida, assistida por computador para a confecção de guias cirúrgicos, podem ser úteis na instalação de implantes dentários. No entanto, esta técnica ainda requer

melhorias para proporcionar uma melhor estabilidade do guia durante a cirurgia, sobretudo em casos onde estes não são dento-suportados.

Ganz (2005) discutiu as vantagens dos guias tomográficos no planejamento das cirurgias com implantes dentais. Concluiu que: 1) o uso de softwares interativos permite a visualização dos dados da TC, permitindo assim o planejamento funcional e estético com resultados previsíveis antes do "bisturi tocar no paciente"; 2) os clínicos devem estar cientes de que os dados das TCs, para fins de diagnóstico e planejamento, podem ser o passo mais importante na transferência de informações precisas para o paciente no momento da cirurgia; 3) os guias radiográficos permitem melhorias clinicamente significativas na precisão, eficiência de tempo e redução do erro cirúrgico. Adicionalmente, é possível a condução de técnicas para procedimentos cirúrgicos sem retalho, que podem ser realizados com maiores níveis de confiança e são menos invasivos para o paciente.

Fortin et al. (2006) compararam a dor pós-operatória da cirurgia guiada sem retalho versus a técnica convencional. Um total 60 pacientes foram avaliados (30 para cada grupo). Todos os pacientes foram solicitados a completar um questionário todas as noites, durante uma semana, para relatar: o nível de dor experimentado; o número e o nome dos medicamentos tomados durante o dia; a ocorrência de edema, hematoma ou parestesia. Os resultados mostraram uma diferença significativa entre os dois grupos, com maior pontuação VAS para o procedimento convencional ($P < 0,01$). Os autores concluíram que a técnica de cirurgia guiada por computador, sem retalho, pode ser uma forma útil de tratar a ansiedade do paciente e, assim, reduzir a dor subjetiva experimentada antes e após o tratamento.

Wittwer et al. (2006) avaliaram a acurácia de uma técnica de cirurgia guiada dinâmica com um sistema de navegação. Realizaram um estudo clínico com vinte pacientes edêntulos totais. Antes da TC pré-operatória foram instalados quatro mini-implantes, sob anestesia local, na região anterior e posterior da crista alveolar. Estes mini-implantes serviriam como marcadores fiduciais durante o procedimento cirúrgico. Depois do escaneamento, os dados foram importados no software de Navegação (StealthStation Treon, Áustria). A posição, o comprimento

e diâmetro dos implantes foram determinados com o programa de planejamento Spine 3D (Medtronic), levando em conta os requisitos protéticos do paciente e do osso alveolar disponível. A navegação cirúrgica consistia em um sistema que gerava um modelo virtual 3D do paciente, utilizando as imagens tomográficas – como mapas tridimensionais, permitindo o guiamento das brocas cirúrgicas em tempo real, e orientando o cirurgião no momento da instalação dos implantes. Para avaliar a acurácia da técnica foi feita uma TC pós-operatória e comparadas à posição planejada e à posição pós-instalação dos implantes. Os resultados mostraram um desvio médio no ápice do implante de 0.8 mm. Conclui-se que a técnica de cirurgia guiada por navegação é um procedimento preciso e previsível com a seleção de caso apropriada, porém não é adequado para todas as morfologias de osso.

Lal et al. (2006) explicaram as fases da técnica com guias estereolitográficos: 1) realiza-se a moldagem para confecção dos modelos de estudo, os quais devem ser montados num articulador semi-ajustável; 2) elaboração do enceramento de diagnóstico ou confecção do plano de orientação e montagem dos dentes; 3) duplicação da futura prótese para a confecção do guia tomográfico. Este guia pode ser confeccionado em sulfato de bário ou com resina acrílica, com pontos de guta percha colocados na oclusal dos dentes, onde estarão os orifícios dos parafusos da futura próteses implanto-suportada; 4) escaneamento, por meio de TC do paciente, com a prótese em oclusão e do guia tomográfico; 5) com as imagens digitais da TC, procederá ao planejamento virtual com um software que converte todos os cortes tomográficos em imagens 3D. Isto permitirá à equipe odontológica a seleção dos implantes mais adequados para cada caso; 6) fabricação dos guias estereolitográficos, por meio de uma máquina de prototipagem – a qual solidifica polímeros líquidos quando expostos à radiação de um feixe de laser ultravioleta; 7) instalação dos implantes usando os guias, os quais podem estar apoiados em mucosa, osso ou dentes.

Rosenfeld et al. (2006) afirmaram que uma das maiores vantagens dos guias ósseo-suportados é a visualização do campo cirúrgico. A estabilidade neste tipo de guias está diretamente relacionada com a superfície de assentamento. Logo, quanto menor é a área de superfície de contato com o osso, maior será o potencial de deslocamento do guia durante a preparação do leito implantar. Por

isso, os guias ósseo-suportados são recomendados para edêntulos totais, porém podem ser usados, também, em caso de edêntulos parciais.

Widman e Bale (2006) questionaram a acurácia das técnicas de cirurgia guiada por computador e discutiram o custo-benefício para o paciente. Concluíram que, em comparação à técnica convencional, a cirurgia guiada, assistida por computador, requer substancialmente maior investimento e esforço; porém, parece ser superior em função do seu potencial para diminuir erros e sistematizar o sucesso do tratamento reabilitador. Adicionalmente, permite a proteção de estruturas anatômicas críticas, além das vantagens estéticas e funcionais, que oferece o planejamento pré-cirúrgico baseado na futura prótese.

Flanagan (2007) realizou uma revisão da literatura e concluiu que a instalação de implantes dentários, com a técnica sem retalho, é possível, porém, em pacientes selecionados. Esta técnica é limitada a regiões com gengiva inserida adequada e disponibilidade de volume e densidade óssea. Regiões com 2 mm ou menos de largura de osso disponível não podem ser abordadas com esta técnica, podem ser tratadas mais adequadamente com enxertos de tecido ósseo. Por outro lado, a abordagem sem retalho pode ser uma técnica menos traumática e demorada, há menos complicações e a cicatrização dos tecidos é mais rápida, quando comparada com a abordagem de retalho aberto.

Ersoy et al. (2008) objetivaram analisar os desvios na posição e inclinação dos implantes, usando guias cirúrgicos estereolitográficos. O estudo clínico incluiu 21 pacientes. Foram instalados 94 implantes, por meio de guias apoiados em osso, dente ou mucosa com o sistema StenCad (Turquia). Os resultados mostraram um desvio angular de 5.1°, 4.4° e 4.9° para os guias osso, dento e mucoso-suportados, respectivamente. Não houve diferenças, estatisticamente significativas, entre os grupos sem e com retalho. Concluíram que os guias cirúrgicos prototipados permitem melhorias clinicamente significativas na precisão, tempo intra-operatorio e redução do erro cirúrgico, beneficiando ao paciente e ao cirurgião dentista.

Figura 2.1 - Desenho esquemático mostrando os tipos de tecido de suporte dos guias cirúrgicos

Fonte: Denstply

Jung et al. (2009) realizaram uma revisão sistemática da literatura sobre as aplicações do planejamento virtual em implantodontia. Foi realizada uma busca eletrônica na base de dados PubMed, dos artigos publicados de 1966 até dezembro de 2007. No total foram incluídos 13 estudos sobre desempenho clínico e 19 estudos sobre acurácia. Observou-se uma taxa de sobrevida dos implantes de 96.64% por um período de observação de 12 meses. Em 4.6% dos casos, aconteceram complicações intra-operatórias ou eventos inesperados: 1) limitada distancia interoclusal; 2) limitada estabilidade primária do implante e; 3) necessidade de enxertos. A meta-análise dos estudos pré-clínicos e clínicos mostrou um desvio global no ponto de entrada de 0.74 mm e no ápice de 0.85 mm. Concluíram, ainda, que não existe evidência suficiente para afirmar que a técnica de cirurgia guiada, assistida por computador, é superior à técnica convencional em termos de segurança, morbidade e eficiência.

Ozan et al. (2009) avaliaram a precisão de três diferentes tipos de guias cirúrgicos prototipados: dento, mucoso e ósseo-suportado, com uma amostra total de 110 implantes. Os resultados mostraram que o grupo dos guias dento-suportados (30 implantes para reabilitação unitária) apresentou uma média no desvio angular de $2,91^\circ$. O desvio no ponto de entrada foi em média 0,87 mm e no ápice de 0,95 mm. Houve diferença, estatisticamente significativa, entre os grupos de “mucosa versus dente” e “osso versus dente”, sendo que os implantes instalados com guias dento-suportados apresentaram um menor desvio angular. Os autores concluíram que os guias cirúrgicos prototipados, gerados por meio de imagens de Tomografia Computadorizada, pode ser uma técnica confiável na inserção de implantes dentários.

Figura.2.2- Desenho esquemático mostrando os parâmetros usados para analisar a acurácia da cirurgia guiada

Valente et al. (2009) realizaram um estudo clínico multicêntrico, para avaliar a posição tridimensional dos implantes planejados e instalados com a técnica de cirurgia guiada, assistida por computador. Foram selecionados 25 pacientes, os quais foram acompanhados por 3 anos. Os resultados mostraram uma taxa de sobrevida dos implantes instalados de 96%. Os autores concluíram que a técnica de cirurgia guiada, com guias prototipados, envolve uma sequência de eventos

diagnósticos e terapêuticos. Logo, os erros podem acontecer em qualquer das diferentes fases do protocolo. Portanto, a perda da precisão é de fato a soma dos seguintes erros individuais: 1) durante a aquisição das imagens e o processamento de dados; 2) durante a produção do guia cirúrgico; 3) durante o posicionamento do guia em boca e de possíveis movimentos do guia durante a osteotomia; 4) erro mecânico causado pelo gap que existe entre a broca e o anel do guia; e 5) erro humano como, por exemplo, uma definição incorreta do ponto de parada da broca.

Schneider et al. (2009) realizaram uma revisão sistemática da literatura de 2002 a 2009, na base de dados PubMed, sobre estudos que avaliavam a precisão da cirurgia guiada assistida por computador. No total, oito estudos foram incluídos na revisão, quatro deles avaliaram cadáveres, um estudo foi *in vitro*, e três foram estudos clínicos. A meta-análise mostrou um desvio médio de 1.07 mm no ponto de entrada e 1.63 mm no ápice. As taxas de sobrevida dos implantes foram de 91 a 100% após um tempo de observação de 12 a 60 meses. Estes resultados foram relatados em seis estudos clínicos com um total de 537 implantes avaliados, os quais foram principalmente restaurados imediatamente após os procedimentos de implantação sem retalho. Concluíram que os estudos pré-clínicos e clínicos indicaram que a técnica de cirurgia guiada, assistida por computador, apresenta uma precisão média razoável, porém, com desvios máximos relativamente altos.

Van Assche et al. (2010) realizaram o primeiro estudo que demonstrou a aplicabilidade clínica do planejamento pré-operatório, baseado em Tomografias Computadorizadas Cone Beam (TCCB). Os autores observaram que, para evitar a deformação do guia estereolitográfico, é essencial que o guia tenha uma espessura total de pelo menos 2.5-3.0mm. Além disso, observaram que nas áreas distais, especialmente onde a abertura bucal é limitada, houve uma inclinação das brocas de perfuração. Para evitar isso, uma ancoragem bilateral do guia deve ser considerada. Concluíram que na técnica de cirurgia guiada, assistida por computador, os erros são cumulativos, portanto, todos os passos do protocolo têm de ser cuidadosamente abordados para minimizar a imprecisão.

Van de Velde et al. (2010) realizaram um estudo clínico randomizado, comparando a técnica sem retalho e a técnica convencional para a instalação de

implantes em 14 pacientes edêntulos parciais. Usando o método randomizado de boca dividida foram instalados os implantes de um lado da maxila, usando um guia cirúrgico estereolitográfico com carga imediata (teste); do outro lado, os implantes foram instalados utilizando o protocolo convencional e carregados seis semanas pós-cirurgia (controle). A avaliação clínica e radiográfica da perda marginal do osso peri-implantar foi realizada no momento da cirurgia, e após uma semana, seis semanas, três, seis, 12 e 18 meses. Os resultados mostraram uma média de perda marginal óssea no lado teste e controle de 1,95 mm e 1,93 mm após 18 meses, respectivamente. Concluíram que não houve diferença estatística entre os resultados clínicos e radiográficos em ambas as técnicas. A técnica de cirurgia guiada sem retalho, com carga imediata, teve a mesma confiabilidade que a técnica convencional com carga tardia.

Arisan et al. (2010a) compararam a técnica de cirurgia guiada *versus* a técnica convencional. Foram selecionados 52 pacientes edêntulos totais, separados em três grupos: o primeiro foi constituído por 21 pacientes que receberam implantes com a técnica convencional (grupo controle); o segundo grupo, constituído por 16 pacientes que receberam implantes, por meio de guias ósseo-suportados (com retalho); e o terceiro grupo, constituído por 15 pacientes que receberam implantes por meio de guias mucoso-suportados (sem retalho). Os resultados mostraram que o tempo cirúrgico (23.53min) e o número de analgésicos consumidos (4 comprimidos) foram menores no grupo sem retalho, quando comparado ao grupo controle (68.71 min e 10 comprimidos) e ao grupo de guias ósseo-suportados (60.94 min e 11 comprimidos). Concluíram que o uso de guias mucoso-suportados, para a colocação de implantes sem retalho, ajuda a reduzir a duração do ato cirúrgico, a intensidade da dor e diminui o consumo de analgésicos no período pós-cirúrgico.

Arisan et al. (2010b) compararam a acurácia da técnica de cirurgia guiada, de acordo com o tecido de suporte. Este estudo prospectivo incluiu 54 pacientes com edentulismo parcial e total. Foram avaliados no total 294 implantes instalados com dois sistemas de cirurgia guiada Stencad (KosGep, Turquia) e Simplant (Materialise, Bélgica). Os resultados mostraram que os guias dento-suportados apresentavam desvios angulares e lineais menores do que os guias ósseo-suportados; as diferenças foram estatisticamente significativas para ambos os

sistemas. Adicionalmente, foi observado que os desvios médios no ápice do implante foram maiores do que no ponto de entrada. Os autores explicam que isto poder ter acontecido devido à falta de desvio angular, o qual aumenta conforme a profundidade da ponta da broca de perfuração dentro do osso.

Cassetta et al. (2011) verificaram que para minimizar o risco de complicações cirúrgicas e eventos inesperados da técnica com guias estereolitográficos deve se prestar a devida atenção a cada etapa do tratamento. Logo, torna-se essencial: 1) a verificação das imagens da TC; 2) precisão da máquina de estereolitografia e das propriedades físicas do material a ser usado para a confecção do guia; 3) correto assentamento do guia na boca, deve se prestar atenção no posicionamento do retalho, resiliência dos tecidos das estruturas anatômicas que suportam o guia; 4) a instalação de pelo menos três parafusos de fixação dispostos em forma de tripé para garantir a estabilização do guia.

Ozan et al. (2011) objetivaram determinar a influência da densidade óssea no desvio angular dos implantes instalados com guias estereolitográficos. A população do estudo foi de 54 pacientes que receberam 216 implantes. Todos os alvéolos cirúrgicos foram preparados utilizando dois diferentes tipos de guia estereolitográficos. Noventa e quatro implantes foram instalados usando os guias cirúrgicos em boca (Stentcad Beyond, Kos-GEP, Turquia), enquanto 122 implantes foram instalados após a remoção dos guias cirúrgicos (Stentcad Classic; Kos-GEP, Turquia). Baixos valores de densidade óssea resultaram em maiores desvios angulares no grupo, no qual os implantes foram instalados após a remoção dos guias. Concluíram que o osso denso pode afetar o desvio angular, independentemente do método de colocação do implante.

Vasak et al. (2011) avaliaram o desvio global dos implantes instalados com o sistema de cirurgia guiada NobelGuide. Este estudo prospectivo incluiu 18 pacientes com edentulismo parcial e total. No total, 86 implantes foram avaliados. Os resultados mostraram um desvio médio de 0.43 mm (bucco-lingual), 0.46 mm (medio-distal) e 0.53 mm (profundidade). Além disso, houve uma correlação significativa entre a espessura da mucosa e o grau de desvio do implante. Concluíram que o aumento da espessura da mucosa pode afetar a

reprodutibilidade da posição e o assentamento do guia, especialmente nos casos mucoso-suportados.

Abbdoud et al. (2012) avaliaram o comportamento clínico e as taxas de sobrevida dos implantes instalados com dois sistemas de guias estereolitográficos. Para isso, 14 pacientes foram divididos em dois grupos: oito foram tratados com o sistema de cirurgia guiada SimPlant e seis com o sistema NobelBiocare. No total, 75 implantes foram avaliados. Os resultados mostraram que, depois de 12 meses, um dos implantes foi perdido levando a uma taxa de sobrevida de 98.7%. Não houve outras complicações intra-operatórias e pós-operatórias. Concluíram que ambos os sistemas de cirurgia guiada eram suficientemente precisos para transferir as posições planejadas dos implantes para o campo cirúrgico, permitindo a instalação de próteses provisórias de carga imediata.

Benheke et al. (2012a) analisaram os fatores que afetam a precisão dos guias cirúrgicos laboratoriais por meio de TCCB, para a instalação de implantes em pacientes parcialmente desdentados. Foi observado que nos locais em que o número de dentição residual era reduzido, o desvio dos implantes era mais pronunciado (0,4 mm). Concluíram que a instalação de implantes, através de guias cirúrgicos, permite uma transferência mais precisa do planejamento virtual para o local da cirurgia, do que a técnica de instalação sem guia a mão livre.

Cassetta et al. (2012a) verificaram a acurácia da cirurgia guiada, com diferentes tipos de tecidos de suporte para os guias estereolitográficos. Este estudo incluiu dez pacientes que receberam implantes, com guias prototipados, pelo sistema Simplant (Materialise, Bélgica). No total foram avaliados 116 implantes. A abordagem cirúrgica não invasiva (sem retalho) mostrou um menor desvio, estatisticamente significativo, no ponto de entrada e no ângulo do implante. Concluíram que diferentes tipos de guias estão disponíveis (mucosa, dento ou ósseo-suportados), porém, é essencial que o clínico verifique a adaptação perfeita do guia cirúrgico antes do início do tratamento, bem como durante a cirurgia, isto para diminuir qualquer tipo de desvio na posição final do implante.

Cassetta et al. (2012b) estudaram a relação do tabaco com a acurácia da técnica de cirurgia guiada. 95 implantes foram instalados em 11 pacientes com edentulismo total maxilar. Os resultados mostraram que o grupo de não-fumantes apresentou menores desvios na posição final do implante, em comparação com o grupo de fumantes, quando se utiliza a técnica de cirurgia guiada por estereolitografia. Foi observado também que o grupo de fumantes apresentava um biótipo de mucosa significativamente mais espessa, em comparação com os não-fumantes. Esta condição poderia explicar o fato de que a técnica seja mais precisa no primeiro grupo. Concluíram que é essencial, especialmente em pacientes tabagistas, respeitar uma distância mínima de segurança com as estruturas anatômicas vitais de 3mm.

D'haese et al. (2012) realizaram o primeiro estudo clínico prospectivo avaliando a acurácia dos guias mucoso suportados em pacientes edêntulos totais maxilares. Foram selecionados 13 pacientes, os quais receberam seis implantes na região maxilar (OsseoSpeed, AstraTech) e uma prótese provisória, instalada 8 horas após a cirurgia. Os resultados mostraram um desvio de 0.91 mm e 1.13 mm no ponto de entrada e ápice, respectivamente. Observaram que o desvio pode ser maior no ápice, por conta do efeito do desvio angular. Quer dizer que quanto maior a distância do anel, maior será o desvio da broca. Concluíram que os clínicos devem estar prevenidos sobre a possibilidade de acontecer desvios quando se utiliza a técnica de cirurgia guiada. O desvio na posição final do implante é multifatorial, por isso cada passo do tratamento deve ser realizado com o maior cuidado possível.

Di Giacomo et al. (2012) estudaram a acurácia e as complicações da técnica de cirurgia guiada assistida por computador. Para isso, foram instalados 60 implantes em 12 pacientes que apresentavam edentulismo total na maxila. Os resultados mostraram uma média no desvio lateral de 1.8 mm, no desvio angular de 6.53° e no ápice de 2 mm. A taxa total de complicações cirúrgicas e protéticas foi 34.41%. Concluíram que a técnica de cirurgia guiada assistida por computador deve ainda ser considerada como uma técnica em estágio de desenvolvimento. O planejamento global e a abordagem de transferência do planejamento virtual para o campo cirúrgico ainda precisam ser melhorados para reduzir imprecisões e complicações.

Van Assche et al. (2012) realizaram uma revisão sistemática sobre a acurácia da cirurgia assistida por computador. Foram coletados artigos relacionados ao assunto na base de dados PubMed/Medline, de 1961 a dezembro 2011. Na meta-análise foram incluídos: dois estudos laboratoriais, 13 estudos clínicos e quatro estudos em cadáveres. Dez sistemas diferentes de cirurgia guiada assistida por computador foram utilizados (Ay-Design®, Aytasarim®, EasyTaxis®, SinterStationHiQ®, SurgiGuide®, Cofre SurgiGuide®, SICAT®, Med3D®, NobelGuide®, Facilitate®). Os resultados mostraram um desvio médio: no ponto de entrada de 0.99 mm, no ápice de 1.3 mm, profundidade de 0.5 mm e um desvio angular de 3.8 °. Foi observada uma diferença estatística entre o osso *versus* dente ($P < 0.05$) e osso *versus* mucosa ($P < 0.05$). Porém a meta-análise somente incluiu dois estudos clínicos, os quais avaliaram o tipo de tecido de suporte dentro do mesmo estudo (Ozan et al., 2007; Ersoy et al., 2008). Os autores concluíram que foram identificados alguns fatores que poderiam influenciar negativamente a precisão da cirurgia guiada por computador, tais como: o suporte ósseo, o uso de guias múltiplas, a falta de fixação do guia e a inserção do implante no alvéolo cirúrgico sem guia. Existe pouca informação sobre o volume ósseo necessário e seu efeito sobre a precisão da técnica de cirurgia guiada.

Hultin et al. (2012) realizaram uma revisão sistemática para avaliar as vantagens clínicas da cirurgia guiada por computador. Para isto, uma busca eletrônica foi realizada nas bases de dados: Cochrane, Embase (1974 a 2012), Medline / PubMed (1950 a 2012) e Web of Science (1945 a 2012). Foram identificados vários estudos prospectivos que apresentavam dados mostrando uma taxa de sobrevida dos implantes de 89 a 100% e uma taxa de sobrevida das próteses de 62 a 100%, por um período de observação de 1 ano. A complicação cirúrgica mais comum foi a fratura do guia cirúrgico. Já a complicação protética mais comum foi o afrouxamento do parafuso da prótese. A literatura científica existente demonstrou que a cirurgia guiada sem retalho pode ter benefícios na diminuição da dor do paciente e desconforto no pós-operatório imediato. Concluíram que não houve diferenças óbvias entre a técnica convencional e a guiada sobre a taxa de sobrevida dos implantes instalados.

Arisan et al. (2013) avaliaram o desvio dos implantes instalados com guias cirúrgicos mucoso-suportados, através de uma TC e uma TCCB. Para isto, 11

pacientes foram escaneados aleatoriamente, por meio de uma TC ou TCCB. A média do desvio angular no grupo da TC, foi de $3.30^\circ (\pm 0.36)$, no grupo da TCCB, foi de $3.47^\circ (\pm 0.37)$. Não houve diferenças estatisticamente significativas no desvio dos implantes entre ambos os grupos. Os autores concluíram que a utilização de uma TCCB poderia ser facilmente justificada por causa de sua menor dose de radiação e os custos envolvidos.

Cassetta et al. (2013b) realizaram um estudo retrospectivo para avaliar a acurácia dos guias estereolitográficos. Foram selecionados 10 pacientes com edentulismo parcial ou total. Calculou-se o desvio global, angular e lateral de 111 implantes, instalados com o sistema de cirurgia guiada SimPlant (Materialise, Belgica). Os autores concluíram que a técnica de cirurgia guiada, usando guias estereolitográficos, é uma técnica confiável, se considerados os valores médios do desvio. Porém, quando são considerados os valores máximos do desvio, esta técnica parece estar longe da precisão. Os resultados deste estudo devem servir como um alerta para o clínico, sobretudo ao planejar a instalação de implantes perto de estruturas vitais (por exemplo, um nervo).

Cassetta et al (2013c) avaliaram a acurácia de dois sistemas de cirurgia guiada, assistida por computador com guias prototipados. Selecionaram 20 pacientes, os quais foram separados em dois grupos. No Grupo A foram instalados 116 implantes por meio de múltiplos guias cirúrgicos, sem parafusos de fixação (Multiple Type Guide, SimPlant). No grupo B, instalaram 111 implantes por meio de um único guia (Single Type Guide, SimPlant). O grupo B foi subdividido em: B1 – os guias foram fixados com parafusos de fixação; B2 – sem parafusos de fixação. Os resultados mostraram uma melhor precisão dos guias únicos quando o tecido de suporte era osso ou dentes. Os guias múltiplos mostraram melhor precisão quando o tecido de suporte era mucoso, em qualquer dos grupos (fixados ou sem fixar com parafusos). Concluíram que, uma fonte de imprecisão pode ser o erro mecânico provocado pela diferença de diâmetros entre os diferentes componentes de um guia, o que pode ser definido como um erro intrínseco.

Cassetta et al. (2013d) analisaram a relevância clínica do erro mecânico ou erro intrínseco causado pelo gap entre o cilindro e a broca, quando são utilizados guias estereolitográficos. Este estudo retrospectivo incluiu 12 pacientes que

receberam 129 implantes. Foi observado que o erro intrínseco mostrava maior acurácia nos guias ósseo-suportados, quando comparados aos guias mucoso e dento-suportados, devido a apresentação de menor distância desde o anel até o ponto de entrada. Concluíram que: 1) quanto mais curto for o comprimento do anel de guiamento, menor é o erro intrínseco; 2) quanto maior a tolerância entre os componentes, maior é o erro intrínseco; 3) quanto mais baixa a tolerância entre os componentes, maior o atrito entre os componentes, podendo provocar um deslocamento do guia.

Lee et al. (2013) realizaram um estudo prospectivo com 48 pacientes. Foram instalados 102 implantes como guias estereolitográficos do sistema OnDemand 3D (Coréia). Os resultados mostraram um desvio médio de 1.09 mm no ponto de entrada, de 1.56 mm no ápice e um desvio angular de 3.80°. Concluíram que os erros da posição dos implantes no sentido horizontal podem limitar o planejamento protético, enquanto os erros no sentido vertical podem causar danos às estruturas anatômicas, como o nervo alveolar inferior ou assoalho do seio maxilar.

Ochi et al. (2013) estudaram os fatores que poderiam influenciar na acurácia dos guias mucoso suportados. Para isto, 15 pacientes com edentulismo total mandibular foram selecionados. Observaram que quando existe uma severa reabsorção do osso alveolar mandibular, o guia cirúrgico pode ser levantado pelo assoalho da boca ou movido horizontalmente pela língua e mucosa bucal, perdendo estabilidade. A resiliência da mucosa também afetaria a precisão da técnica, assim, quanto maior é a espessura da mucosa maior será a probabilidade de desvio no ápice do implante. Outros fatores que podem influenciar a instabilidade dos guias cirúrgicos durante a perfuração são: abertura de boca limitada e densidade óssea.

Sun et al. (2013) investigaram se existe uma diferença entre a maxila e a mandíbula, em relação à precisão da técnica de cirurgia guiada assistida por computador. Oitenta implantes (44 maxila e 36 mandíbula) foram colocados em 18 pacientes totalmente desdentados usando guias estereolitográficos mucoso-suportados. Concluíram que, a fim de transferir o plano cirúrgico preciso para o paciente, um elemento chave é o posicionamento correto do guia durante a cirurgia. Ou seja, dever estar na mesma posição que durante o procedimento de escaneamento duplo. Por outro lado, a mucosa pode ficar inchada após anestesia

local, o que poderia provocar pequenas mudanças no ajuste entre o guia e a mucosa. Logo, este ajuste impreciso pode causar desvios lineares ou angulares nos implantes. Uma possível solução para este problema seria a instalação de parafusos de fixação. Em vista que este procedimento é um tanto invasivo, deveria ser usado somente nos casos onde seja preciso um nível máximo de precisão.

Vieira et al. (2013) citam as desvantagens da cirurgia guiada sem retalho: 1) potencial de aquecimento do osso devido a uma possível obstrução da irrigação externa; 2) incapacidade de visualização de estruturas anatômicas vitais; 3) aumento do risco de deslocamento do implante relativo à angulação ou profundidade. Concluíram que a cirurgia guiada por computador, sem retalho, envolve uma sequência de passos que começam pelo diagnóstico, planejamento e eventos terapêuticos. Os erros podem surgir em diferentes fases, levando à imprecisão nos resultados finais. A obtenção de bons resultados clínicos dependerá da experiência do cirurgião, uma correta seleção de pacientes, um adequado planejamento e procedimentos de diagnóstico.

Van de Wiele et al. (2014) realizaram um estudo prospectivo para analisar a precisão da instalação de implantes com guias estereolitográficos, nas mãos de profissionais com pouca experiência, supervisionados por um colega experiente. Foram selecionados 16 pacientes que receberam 75 implantes com guias mucoso-suportados (Safe Guide, Dentsply). Os resultados mostraram que não houve diferença estatística entre o grupo de cirurgiões sem experiência e o de cirurgiões experientes. Concluíram que a experiência cirúrgica não tem grande influência sobre a precisão da técnica com guias de estereolitográficos mucoso-suportados, sempre e quando todos os passos necessários para o procedimento sejam supervisionados por dentistas experientes. O principal fator de imprecisão pode ser encontrado no posicionamento incorreto do guia durante a cirurgia.

Vercruyssen et al. (2014) realizaram um estudo clínico randomizado de três técnicas para a instalação de implantes dentários: 1) cirurgia guiada com guias estereolitográficos mucoso e ósseo-suportados; 2) navegação virtual; e 3) guias laboratoriais. Foram incluídos 59 pacientes, que receberam de quatro a cinco implantes (maxila e mandíbula). Ao final de cada cirurgia, foi feita uma TCCB pós-operatória para comparar a posição planejada com a posição final do implante, a fim

de determinar o desvio. Os resultados mostraram que a média do desvio, no ponto de entrada e no ápice, foi menor no grupo de cirurgia guiada (1.4mm e 1.6mm, respectivamente), em comparação com o grupo de navegação (2,7mm e 2,9mm, respectivamente) e ao grupo de guias laboratoriais (3.0mm e 4mm, respectivamente). Não houve diferenças significativas entre os tipos de tecido de suporte (osso e mucosa). Concluíram que a técnica de cirurgia guiada oferece claras vantagens com respeito à precisão, porém cada etapa do protocolo deverá ser abordada com sumo cuidado para evitar possíveis erros na posição final do implante.

Tahmaseb et al. (2014) objetivaram avaliar sistematicamente a literatura sobre a precisão, desempenho clínico, limitações e complicações das diferentes técnicas de cirurgia guiada assistida por computador. Para isto, fizeram uma busca eletrônica nas bases de dados de PubMed e Embase, dos artigos publicados desde janeiro de 2008 até janeiro de 2012. Foram incluídos 14 estudos clínicos, com um total de 1941 implantes instalados, utilizando cirurgia guiada. A taxa de sobrevida foi de 97.3% depois de um período de observação de pelo menos 12 meses. Para avaliar o desvio na posição final dos implantes, foram incluídos 24 estudos clínicos e pré-clínicos, os quais apresentaram um desvio médio no ponto de entrada de 1.12mm, com um máximo de 4.5mm; no ápice foi de 1.39 mm, com um máximo de 7.1 mm. Adicionalmente, foi observada uma alta taxa global de complicações cirúrgicas, protéticas e eventos inesperados de 36.4%, os quais ocorreram em diferentes níveis de complexidade incluindo: fraturas do guia durante a cirurgia, mudança de planos por causa de fatores como limitada estabilidade primária do implante, necessidade de enxerto, afrouxamento do parafuso protético, desajuste protético e fratura da prótese.

Segundo Tapie et al. (2015) os profissionais e técnicos em prótese dentária devem considerar aos sistemas CAD/CAM como uma cadeia digital composta por quatro links consecutivos de processamento de dados digitais embutidos em arquivos intercambiáveis: 1) aquisição dos dados; 2) software CAD; 3) CAM; e 4) os equipamentos de produção. Esta cadeia é conhecida como fluxo de trabalho digital na odontologia, a qual começa com a captura digital do dente preparado, continua com o processamento digital, através de links de corrente digitais consecutivos, e termina com a produção da prótese. O desafio atual no desenvolvimento da

odontologia CAD/CAM é proporcionar um processo digital que seja: "aberto", "flexível", "automático", "fácil de usar", e "compatível com outros sistemas". Muitas vezes, os dentistas que desejam usar a tecnologia não têm tempo ou conhecimento para entendê-la. Para isso é importante ter um conhecimento básico do fluxo de trabalho digital CAD/CAM, em que a leitura da literatura atual pode ajudar os clínicos a compreender esta nova tecnologia.

Verhamme et al. (2015a) determinaram a precisão clinicamente relevante da instalação de implantes, utilizando um planejamento virtual e um guia cirúrgico mucoso suportado. Para isto, foram selecionados 30 pacientes que apresentavam problemas relacionados à retenção das próteses totais superiores. Os resultados deste estudo mostraram que 41.3% de todos os implantes foram colocados vestibularizados e 42.3% mesializados em comparação com a posição planejada. Estas imprecisões podem ser explicadas, principalmente, por causa do jogo entre a broca e o anel do guia. Adicionalmente, um movimento anterior do guia cirúrgico pode resultar num posicionamento anterior dos implantes. Concluíram que deve-se prestar atenção extra na colocação do guia, em direção anterior/posterior, pois isto parece ser crucial na redução dos desvios dos implantes no sentido vestibular e mesial.

Um trabalho conduzido por Verhamme et al. (2015b) analisou a acurácia da instalação de implantes dentários, usando guias mucoso-suportados, em maxilas com severa reabsorção óssea. Neste estudo prospectivo, 25 pacientes desdentados foram selecionados. Todos os pacientes apresentavam atrofia severa do maxilar com uma altura e/ou largura do rebordo alveolar inferiores a 5mm. Todos os pacientes receberam enxertos ósseos da crista ilíaca, sob anestesia geral. Os implantes foram instalados 6 meses após o aumento. Um total de 150 implantes foi instalado em 25 pacientes (13 do sexo feminino, 12 do sexo masculino). No sentido méso-distal, o desvio no ápice foi de 1.50 mm; no ponto de entrada, 1.27 mm; e o desvio angular de 2.50°. Em 11 pacientes foram usados pinos de fixação; enquanto que em 14 casos, estes não foram utilizados. O uso dos parafusos de fixação não mostrou diferenças estatisticamente significativas no desvio do implante, nem na rotação e translação do guia cirúrgico. Os autores concluíram que os desvios dos implantes instalados com guias mucoso-suportados em maxilas atroficas foram maiores, em comparação aos desvios descritos na literatura dos implantes

instalados em maxilas sem reabsorção óssea severa. Os desvios são causados principalmente por angulações e deslocamentos dos guias cirúrgicos.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo do presente estudo foi avaliar a acurácia da técnica cirúrgica de implantes assistida por computador quando são utilizados diferentes estruturas de suporte, como apoio dos guias estereolitográficos tendo como base a questão clínica “O tipo de tecido de suporte dos guias cirúrgicos estereolitográficos afeta a acurácia da posição final do implante dentário?”

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Protocolo e registro

Esta revisão sistemática foi registrada no Instituto Nacional de Pesquisa em Saúde (PROSPERO), Registro Internacional de Revisões Sistemáticas (<http://www.crd.york.ac.uk/PROSPERO>, número de registro: CRD42015016740) e foi conduzida de acordo ao guia de revisões sistemáticas “PRISMA” (Liberati et al. 2009).

4.2 Critérios de inclusão, exclusão e estratégia de busca

A fim de identificar os estudos incluídos nesta revisão, a fim de orientar a construção da estratégia de busca, foi definida a questão PICOS (População, Intervenção, Comparação, Desfechos e Desenho do estudo): p = pacientes parcialmente e totalmente desdentados que receberam implantes através da técnica de cirurgia guiada por computador; I = implantes dentários instalados com guias mucoso ou ósseo-suportados; C = implantes dentários instalados com guias dento-suportados; O = desvio angular, desvio no ponto de entrada e desvio no ápice; S = estudos clínicos randomizados e estudos de coorte.

A busca foi realizada nos bancos de dados Medline/Pubmed (1972 a janeiro de 2015) e Cochrane (2002 a janeiro de 2015), adicionalmente foi complementada por uma busca manual das listas de referências de todos os artigos selecionados para a leitura íntegra.

A seguinte estratégia de busca foi digitada na base de dados do pubmed: (((((((((((((((dental implantation[MeSH Terms]) OR dental implant[MeSH Terms]) AND dental navigation) OR computer aided dental implant) OR three dimensional dental planning) OR 3d dental planning) OR computer assisted dental implant) OR dental stereo lithography) OR guided dental implant placement) OR dental surgical

template) OR dental guided surgery) OR dental surgical guide) OR guided dental implant placement) AND dental implant accuracy) OR dental implant angulation) OR dental implant precision) OR dental implant deviation. Adicionalmente, realizou-se busca na base de dados do Cochrane com os seguintes termos: "dental implantation or dental implant and dental navigation or computer aided dental implant or three dimensional dental planning or 3D dental planning or computer assisted dental implant or dental stereolithography or guided dental implant placement dental surgical template or dental guided surgery or dental surgical guide and dental implant accuracy or dental implant angulation or dental implant precision or dental implant deviation."

4.3 Seleção dos estudos

Os estudos foram selecionados pelo título e resumo, de acordo com os seguintes critérios de inclusão: 1) ensaio clínico; 2) relação com cirurgia guiada e; 3) quantidade e direção do desvio do implante. Os artigos sem resumos disponíveis serão incluídos para a leitura integral. Os escritos foram excluídos após análise do texto completo nas seguintes situações: 1) estudos que não comparam tipos de tecido de suporte; 2) relato de caso; 3) amostra menor a 10 pacientes; 4) outros idiomas além do Inglês e; 5) estudos com implantes zigomáticos, pterigoideos, ou mini-implantes para fins ortodônticos.

4.4 Coleta de dados

Dois avaliadores (Yolanda Raico Gallardo, Isabele Rodriguez Texeira) extraíram os dados independentemente. Quaisquer divergências foram resolvidas por discussão com um terceiro avaliador (Eduardo Mukai). Os dados só foram incluídos quando houve acordo entre os três. Entrar-se-á em contato com os autores para completar ou solicitar resultados inéditos nos casos em que os dados estiverem incompletos ou pouco nítidos.

4.5 Avaliação do risco de viés dos estudos incluídos

Foi utilizada a escala de Newcastle-Ottawa (NOS), adaptada por Chambrone et al. (2010, 2015) para avaliar o risco de viés dos estudos incluídos. Assim, foram utilizados os seguintes tópicos: a) seleção do grupo de estudo: o cálculo do tamanho da amostra, representatividade dos pacientes tratados com cirurgia guiada assistida por computador, descrição detalhada dos critérios de inclusão/exclusão dos pacientes, descrição detalhada de cada passo a seguir na técnica de cirurgia guiada, formação/calibração dos cirurgiões e avaliadores dos resultados e protocolo apropriado para a coleta de dados; b) a comparabilidade dos pacientes com base no desenho do estudo ou análise e gestão dos potenciais fatores de confusão; c) os resultados: avaliação dos resultados, avaliação da precisão dos resultados e adequação do acompanhamento dos pacientes; d) análise estatística: pertinência/validade da análise estatística e unidade da análise reportada no modelo estatístico. Um máximo de 13 estrelas pode receber cada estudo incluído. Estudos com 10-13 pontos foram arbitrariamente considerados de alta qualidade, com 7-9 pontos de qualidade média e com < 7 pontos de baixa qualidade metodológica.

Para analisar o risco de viés dos estudos clínicos randomizados, foram seguidas as recomendações para revisões sistemáticas pela Cochrane Collaboration (Higgins e Green 2011). Os seguintes critérios foram avaliados: a) geração da sequência aleatória; b) ocultação de alocação (ambos com viés de seleção); c) cegamento dos participantes e da equipe (viés de performance); d) cegamento da avaliação dos resultados (viés de detecção); e) dados dos resultados incompletos (viés de atrito); f) o relatório seletivo (viés de informação); g) outras possíveis causas de viés. O risco será categorizado de acordo com os seguintes critérios: 1) baixo risco de viés, se todos os critérios foram cumpridos; 2) duvidoso risco de viés se um ou mais critérios forem parcialmente cobertos e 3) alto risco de viés (viés plausível que enfraquece seriamente a confiança nos resultados) se um ou mais dos critérios não foram cumpridos.

4.6 Variáveis de desfecho

Os seguintes parâmetros foram avaliados: 1) desvio global no ponto de entrada (mm); 2) desvio global no ápice do implante (mm) e; 3) desvio angular: graus (°).

4.7 Análise estatística

Todos os dados dos estudos incluídos foram agrupados em tabelas que mostram as principais características e resultados de cada estudo. Para executar a meta-análise, três grupos foram criados: osso versus mucosa, osso versus dente e mucosa versus dente. A análise considerou dados contínuos expressados em diferença de médias ponderadas para cada variável de interesse: 1) desvio angular (°); 2) desvio no ponto de entrada (mm) e; 3) desvio no ápice (mm). A heterogeneidade será avaliada pelo teste Q - Cochran ($P < 0,001$ / IC 95%) e I^2 ($I^2 > 50\%$) (Higgins e Thompson 2002). O teste de sensibilidade foi realizado para analisar a influência de cada estudo na heterogeneidade total. Todas as análises foram feitas utilizando o software R Project Statistical Computing (Versão 3.2.1, a Bell Laboratories, anteriormente AT & T, agora Lucent Technologies) e o Review Manager (versão 5.0, o Centro Cochrane Nórdico, Dinamarca).

5 RESULTADOS

A busca eletrônica resultou na identificação de 1602 artigos; 1560 foram excluídos depois da leitura dos títulos e resumos (Figura 5.1). Portanto, foram incluídos 39 artigos para a leitura de texto completo; destes, 31 estudos foram excluídos da análise qualitativa. As razões são mencionadas na tabela 5.1. Logo, oito artigos foram incluídos para a análise do risco de viés, mas apenas quatro artigos foram incluídos na meta-análise porque estes estudos apresentavam o número de implantes separadamente de acordo com o tipo de tecido de suporte. No total foram avaliados 599 implantes na meta-análise. Arisan et al. (2010b) e Vercruyssen et al. (2014) avaliaram dois diferentes sistemas de cirurgia guiada dentro do mesmo estudo. Nesta revisão sistemática, os resultados de cada sistema foram avaliados separadamente; logo, os estudos foram nomeados como: Arisan et al. (2010b) (I) = StenCad, Arisan et al. (2010b) (II) = Simplant, Vercruyssen et al. (2014) (I) = Simplant, e Vercruyssen et al. (2014) (II) = Facilitate.

Figura 5.1- Fluxograma dos artigos encontrados através das bases de dados

Tabela 5.1- Características dos estudos de elegibilidade

Estudo	Desenho	Número de pacientes	Número de implantes	Técnica de cirurgia guiada	Sistema do guia	Tecido de suporte	Sentido	Desvio angular		Desvio global no ponto de entrada (mm)		Desvio global no ápice (mm)		Motivo da exclusão
								Medida	DP	Medida	DP	Medida	DP	
Al Harbi et al. (2009)	R	5	40	Guia SLA	Implant	Osso	Mesio distal	0,17	5.02	0.2	0.36	-	-	< 10 pacientes
							Buco Lingual	0,46	4.48			-	-	
Arisan et al. (2013)	P	11	108	Guia SLA	Implant com TC	Mucosa	Global	3,30	1.08	0,75	0.32	0,80	0.35	Não compara o tipo de tecido de suporte
					Implant com TCCB			3,47	1.14			0,87	0.32	
Behneke et al. (2012a)	R	52	132	Guia laboratorial	Med3D sem retalho	Mucosa, osso & dente	Global	2,11	-	0,36	-	0,53	-	Técnica de cirurgia guiada
					Med3D com retalho			2,08	-			0,45	-	
Behneke et al. (2012b)	P	52	132	Guia laboratorial	Med3D	Dente	Global	2.1	1.31	0.32	0.23	0.49	0.29	Técnica de cirurgia guiada
Cassetta et al. (2013a)	R	8	60	Guia SLA	Implant	Osso	Global	2.02	0.87	-	-	-	-	< 10 pacientes
Cassetta et al. (2013d)	R	12	129	Guia SLA	The External Hex Safe system fixed (Implant)	Mucosa, osso & dente	Global		2.4	1.59	0.68	2.07	0.88	Dados estatísticos insuficientes

					The External Hex Safe system not fixed (Simplant)			5.46	3.38	1.55	0.59	2.05	0.89	
Cassetta et al. (2011)	R	10	111	Guia SLA	Simplant	Mucosa, osso & dente	Global	4.68	2.98	1.52	0.61	1.97	0.86	Dados estatísticos insuficientes
Cassetta et al.(2012b)	R	11	95	Guia SLA	Fumantes com Simplant	Mucosa	Global	4,41	3	1.8	0.51	2.28	0.84	Não compara o tipo de tecido de suporte
					Não fumantes com Simplant			4,79	2.52	1.52	0.58	2.04	0.79	
Cassetta et al.(2013e)	R	19	137	Guia SLA	The External Hex Safe (Simplant)	Mucosa	Global	4.3	2.45	-	-	-	-	Não compara o tipo de tecido de suporte
					The External Hex Safe modified (Simplant)			1.8	0.89	-	-	-	-	
D'haese et al. (2012)	P	13	77	Guia SLA	Simplant	Mucosa	Global	2.6	1.61	0.91	0.44	1.13	0.52	Não compara o tipo de tecido de suporte
Di Giacomo et al. (2005)	P	4	21	Guia SLA	Simplant	Dente & osso	Global	7.25	2.67	1.45	1.42	2.99	1.77	< 10 pacientes
Di Giacomo et al. (2012)	P	12	60	Guia SLA	Sinterstation HiQ-3D	Mucosa	Global	6.53	4.31	1.35	0.65	1.79	1.01	Não compara o tipo de tecido de suporte

Lee et al (2013)	R	48	102	Guia SLA	OnDemand 3D	Dente & mucosa	Global	3.8	3.24	1.09	1.1	1.56	1.48	Dados estatísticos insuficientes
Naitoh et al. (2000)	P	6	21	Guia Laboratorial	-	Dente	Global	5	3.5	0.3	0.6	-	-	< 10 pacientes
Nickenig et al. (2010a)	R	10	23	Guia Laboratorial	coDiagnostiX	Dente	Pósterio anterior	4.2	-	0.9	-	0.9	-	Não compara o tipo de tecido de suporte
							Medial lateral			0.9	-	0.6	-	
Nickenig et al. (2010b)	R	10	23	Guia Laboratorial	Com guia	Dente	Pósterio anterior	4.2	3.04	0.9	1.22	0.9	0.94	Não compara o tipo de tecido de suporte
							Medial lateral			0.9	1.06	0.6	0.57	
					Cirurgião maxilofacial sem guia		Pósterio anterior	9.8	4.25	2.4	1.91	2	2.02	
							Medial lateral			3.5	2.24	2.5	2.48	
					Protesista sem guia		Pósterio anterior	10.9	4.5	2.2	2.3	2.3	2.13	
							Medial lateral			2.6	2.44	1.8	2.04	
Ochi et al. (2013)	P	15	30	Guia SLA	NobelGuide	Mucosa	Global	-	-	0.89	0.44	1.08	0.47	Não compara o tipo de tecido de suporte
Ozan et al. (2011)	P	49	216	Guia SLA	StentCad Classic	Mucosa	Global	5.32	1.96	-	-	-	-	Não compara o tipo de tecido de suporte

					StentCad Beyond			3.73	1.14	-	-	-	-	
Pettersson et al. (2012)	P	30	191	Guia SLA	NobelGuide	Mucosa	Global	2.26	-	0.8	-	1.09	-	Não compara o tipo de tecido de suporte
Platzer et al. (2013)	P	5	15	Guia SLA	Navigator™, Biomet 3i	Dente	x-eixo	14.04	11.6	0.27	0.19	-	-	< 10 pacientes
							y-eixo			0.15	0.13	-	-	
							z-eixo			0.28	0.19	-	-	
Sun et al. (2013)	P	15	80	Guia SLA	NobelGuide	Mucosa	Global	3.3	2.32	1.48	0.96	-	-	
Van Assche et al. (2010)	P	9	19	Guia SLA	NobelGuide	Dente	Global	2.2	1.1	0.6	0.3	0.9	0.4	< 10 pacientes
Van de Wiele et al. (2014)	P	16	75	Guia SLA	Cirurgião sem experiência Simplant	Mucosa	Global	2.78	1.47	0.87	0.49	1.1	0.53	Não compara o tipo de tecido de suporte
					Cirurgião com experiência Simplant			2.7	1.35	1.38	0.64	1.59	0.7	
Valente et al. (2009)	R	25	108	Guia SLA	Simplant	Mucosa, osso & dente	Global	7.9	4.7	1.4	1.3	1.6	1.2	Dados estatísticos insuficientes
Verhamme et al. (2015a)	P	30	104	Guia SLA	NobelGuide	Mucosa	Mesio Distal	1.93	-	0.6	-	0.75	-	Não compara o tipo de tecido de suporte
							Buco Lingual	1.74	-	0.5	-	0.67	-	

Verhamme et al. (2015b)	P	25	150	Guia SLA	NobelGuide	Mucosa	Mesio Distal	2.5	0.29	1.27	0.21	1.49	0.23	Não compara o tipo de tecido de suporte
							Buco Lingual Global	2.48	0.29	0.75	0.09	0.98	0.14	
Vieira et al. (2013)	R	14	62	Guia SLA	NobelGuide	Mucosa	Global	1.93	0.17	2.17	0.87	2.86	2.17	Não compara o tipo de tecido de suporte
								1.85	0.75	1.42	0.76	1.57	0.84	
Wagner et al. (2003)	P	5	32	Navegação	VISIT		Lingual	-	-	1	0.5	1.3	0.9	< 10 pacientes
							Labial	-	-	0.8	0.3	1.1	0.9	
Wittwer et al. (2006)	P	20	78	Navegação	The StealthStation Treon		Lingual	-	-	1.2	0.8	0.7	0.5	Técnica de cirurgia guiada
							Labial	-	-	1	0.5	0.8	0.6	
Wittwer et al. (2007a)	P	20	78	Navegação	VISIT		Lingual	-	-	0.7	0.3	0.7	0.3	Técnica de cirurgia guiada
							Labial	-	-	1	0.5	0.6	2	
Wittwer et al. (2007b)	RCT	16	64	Navegação	System I: VISIT		Lingual	-	-	0.7	0.3	0.7	0.3	Técnica de cirurgia guiada
							Labial	-	-	1	0.5	0.6	0.2	
					System II: The StealthStation Treon		Lingual	-	-	1.2	0.8	0.7	0.5	
							Labial	-	-	1	0.5	0.8	0.6	

Características dos estudos

Autores, ano de publicação, desenho do estudo, participantes, o sistema de implante, sistema do guia, desvio implante (média + SD), e outras características dos estudos incluídos são apresentados na Tabela 5.2.

Tabela 5.2- Características dos estudos de incluídos

Estudo/ Desenho	País	Rx	N° Pac.	Sistema Implantes	N° total Implantes	Sistema Guia	Pinos Fixação	Tipo de Suporte	N° Implantes	Desvio angular (°)		Desvio global no ponto de entrada (mm)		Desvio global no ápice (mm)		Motivo pelo qual não se incluiu na meta-analise			
										Media	DP	Media	DP	Media	DP				
Arisan et al. (2010b) (I) Prospectivo	Turquia	TCCB	53	SPI, Element (Thommen Medical, Suíça)	279	Sistema I: StentCad	Sim	Osso	44	5	1.66	1.7	0.52	1.99	0.64				
				Xive, (Alemanha)				Dente	45	3.5	1.38	1.31	0.59	1.62	0.54				
								Mucosa	43	4.23	0.72	1.24	0.51	1.4	0.47				
Arisan et al. (2010b) (II)				SPI, Element (Thommem Medical, Suíça)				Sistema II: Simplant	Osso	43	4.73	1.28	1.56	0.25	1.86	0.4			
									Dente	50	3.39	0.84	0.81	0.33	1.01	0.4			
									Mucosa	54	2.9	0.39	0.7	0.13	0.76	0.15			
Cassetta et al. (2012a) Restrospectivo	Itália	TC	10	Plan 1 Health-Amaro (Itália)	116	Simplant	Não	Osso	13	9.31	5.53	1.84	0.69	2.26	0.73				
								Dente	15	4.88	3.38	2.08	0.93	2.59	1.81				
								Mucosa	88	4.51	3	1.31	0.55	1.64	0.8				
Cassetta et al. (2013b) Retrospectivo	Itália	TC	10	Plan 1 Health-Amaro (Itália)	111	Simplant	Sim	Dente	-	3.35	-	1.1	-	1.36	-	Sem o número de implantes avaliados para cada tipo de tecido de suporte			
								Mucosa	-	4.71	-	1.63	-	2.1	-				
								Osso	-	5.08	-	1.18	-	1.62	-				

Cassetta et al. (2013c) Retrospectivo	Itália	TC	20	Plan 1 Health-Amaro (Itália)	227	Sistema I: Multiple-Type Guide (Simplant)	Não	Mucosa, Osso	-	5.09	3.7	1.47	0.68	1.83	1.03	Sem o número de implantes avaliados para cada tipo de tecido de suporte
						Sistema II: Single-Type fixed (Simplant)	Sim		-	3.93	2.34	1.49	0.63	1.9	0.83	
						Sistema III: Single-Type not fixed (Simplant)	Não		-	5.46	3.38	1.55	0.59	2.05	0.89	
Ersoy et al. (2008) Prospectivo	Turquia	TC	21	SwissPlus, Zimmer (Estados Unidos)	94	StentCad	Não	Osso	45	5.1	2.7	1.3	1	1.6	1.5	
								Dente	26	4.4	1.6	1.1	0.6	1.3	0.7	
								Mucosa	23	4.9	2.2	1.1	0.7	1.7	1	
Ozan et al. (2009) Retrospectivo	Turquia	TC	30	SwissPlus, Zimmer (Estados Unidos)	110	StentCad	Não	Osso	50	4.63	2.6	1.28	0.9	1.57	0.9	
								Dente	30	2.91	1.3	0.87	0.4	0.95	0.6	
								Mucosa	30	4.51	2.1	1.06	0.6	1.6	1	
Vasak et al. (2011) Retrospectivo	Áustria	TC	18	Nobel (Suíça)	79	NobelGuide	Sim	Dente	-	3.7	-	0.37	-	0.88	-	Sem o número de implantes avaliados para cada tipo de tecido de suporte
								Mucosa	-	3.5	-	0.49	-	0.64	-	
Vercruyssen et al. (2014) (I) RCT	Bélgica	TCCB	59	Astra (Alemanha)	209	Sistema I: Simplant	Sim	Osso	53	3.79	2.36	1.6	0.92	1.65	0.82	
								Mucosa	55	2.86	1.6	1.23	0.6	1.57	0.71	
Vercruyssen (2014) (II)						Sistema II: Facilitate		Osso	49	3.2	2.7	1.33	0.82	1.5	0.72	
								Mucosa	52	2.71	1.36	1.38	0.64	1.6	0.7	

Risco de viés dos resultados

O 43% dos estudos observacionais (Arissan et al., 2010a; Cassetta et al., 2013c; Vasak et al., 2011), incluídos nesta revisão sistemática, mostrou uma qualidade metodológica de nível alto. O outro 57% dos estudos mostraram ter uma qualidade metodológica de nível médio (Cassetta et al., 2012a; Cassetta et al., 2013b; Ersoy et al., 2008; Ozan et al., 2009) . Em relação ao tópico “seleção do grupo de estudo”, nenhum dos estudos relatou ter feito o cálculo do tamanho da amostra. Por outro lado, os estudos com menos de 20 pacientes foram considerados estudos com uma quantidade de amostra pobre (Vasak et al., 2011; Cassetta et al., 2012a, 2013b). Entretanto, um estudo não descreveu se houve calibração dos cirurgiões e avaliadores dos resultados (Ozan et al., 2009). Em respeito ao tópico “gestão dos potenciais fatores de confusão”, apenas dois estudos (Arisan et al., 2010b; Vasak et al., 2011) descreveram que os mesmos radiologistas com os mesmos aparelhos e configurações realizaram a tomografia computadorizada (Figura 5.2a).

O único estudo randomizado incluído nesta revisão apresentou uma qualidade metodológica de baixo risco para os critérios: método de randomização, ocultação de alocação, dados dos resultados incompletos, relatório seletivo e outras possíveis causas de viés (Vercruyssen et al., 2014). Não obstante, os seguintes critérios: cegamento dos participantes, da equipe e da avaliação dos resultados, não foram mencionados no texto do artigo; portanto foi considerado como possível risco de viés, de acordo com as recomendações para revisões sistemáticas da Cochrane (Figura 5.2b).

Figura.5.2 - Qualidade metodológica dos estudos incluídos

a) Risk of bias of included observational studies

b) Risco de viés do RCT incluído

Meta análise para a variável desvio angular (°):

No grupo dos guias apoiados em dente *versus* osso, a meta-análise global mostrou que o desvio angular é estatisticamente menor quando o guia é apoiado em dentes (MD: -1.41° [95% IC: -1.82 a -0.99; $P < 0.00001$]) (Figura 5.3a).

Os resultados do subgrupo de análises que incluiu somente estudos retrospectivos mostraram que não houve diferença, estatisticamente significativa, no desvio angular, quando comparados os grupos osso *versus* mucosa (DM: 2.23 [95% IC: -2.34 a 6.79; $P = 0.34$]). Apesar disso, a meta-análise global demonstrou uma redução no desvio angular, estatisticamente significativa, nos guia mucoso-suportados quando comparados com os guias apoiados em osso (DM: 1.08° [95% IC: 0.18 a 1.99; $P = 0.02$]) (Figura 5.4a).

No grupo dos guias apoiados em mucosa *versus* dente, não houve diferença, estatisticamente significativa, no desvio angular entre ambos os grupos (DM: -0.42° [95% IC: -1.30 a 0.45; $P = 0.34$]) (Figura 5.5a).

Meta análise para a variável desvio no ponto de entrada (mm):

No grupo dos guias apoiados em dente *versus* osso, os guias dento-suportados mostraram ter uma acurácia estatisticamente significativa, quando todos os estudos foram avaliados (DM: -0.37 mm [95% IC: -0.66 a -0.09; $P = 0.01$]). Não obstante, a análise de subgrupo que incluiu somente os resultados dos estudos

retrospectivos, não mostrou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos dos guias dento e ósseo-suportados (DM: -0.14 mm [95% IC: -0.77 a 0.49; $P=0.66$]) (Figura 5.3b).

Para o grupo mucosa *versus* osso, a meta-análise global mostrou uma maior acurácia estatisticamente significativa para o primeiro grupo (DM: 0.48 mm [95% IC: 0.17 a 0.78; $P=0.002$]) (Figura 5.4b).

No grupo dos guias apoiados em dentes *versus* mucosa, a diferença entre as médias não apresentou significância estatística com uma diferença entre as médias de 0.09 mm (95% IC: -0.10 a 0.29; $P= 0.35$) (Figura 5.5b).

Meta análise para a variável desvio no ápice (mm):

Não se encontraram diferenças estatisticamente significativas para nenhuma das comparações na análise de subgrupos de estudos retrospectivos. Porém, a meta-análise global mostrou uma maior acurácia, estatisticamente significativa, para os guias dento-suportados, quando comparados aos guias ósseo-suportados (DM: -0.50 mm [95% IC: -0.80 a -0.20; $P= 0.001$]) (Figura 5.3c). O grupo de guias mucoso-suportados também apresentaram menor desvio quando comparados aos guias ósseo-suportados (DM: 0.48 mm [95% IC: 0.03 a 0.93; $P= 0.04$]) (Figura 5.4c).

Por outro lado, a meta-análise global não mostrou diferenças, estatisticamente significativas, entre os grupos dos guias dento e mucoso-suportados (DM: 0.01 mm [95% IC: -0.33 a 0.35; $P= 0.95$]) (Figura 5.5c).

Análise de sensibilidade

Avaliando a influência dos estudos na heterogeneidade, temos que a exclusão do estudo Arisan et al. (2010b) foi o mais influente. Observou-se uma diminuição do I^2 para o grupo osso *versus* mucosa, tanto para variável desvio angular ($I^2=47\%$; $P=0.10$) e desvio no ponto de entrada ($I^2=49\%$; $P=0.08$). O mesmo foi observado no grupo de guias ósseo e dento-suportados, tanto para variável desvio no ponto de entrada ($I^2=33\%$; $P=0.22$) e desvio no ápice ($I^2=24\%$; $P=0.27$); e no grupo dentes *versus* mucosa para variável desvio angular ($I^2=41\%$; $P=0.16$).

Figura.5.3- Forest plot avaliando dente versus osso

Figura.5.5- Forest plot avaliando dente versus mucosa

6 DISCUSSÃO

Resumo dos principais resultados

A presente revisão sistemática foi desenvolvida para responder à questão clínica se o tipo de tecido de suporte poderia influenciar na precisão da posição final dos implantes colocados com guias estereolitográficos. Foram incluídos somente estudos clínicos que compararam a acurácia entre tipos de tecidos de suporte. Os estudos clínicos representam de uma forma mais real a técnica de cirurgia guiada, levando em consideração que os estudos *in vitro* ou em cadáveres, podem subestimar erros e superestimar a precisão da técnica, por não apresentarem as limitações, o que pode gerar fatores de confusão como: quantidade de abertura bucal, presença de saliva, sangue, resiliência da mucosa, densidade do osso, entre outros fatores (Jung et al., 2009; Valente et al., 2009; Cassetta et al., 2013b; Ochi et al., 2013).

Um achado relevante da presente meta-análise foi de que os guias suportados em osso revelaram ter a menor acurácia, quando comparados com dente e mucosa. Uma possível explicação é que o retalho na técnica de cirurgia guiada é mais extenso do que na cirurgia convencional, por conseguinte o reposicionamento intra-operatório do guia poderia ser mais difícil por possíveis interferências dos tecidos afastados no assentamento do guia (Lal et al., 2016). Esta relação merece uma investigação mais profunda e aponta para a necessidade de um refinamento da técnica. Não obstante, os guias ósseos suportados são recomendados para casos com severa reabsorção óssea, pois permitem ter uma melhor visão do campo cirúrgico e melhor controle na profundidade do implante (Rosenfeld et al., 2006).

Por outro lado, a meta-análise global mostrou que não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos dos guias dento e mucoso-suportados, em nenhuma das variáveis: desvio angular, desvio no ponto de entrada e desvio no ápice. Não obstante, houve uma tendência favorável para o grupo de guias dento-suportados, mostrando um desvio menor, que não foi estatisticamente significativo talvez devido ao tamanho da amostra. A cirurgia guiada sem retalho é um método que, por tentar cobrir o máximo de tecido mole, acaba tendo um maior

ajuste do guia com os tecidos (Cassetta et al., 2013c). No entanto, é de suma importância que o cirurgião tenha conhecimento profundo desta técnica, pois, apesar de apresentar muitas vantagens e uma precisão semelhante aos guias dento-suportados, também apresenta limitações como: baixa visualização da região a trabalhar; pouco controle em relação à profundidade do implante, em respeito ao osso; dificuldade no assentamento do guia, devido à resiliência da mucosa (Ersoy et al., 2008; Vasak et al., 2011). Alguns autores afirmaram que, quanto maior a espessura da mucosa, maior a probabilidade de desvio (Vasak et al., 2011; D`haese et al., 2012; Ochi et al., 2013). Além disso, a mucosa pode estar inchada após a anestesia local, o que poderia provocar pequenas mudanças no ajuste do guia (Sun et al., 2013; Verhamme et al., 2015a). É muito importante saber que esta técnica não é indicada para todos os casos. Requer uma gengiva queratinizada, de 4 a 5 mm, e um osso alveolar com largura buco-lingual de 4 a 4,5 mm (Flanagan, 2007).

Com respeito aos guias dento-suportados, a meta-análise global confirmou que apresentam melhor acurácia, quando comparados aos guias ósseo-suportados, fato que já foi observado em vários estudos anteriores (Ersoy et al., 2008; Ozan et al., 2009; Arisan et al., 2010b; Van Assche et al., 2010). Segundo a literatura, é recomendável haver, pelo menos, dois ou mais dentes sem mobilidade para dar uma boa estabilidade ao guia (Arisan et al., 2010b). O inverso ocorre quando são analisados somente os resultados dos estudos retrospectivos, nos quais não se observaram diferenças estatisticamente significativas, entre os grupos de guias dento e ósseo-suportados para as variáveis: desvio no ponto de entrada e desvio no ápice. Uma possível explicação pode ser devida aos fatores de confusão, influência dos vieses, ou ambos, os quais, frequentemente, são atribuídos aos estudos retrospectivos.

Na presente revisão sistemática, a meta-análise global revelou que os guias mucoso-suportados apresentaram maior acurácia quando comparados aos guias ósseo-suportados nas variáveis: desvio angular ($P=0.02$), desvio no ponto de entrada ($P=0.002$) e desvio no ápice ($P=0.04$). Para o grupo dentes *versus* osso, a acurácia foi estatisticamente maior nos guias dento-suportados para as variáveis: desvio angular ($P<0.001$), desvio no ponto de entrada ($P=0.01$) e desvio no ápice ($P=0.001$). Resultados similares foram observados na revisão sistemática de Van Assche et al. (2012), na qual houve uma diferença estatística entre os guias dento e

ósseo-suportados ($P<0.05$) e entre os guias ósseo e mucoso-suportados ($P<0.05$). Por outro lado, a revisão sistemática realizada por Schneider et al. (2009) não pode concluir se o desvio de um guia ósseo, dento ou implanto-suportado proporciona maior precisão que um guia mucoso-suportado.

Concordâncias e discordâncias com revisões ou estudos prévios

De acordo com uma revisão sistemática prévia (Tahmaseb et al., 2014), há uma discrepância entre a posição planejada e a posição final do implante no ponto de entrada de: 0.84, 1.07 e 1.43 mm, e no ápice de: 1.15, 1.64 e 1.87 mm para os tipos de suporte dente, mucosa e osso, respectivamente, e um desvio angular médio de: 3.28°, 4.73°, 5.32° para dente, mucosa e osso na mesma ordem. Estes resultados sugerem que a técnica de cirurgia guiada por computador poderia estar sujeita a erros, que podem causar danos a estruturas anatômicas essenciais ou um resultado protético desfavorável (Di Giacomo et al., 2012). Diversos fatores podem influenciar a acurácia da técnica de cirurgia guiada, incluindo: o processo de escaneamento tomográfico, o planejamento virtual, a produção do guia (Cassetta et al., 2013d), tipo de suporte (Widman; Bale, 2006; Ersoy et al., 2008; Cassetta et al., 2013d), utilização de parafusos de fixação e o tipo de sistema utilizado (único ou múltiplo) (Di Giacomo et al., 2012; Cassetta et al., 2013c), entre outros.

Outro ponto a salientar é a utilização dos parafusos de fixação, pois é uma variável que pode influenciar na acurácia da técnica de cirurgia guiada por computador, sendo recomendado o uso destas ferramentas para diminuir o desvio na posição final do implante e aumentar a estabilidade do guia (Arisan et al., 2010b; Cassetta et al., 2011; Di Giacomo et al., 2012; D`haese et al., 2012; Cassetta et al., 2013b). Inversamente, Verhamme et al. (2015b) concluíram que os pinos de fixação não fornecem estabilidade adicional ao guia, pelo contrário poderiam impedir que o cirurgião verificasse continuamente através de um feedback tátil a preparação do leito do implante.

Adicionalmente, é importante distinguir a diferença dos guias únicos *versus* os guias múltiplos. Três estudos incluídos na meta-análise utilizaram o sistema único (Ersoy et al., 2008; Ozan et al., 2009; Vercruyssen et al., 2014). Por outro lado, o estudo de Cassetta et al. (2012a) foi desenvolvido com um sistema de guias

múltiplos. Arisan et al., (2010b) dividiram os pacientes em 2 grupos: guias múltiplos quando eram guias ósseo-suportados e guias únicos quando eram dento e mucoso-suportados. Nos sistemas de guias múltiplos, o operador tem que mudar o guia cada vez que utilizar uma broca de diâmetro diferente. Portanto, alguns autores sugerem o uso de guias cirúrgicos únicos, em vez de múltiplos, para evitar desvios durante a cirurgia (Arisan et al., 2010b; Cassetta et al., 2013c). Outra diferença que pode existir entre os sistemas de cirurgia guiada no mercado, são aqueles que oferecem orientação tanto na preparação do leito do implante no osso, como na inserção do implante. Alguns sistemas só oferecem um guia para a osteotomia, ficando para o cirurgião a instalação, o que pode ocasionar erros na posição final do implante (Cassetta et al., 2013c).

Qualidade dos estudos incluídos

A avaliação do risco de viés dos estudos observacionais revelou uma qualidade metodológica moderada. Deve ser mencionado que todos os estudos incluídos relataram um método semelhante para a avaliação da acurácia da técnica de cirurgia guiada. Tomografias pré e pós-operatórias foram realizadas para identificar o desvio da posição planejada e a posição final do implante. Além disso, verificou-se uma standardização do protocolo seguido para a técnica de cirurgia guiada assistida por computador. Por outro lado, nenhum dos estudos realizou o cálculo de tamanho da amostra, e o número de pacientes oscilava entre 10-59.

O único estudo clínico randomizado incluído revelou ter um duvidoso risco de viés. Uma vez que, para o critério de cegamento dos participantes e equipe, foi conveniente colocar como não esclarecido, pois no momento do procedimento cirúrgico, o cirurgião pode estar indiferente quanto à marca do sistema utilizado, mas é impossível estar cego quanto ao tipo de tecido de suporte.

Vieses potenciais e limitações no processo da revisão

Para minimizar o potencial de viés, a presente revisão sistemática não combinou no mesmo set de meta-análise os estudos observacionais e o estudo clínico randomizado, devido a fatores de heterogeneidade evidentes em termos de desenho e propósitos do estudo. Além disso, os dados dos estudos observacionais

foram apresentados em subgrupos. Assim, foram divididos em dois grupos: estudos prospectivos e estudos retrospectivos e analisados separadamente na meta-análise. A falta de estudos clínicos randomizados foi uma limitação na presente revisão sistemática. Deve-se notar que a técnica de cirurgia guiada parece ser sensível a erros cumulativos logo, requer experiência clínica e cuidados em todos os passos do protocolo, para evitar a propagação dos erros e danos de estruturas vitais.

Um ponto interessante a ser considerado é a heterogeneidade significativa, observada entre os estudos incluídos na meta-análise. De fato, um alto nível de heterogeneidade era esperado por causa da variedade no tipo de desenho dos estudos incluídos, metodologias e variações clínicas. No entanto, é de notar que, após a análise de sensibilidade, a remoção dos dados do estudo de Arisan et al. (2010b) diminuiu a heterogeneidade na maioria dos desfechos avaliados nesta revisão sistemática. Isto pode ser explicado pelo elevado peso deste estudo e a utilização de parafusos de fixação, inversamente da maioria dos outros estudos. Por isso, é importante ter em mente essas limitações na interpretação dos resultados deste estudo.

7 CONCLUSÃO

Existe uma associação entre o tipo de estrutura de suporte do guia e a acurácia clínica da técnica cirúrgica de implantes assistida por computador. Os guias dento-suportados apresentaram maior precisão do que os guias ósseo e mucoso-suportados.

A técnica de cirurgia guiada por computador é um artifício de grande valia na implantodontia, porém é de suma importância ter muita cautela e não negligenciar nenhum passo do protocolo com o objetivo de evitar erros cumulativos.

Futuros estudos clínicos randomizados e prospectivos são necessários para comprovar os resultados desta revisão, assim como para avaliar as possíveis variáveis que podem influenciar na técnica da cirurgia guiada para implantes dentários.

REFERÊNCIAS

Abboud M, Wahl G, Guirado JL, Orentlicher G. Application and success of two stereolithographic surgical guide systems for implant placement with immediate loading. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2012 May-Jun;27(3):634-43.

Al-Harbi SA, Sun AY. Implant Placement Accuracy When Using Stereolithographic Template as a Surgical Guide: Preliminary results *Implant Dent*. 2009 Feb;18(1):46-56. doi: 10.1097/ID.0b013e31818c6a50.

Arisan V, Karabuda CZ, Ozdemir T. Implant surgery using bone- and mucosupported stereolithographic guides in totally edentulous jaws: surgical and post-operative outcomes of computer-aided vs. standard techniques. *Clin Oral Implants Res*. 2010a Sep;21(9):980–88. doi: 10.1111/j.1600-0501.2010.01957.x. Epub 2010 May 24.

Arisan V, Karabuda CZ, Ozdemir T. Accuracy of two stereolithographic guide systems for computer aided implant placement: a computed tomography based clinical comparative study. *J Periodontol*. 2010b Jan;81(1):43-51. doi:10.1902/jop.2009.090348.

Arisan V, Karabuda CZ, Pişkin B, Özdemir T. Conventional multi-slice computed tomography (CT) and cone-beam CT (CBCT) for computer-aided implant placement. Part II: reliability of mucosa-supported stereolithographic guides. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2013 Dec;15(6):907-17. doi: 10.1111/j.1708-8208.2011.00435.x. Epub 2012 Jan 11.

Behneke A, Burwinkel M, Behneke N. Factors influencing transfer accuracy of cone beam CT-derived template-based implant placement. *Clin Oral Implants Res*. 2012a Apr;23(4):416-23. doi: 10.1111/j.1600-0501.2011.02337.x. Epub 2011 Oct 24.

Behneke A, Burwinkel M, Knierim K, Behneke N. Accuracy assessment of cone beam computed tomography-derived laboratory-based surgical templates on partially edentulous patients. *Clin Oral Implants Res*. 2012b Feb;23(2):137-43. doi: 10.1111/j.1600-0501.2011.02176.x. Epub 2011 Mar 28.

[†] De acordo com estilo Vancouver.

Cassetta M, Di Mambro A, Giansanti M, Stefanelli LV, Barbato E. Is it possible to improve the accuracy of implants inserted with a stereolithographic surgical guide by reducing the tolerance between mechanical components? *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2013a Jul;42(7):887-90. doi: 10.1016/j.ijom.2013.01.011. Epub 2013 Feb 18.

Cassetta M, Stefanelli LV, Giansanti M, Di Mambro A, Calasso S. Accuracy of a computer-aided implant surgical technique. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2013b May-Jun;33(3):317-25. doi: 10.11607/prd.1019.

Cassetta M, Giansanti M, Di Mambro A, Calasso S, Barbato E. Accuracy of two stereolithographic surgical templates: a retrospective study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2013c Jun;15(3):448-59. doi: 10.1111/j.1708-8208.2011.00369.x. Epub 2011 Jul 11.

Cassetta M, Di Mambro A, Giansanti M, Stefanelli LV, Cavallini C. The intrinsic error of a stereolithographic surgical template in implant guided surgery. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2013d Feb;42(2):264-75. doi: 10.1016/j.ijom.2012.06.010. Epub 2012 Jul 11.

Cassetta M, Di Mambro A, Di Giorgio G, Stefanelli LV, Barbato E. The Influence of the Tolerance between Mechanical Components on the Accuracy of Implants Inserted with a Stereolithographic Surgical Guide: A Retrospective Clinical Study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2013e Jun;17(3):580-8. doi: 10.1111/cid.12120. Epub 2013 Jul 24.

Cassetta M, Stefanelli LV, Giansanti M, Calasso S. (2012a) Accuracy of implant placement with a Stereolithographic surgical template. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2012a May-Jun;27(3):655-63.

Cassetta M, Pompa G, Di Carlo S, Piccoli L, Pacifici A, Pacifici L. The influence of smoking and surgical technique on the accuracy of mucosa-supported stereolithographic surgical guide in complete edentulous upper jaws. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2012b Oct;16(11):1546-53.

Cassetta M, Stefanelli LV, Giansanti M, Di Mambro A, Calasso S. Depth deviation and occurrence of early surgical complications or unexpected events using a single stereolithographic surgi-guide. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2011 Dec;40(12):1377-87. doi: 10.1016/j.ijom.2011.09.009. Epub 2011 Oct 15.

Chambrone L, Chambrone D, Lima LA, Chambrone LA. Predictors of tooth loss during long-term periodontal maintenance: a systematic review of observational

studies. *J Clin Periodontol*. 2010 Jul;37(7):675-84. doi: 10.1111/j.1600-051X.2010.01587.x. Epub 2010 May 26.

Chambrone L, Shibli JA, Mercúrio CE, Cardoso B, Preshaw PM. Efficacy of standard (SLA) and modified sandblasted and acid-etched (SLActive) dental implants in promoting immediate and/or early occlusal loading protocols: a systematic review of prospective studies. *Clin Oral Implants Res*. 2015 Apr;26(4):359-70. doi: 10.1111/clr.12347. Epub 2014 Feb 21.

Denstply. Disponível em: <http://www.dentsplysirona.com/en/>

D'haese J, Van De Velde T, Elaut L, De Bruyn H. A prospective study on the accuracy of mucosally supported stereolithographic surgical guides in fully edentulous maxillar. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2012 Apr;14(2):293-303. doi: 10.1111/j.1708-8208.2009.00255.x. Epub 2009 Nov 10.

Di Giacomo GA, Cury PR, De Araujo NS, Sendyk WR, Sendyk CL. Clinical application of stereolithographic surgical guides for implant placement: preliminary results. *J Periodontol*. 2005 Apr;76(4):503-7.

Di Giacomo G, Da Silva JV, Da Silva AM, Paschoal GH, Cury PR, Szarf G. Accuracy and complications of computer designed selective laser sintering surgical guides for flapless dental implant placement and immediate definitive prosthesis installation. *J Periodontol*. 2012 Apr;83(4):410-9. doi: 10.1902/jop.2011.110115. Epub 2011 Aug 5.

Ersoy AE, Turkyilmaz I, Ozan O, McGlumphy EA. Reliability of implant placement with stereolithographic surgical guides generated from computed tomography: clinical data from 94 implants. *J Periodontol*. 2008 Aug;79(8):1339-45. doi: 10.1902/jop.2008.080059 .

Flanagan D. Flapless dental implant placement. *J Oral Implantol*. 2007; 33(2): 75-83.

Fortin T, Bosson JL, Isidori M, Blanchet E. Effect of flapless surgery on pain experienced in implant placement using an image-guided system. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2006 Mar-Apr;21(2):298-304.

Ganz SD. Presurgical planning with CT-derived fabrication of surgical guides. *J Oral Maxillofac Surg*. 2005 Sep;63(9):59-71.

Higgins, J.P.T & Green, S. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. 2008 [serial on the Internet]. Disponível em: <http://www.cochrane-handbook.org/>.

Hultin M, Svensson KG, Trulsson M. Clinical advantages of computer-guided implant placement: a systematic review. Clin Oral Implants Res. 2012 Oct;23:124-35. doi: 10.1111/j.1600-0501.2012.02545.x.

Jung RE, Schneider D, Ganeles J, Wismeijer D, Zwahlen M, Hammerle C, et al. Computer technology applications in surgical implant dentistry: A systematic review. Int J Oral Maxillofac Implants. 2009; 24: 92-109.

Lal K, White GS, Morea DN, Wright RF. Use of stereolithographic templates for surgical and prosthodontic implant planning and placement. Part I. The concept. J Prosthodont. 2006 Jan-Feb;15(1):51-8.

Lee JH, Park JM, Kim SM, Kim MJ, Lee JH, Kim MJ. An assessment of template-guided implant surgery in terms of accuracy and related factors. J Adv Prosthodont. 2013 Nov;5(4):440-7. doi: 10.4047/jap.2013.5.4.440. Epub 2013 Nov 28.

Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JP, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. J Clin Epidemiol. 2009 Oct;62(10):1-34. doi: 10.1016/j.jclinepi.2009.06.006. Epub 2009 Jul 23.

Naitoh M, Arijji E, Okumura S, Ohsaki C, Kurita K, Ishigami T. Can implants be correctly angulated based on surgical templates used for osseointegrated dental implants? Clin Oral Implants Res. 2000 Oct;11(5):409-14.

Nickenig HJ, Eitner S. An alternative method to match planned and achieved positions of implants, after virtual planning using cone-beam CT data and surgical guide templates--a method reducing patient radiation exposure (part I). J Craniomaxillofac Surg. 2010a Sep;38(6):436-40. doi: 10.1016/j.jcms.2009.10.025. Epub 2009 Nov 24.

Nickenig HJ, Wichmann M, Hamel J, Schlegel KA, Eitner S. Evaluation of the difference in accuracy between implant placement by virtual planning data and surgical guide templates versus the conventional free-hand method - a combined in vivo - in vitro technique using cone-beam CT (Part II). J Craniomaxillofac Surg. 2010b Oct;38(7):488-93. doi: 10.1016/j.jcms.2009.10.023. Epub 2009 Nov 24.

Ochi M, Kanazawa M, Sato D, Kasugai S, Hirano S, Minakuchi S. Factors affecting accuracy of implant placement with mucosa-supported stereolithographic surgical guides in edentulous mandibles. *Comput Biol Med.* 2013 Nov;43(11):1653-60. doi: 10.1016/j.combiomed.2013.07.029. Epub 2013 Aug 17.

Ozan O, Turkyilmaz I, Yilmaz B. A preliminary report of patients treated with early loaded implants using computerized tomography guided surgical stents: flapless versus conventional flapped surgery. *J Oral Rehabil.* 2007 Nov;34(11):835–40.

Ozan O, Turkyilmaz I, Ersoy AE, McGlumphy EA, Rosenstiel SF. Clinical accuracy of 3 different types of computed tomography-derived stereolithographic surgical guides in implant placement. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009 Feb;67(2):394-401. doi: 10.1016/j.joms.2008.09.033.

Ozan O, Orhan K, Turkyilmaz I. Correlation between bone density and angular deviation of implants placed using CT-generated surgical guides. *J Craniofac Surg.* 2011 Sep;22(5):1755-61. doi: 10.1097/SCS.0b013e31822e6305.

Pettersson A, Komiyama A, Hultin M, Näsström K, Klinge B. Accuracy of virtually planned and template guided implant surgery on edentate patients. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2012 Aug;14(4):527-37. doi: 10.1111/j.1708-8208.2010.00285.x. Epub 2010 May 11.

Platzer S, Bertha G, Heschl A, Wegscheider WA, Lorenzoni M. Three-dimensional accuracy of guided implant placement: indirect assessment of clinical outcomes. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2013 Oct;15(5):724-34. doi: 10.1111/j.1708-8208.2011.00406.x. Epub 2011 Dec 15.

Rousseau P. Flapless and traditional dental implant surgery: an open, retrospective comparative study *J Oral Maxillofac Surg.* 2010 Sep;68(9):2299-306. doi: 10.1016/j.joms.2010.05.031.

Rosenfeld AL, Mandelaris GA, Tardieu PB. Prosthetically directed implant placement using computer software to ensure precise placement and predictable prosthetic outcomes. Part 2: rapid-prototype medical modeling and stereolithographic drilling guides requiring bone exposure. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2006 Aug;26(4):347-53.

Schneider D, Marquardt P, Zwahlen M, Jung RE. A systematic review on the accuracy and the clinical outcome of computer guided template-based implant dentistry. *Clin Oral Implants Res.* 2009 Sep;20(4):73-86. doi: 10.1111/j.1600-0501.2009.01788.x.

Sun Y, Luebbbers HT, Agbaje JO, Schepers S, Politis C, Van Slycke S, Vrielinck L. Accuracy of Dental Implant Placement Using CBCT-Derived Mucosa-Supported Stereolithographic Template Clin Implant Dent Relat Res. 2013 Oct;17(5) 862-70. doi: 10.1111/cid.12189. Epub 2013 Dec 16.

Tahmaseb A, Wismeijer D, Coucke W, Derksen W. Computer technology applications in surgical implant dentistry: a systematic review. Int J Oral Maxillofac Implants. 2014;29:25-42. doi: 10.11607/jomi.2014suppl.g1.2.

Tapie, L, Lebon N, Mawussi B, Fron Chabouis H, Duret F, Attal JP. Understanding dental CAD/CAM for restorations--the digital workflow from a mechanical engineering. Int J Comput Dent. 2015;18(1):21-44.

Van Assche N, Vercruyssen M, Coucke W, Teughels W, Jacobs R, Quirynen M. Accuracy of computer-aided implant placement. Clin Oral Implants Res. 2012 Oct;23(6):112-23. doi: 10.1111/j.1600-0501.2012.02552.x.

Van Assche N, Van Steenberghe D, Quirynen M, Jacobs R. Accuracy assessment of computer-assisted flapless implant placement in partial edentulism. J Clin Periodontol. 2010 Apr;37(4):398-403. doi: 10.1111/j.1600-051X.2010.01535.x.

Van de Velde T, Sennerby L, De Bruyn H. The clinical and radiographic outcome of implants placed in the posterior maxilla with a guided flapless approach and immediately restored with a provisional rehabilitation: a randomized clinical trial. Clin Oral Implants Res. 2010 Nov;21(11):1223-33. doi: 10.1111/j.1600-0501.2010.01924.x.

Valente F, Schioli G, Sbrenna A. Accuracy of computer aided oral implant surgery: a clinical and radiographic study. Int J Oral Maxillofac Implants. 2009 Mar-Apr;24(2):234-42.

Van de Wiele G, Teughels W, Vercruyssen M, Coucke W, Temmerman A, Quirynen M. The accuracy of guided surgery via mucosa-supported stereolithographic surgical templates in the hands of surgeons with little experience. Clin Oral Implants Res 2014 Dec;26(12):1-6. doi: 10.1111/clr.12494. Epub 2014 Oct 16.

Vasak Ch, Watzak G, Gahleitner A, Strbac G, Schemper M, Zechner W. Computed tomography-based evaluation of template (NobelGuide™)-guided implant positions: a prospective radiological study. Clin Oral Implants Res. 2011 Oct;22(10):1157-63. doi: 10.1111/j.1600-0501.2010.02070.x. Epub 2011 Jan 18.

Vercruyssen M, Cox C, Coucke W, Naert I, Jacobs R, Quirynen M. A randomized clinical trial comparing guided implant surgery (bone or mucosa supported) with mental navigation or the use of a pilot-drill template. *J Clin Periodontol*. 2014 Jul; 41(7): 717-23. doi: 10.1111/jcpe.12231. Epub 2014 Apr 10.

Verhamme LM, Meijer GJ, Boumans T, De Haan AF, Bergé SJ, Maal TJ. A clinically relevant accuracy study of computer-planned implant placement in the edentulous maxilla using mucosa-supported surgical templates. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2015a Apr;17(2):343-52. doi: 10.1111/cid.12112. Epub 2013 Jul 24.

Verhamme LM, Meijer GJ, Bergé SJ, Soehardi RA, Xi T, De Haan AF, Schutyser F, Maal TJ. An Accuracy Study of Computer-Planned Implant Placement in the Augmented Maxilla Using Mucosa-Supported Surgical Templates. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2015b Dec; 17(6):1154-63. doi: 10.1111/cid.12230. Epub 2014 Sep 2.

Verstreken K, Van Cleynebreugel J, Marchal G, Naert I, Suetens P, Van Steenberghe D. Computer-assisted planning of oral implant surgery: a three-dimensional approach. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1996 Nov-Dec;11(6):806-10.

Vieira DM, Sotto-Maior BS, Barros CA, Reis ES, Francischone CE. Clinical accuracy of flapless computer-guided surgery for implant placement in edentulous arches. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2013 Sep-Oct;28(5):1347-51. doi: 10.11607/jomi.3156.

Wagner A, Wanschitz F, Birkfellner W, Zauza K, Klug C, Schicho K et al. Computer-aided placement of endosseous oral implants in patients after ablative tumour surgery: assessment of accuracy. *Clin Oral Implants Res*. 2003 Jun;14(3):340-8.

Web PA. A review of rapid prototyping (RP) techniques in the medical and biomedical sector. *J Med Eng Technol*. 2000 Jul-Aug;24(4):149–53.

Widman G, Bale JB. Accuracy in computer-aided implant surgery-a review. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2006 Mar-Apr;21(2):305-13.

Wittwer G, Adeyemo WL, Schicho K, Figl M, Enislidis G. Navigated flapless transmucosal implant placement in the mandible: a pilot study in 20 patients. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2007a Sep-Oct;22(5):801-7.

Wittwer G, Adeyemo WL, Schicho K, Birkfellner W, Enislidis G. Prospective randomized clinical comparison of 2 dental implant navigation systems. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2007b Sep-Oct;22(5):785-90.

Wittwer G, Adeyemo WL, Schicho K, Gigovic N, Turhani D, Enislidis G. Computer-guided flapless transmucosal implant placement in the mandible: a new combination of two innovative techniques. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2006 Jun;101(6):718-23.