



FACULDADE
ILAPEO

Clifford Alejandro Pedro Pablo Allen Lengua

**Análise tridimensional por elementos finitos dos componentes de uma
reabilitação de maxila edêntula com 4 implantes zigomáticos de corpo liso
de 3,50 mm de diâmetro e mini pilares de 52° e 60°**

CURITIBA
2024

Clifford Alejandro Pedro Pablo Allen Lengua

Análise tridimensional por elementos finitos na reabilitação de maxila edêntula com 4 implantes zigomáticos de corpo liso de 3,50mm de diâmetro e mini pilares de 52° e 60°

Dissertação apresentada a Faculdade ILAPEO como parte dos requisitos para obtenção de título de Mestre em Odontologia com área de concentração em Implantodontia

Orientador: Prof. Dr. Luis Eduardo Marques Padovan

Co-orientador: Prof. Dr. Erton Massamitsu Miyasawa

CURITIBA
2024

Clifford Alejandro Pedro Pablo Allen Lengua

Análise tridimensional por elementos finitos na reabilitação de maxila edêntula com 4 implantes zigomáticos de corpo liso de 3,50mm de diâmetro e mini pilares de 52° e 60°

Presidente da Banca Orientador: Prof. Dr. Luis Eduardo Marques Padovan

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Erton Massamitsu Miyasawa
Prof. Dr. Leandro Eduardo Klüppel

Aprovado em: 26/02/2024

Dedicatória

Dedico esta investigación a Dios que guía nuestros pasos, a mi familia: mi padre Clifford, mi madre Matilde, mi abuelo Alejandro(Papi), mi esposa Junnia Anita y mis hijos Jennie, Clifford Jr, y Juliette.

Muchas veces dejé de pasar el tiempo con ellos por el largo camino del estudio constante a través de diversas etapas de mi vida. Y por supuesto en el sacrificio de las horas lejos de ellos para culminar la Maestría.

Agradecimientos

Agradezco a mi orientador, gran Maestro y amigo Profesor Dr. Luis Eduardo Marques Padovan; a mi co-orientador Dr. Erton Massamitsu Miyasawa, joven talento em ILAPEO que supo siempre dar el entusiasmo para continuar em este esfuerzo. Al Dr. Rubens Moreno de Freitas, que siempre estuvo al tanto de nosotros; a todos los profesores de ILAPEO, que mostraron una gran calidad profesional y personal: Geninho Thome, Ivete Mattias Sartori, Carlos Araujo, Flavia Fontao, Mariana Schafferbrackmann, Tatiana Deliberador, Dalton Marques, Sergio Bernardes Rocha, Elisa Mattias Sartori, Rogeria Acedo, Leandro Eduardo Kluppel, Andrew Melenikiotis, Victor Coró, Caio Cardoso, Augusto, Camila Marinelli, Elcio Marcantonio Jr, Janderson de Medeiros Cardoso, Jose Granjeiro. Disculpen si omito a algun profesor.

Un agradecimiento a mis compañero de Maestria, a aquellos que supieron compartir como hermanos, y también a aquellos que quien sabe aun no aprendieron todavia a compartir, algo que aprendí de los profesores brasileiros desde mi primer contacto con ellos hace ya casi 20 años, aprender a compartir sin egoísmos.

Agradezco tambien al personal auxiliar de la Clinica, al personal de la biblioteca, de laboratorio y a todos los funcionarios de ILAPEO, ya que que sin ellos no huibiese sido posible el desarrollo de nuestra Maestria.

Muchas gracias a todos y disculpen si algun nombre fue omitido.

Sumário

1. Artigo científico 1.....	7
2. Apresentação em Jornada Científica.....	29

1. Artigo científico 1

Artigo de acordo com as normas da Faculdade ILAPEO.

ANÁLISE TRIDIMENSIONAL POR ELEMENTOS FINITOS NA REABILITAÇÃO DE MAXILA EDÊNTULA COM 4 IMPLANTES ZIGOMÁTICOS DE CORPO LISO DE 3,50 MM DE DIÂMETRO E MINI PILARES DE 52° E 60°

Clifford Alejandro Pedro Pablo Allen Lengua¹

Ertton Massamitsu Miyasawa²

Luis Eduardo Marques Padovan²

¹ Aluno do Programa de Mestrado em Implantodontia da Faculdade ILAPEO

² Professor do Programa de Pós Graduação da Faculdade ILAPEO

RESUMO

O propósito desta pesquisa foi investigar o comportamento biomecânico de uma reabilitação de maxila edêntula total, utilizando quatro implantes zigomáticos lisos de 3,50 mm de diâmetro com mini pilares de 52 e 60 graus, com duas técnicas cirúrgicas. Dois implantes zigomáticos foram inseridos em cada lado do maxilar, utilizando duas técnicas cirúrgicas diferentes: no lado direito, utilizando a técnica cirúrgica da canaleta sinusal, e no lado esquerdo, com a técnica cirúrgica exteriorizada. Mini pilares angulados de 52 foram colocados nos implantes anteriores e de 60 graus nos implantes posteriores, todos com uma altura de transmucoso de 1,5 mm. Uma estrutura metálica foi colocada sobre os quatro pilares e uma força bilateral de 100 N foi aplicada sobre esta estrutura, representando a carga oclusal normal, totalizando 200 N. Os resultados dos elementos finitos mostraram que as maiores tensões produzidas sobre o tecido ósseo estão no nível disto-cervical dos implantes zigomáticos posteriores, enquanto a nível apical são mínimas, pois se dissiparam ao longo do implante, devido às propriedades físicas favoráveis do titânio, como seu módulo de elasticidade. A maior tensão de von Mises ocorreu sobre a zona cervical interna dos implantes posteriores. A nível dos mini pilares de 60 graus, as tensões se concentraram na parte interna da angulação. Ambas as técnicas cirúrgicas são opções, considerando que a técnica cirúrgica da canaleta sinusal apresenta uma melhor distribuição das forças no tecido ósseo, possivelmente devido a um maior contato osso-implante. Podemos concluir que os implantes zigomáticos de corpo liso de 3,5 mm de diâmetro, os mini pilares de 52° e 60° são componentes seguros pelo ponto de vista biomecânico na análise 3D de elementos finitos realizados.

Palavras-chave: Análise de elementos finitos; Implantes Dentários; Zigoma

ABSTRACT

The purpose of this research is to investigate the biomechanical behavior of a rehabilitation of the totally edentulous maxilla, using four smooth zygomatic implants with a diameter of 3.50 mm and angled multiunit abutments of 52 and 60 degrees, employing two surgical techniques. Two zygomatic implants were inserted on each side of the maxilla, using two distinct surgical techniques: on the right side, employing the sinus channel surgical technique, and on the left side, using the exteriorized surgical technique. Multi unit angled abutments of 52 degrees were placed on the anterior implants and 60-

degree abutments on the posterior implants, all with a transmucosal height of 1.5 mm. A metal framework was placed over the four abutments, and a bilateral force of 100 N was applied to this structure, representing normal occlusal load, totaling 200 N. Finite element results indicate that the highest stresses on the bone tissue occur at the disto-cervical level of the posterior zygomatic implants, while apically, stresses are minimal, dissipating along the implant due to the favorable physical properties of titanium, such as its elastic modulus. The highest Von Mises stress occurred on the inner cervical zone of the posterior implants. At the 60-degree angled abutments, stresses concentrated on the inner part of the angulation. Both surgical techniques are viable options, with the sinus channel surgical technique showing a better force distribution in the bone tissue, possibly due to increased bone-implant contact. In conclusion, zygomatic implants with a smooth 3.5 mm diameter, angled abutments of 52 and 60 degrees, are biomechanically safe components in the 3D finite element analysis conducted on the totally edentulous maxilla.

Keywords: Finite element analysis; Dental implants; Zygoma.

INTRODUÇÃO

Desde o início da humanidade se tentou resolver os problemas da perda dos dentes. E assim que encontramos o primeiro vestígio de uma substituição de dentes com implantes provenientes da cultura Maya. Muitas técnicas passadas foram um fracasso na reabilitação da maxila edêntula total, como os implantes justaosseos. A reabilitação de maxilas sem dentes e atróficas é desafiadora para os implantodontistas devido à presença do seio maxilar pneumatizado e à quantidade e qualidade óssea remanescente, que muitas vezes impedem a instalação de implantes convencionais. Nos pacientes com maxilas atróficas, é importante considerar que as limitações e/ou restrições que têm na dieta, especialmente em relação aos alimentos que podem ou não consumir, desempenham um papel muito importante na decisão de buscar implantes dentários. Muitos experimentam dor ao mastigar, então não usam suas próteses ao comer. O uso de próteses totais removíveis parece estar associado à escolha de alimentos pouco saudáveis, menor consumo de alguns alimentos e menor ingestão de certos nutrientes em comparação com os alimentos escolhidos por pessoas com dentes ¹.

Para maxilares atróficos, existem várias alternativas de tratamento, como procedimentos de aumento ósseo, como elevação do seio maxilar, enxertos ósseos e osteotomias de interposição. No entanto, esses procedimentos têm a desvantagem de serem demorados,

apresentarem um maior risco ou morbidade e muitas vezes resultarem na ausência de próteses por longos períodos para o paciente ²⁻⁴.

Por outro lado, existem procedimentos sem enxertos que reduzem os riscos e a morbidade, diminuindo o tempo de tratamento, na maioria das vezes com carga imediata e com resultados mais previsíveis ^{5,6}.

Isso significa que existem diferentes abordagens para resolver esse problema: técnicas de reconstrução usando enxertos ósseos, implantes curtos, implantes longos e/ou técnicas que envolvem a colocação de implantes zigomáticos, que se ancoram no osso zigomático, contornando as limitações anatômicas e permitindo uma reabilitação mais rápida e com menos complicações ⁴.

Inicialmente, a técnica de implantação de implantes zigomáticos, criado por Branemark em 1988 era indicada para reabilitar pacientes que sofreram de tumores e maxilectomias, e consistia em posicionar o implante atravessando o seio maxilar desde a região do palato até o osso zigomático ⁷⁻⁹. No entanto, isso muitas vezes resultava em problemas protéticos e fonéticos para o paciente.

Com o passar dos anos, a indicação para a utilização dos implantes zigomáticos se estendeu para casos de alternativa a procedimentos de enxertia no seio maxilar. E novos posicionamentos dos implantes foram propostos. Stella & Warner em 2000 ¹⁰, posicionaram o implante ao longo da parede lateral do seio maxilar, criando uma canaleta para acomodá-lo. Essa abordagem permitiu uma reabilitação mais estética e funcional, especialmente em casos em que a concavidade da parede lateral do seio maxilar era mais pronunciada. Essas diferentes abordagens são agora selecionadas com base na anatomia específica do paciente, sendo a técnica tradicional de Brånemark usada em casos com convexidade leve da parede lateral do seio maxilar, a técnica de canaleta sinusal preferida em casos moderados e a técnica de exteriorização reservada para casos com concavidade acentuada ¹¹⁻¹³.

Os novos designs dos implantes e mini pilares trazem vantagens muito grandes no tratamento da maxila pelas características novas como, o corpo liso que favorece melhor acomodação dos tecido moles, os diâmetros mais estreitos que possibilitam sua inserção nos ossos zigomáticos menos espessos, e novos mini pilares angulados que permitem uma versatilidade protética, características todas do implante Zygoma-S (Neodent, Curitiba, Brasil)

A análise de elementos finitos (AEF) que foi criado para a indústria Aeronáutica pelo Turner M.J. et al.¹⁴ (1956), e utilizado pela primeira vez na odontologia pelo Farah J.W. et al¹⁵ (1971) que faz um estudo de elementos finitos em uma primeira molar; e Selna LG et al¹⁶ (1975), onde avaliou o comportamento das forças oclusais em pré-molares superiores para indicação de melhores materiais restaurativos¹⁴. Na implantodontia foi utilizado pelo Westein no ano 1976¹⁷.

A análise de elementos finitos é uma ferramenta computacional de extrema importância na engenharia biomédica, permitindo a simulação precisa e eficiente do comportamento biomecânico de uma ampla gama de situações clínicas. O objetivo do (AEF) é permitir avaliar diferentes materiais e conhecer se aplicando forças sobre eles, não chegam a produzir tensões de Von Mises que ultrapassem os limites de escoamentos dos materiais testados. Ela se baseia em cálculos matemáticos complexos para identificar as possíveis limitações das propriedades físicas de cada elemento da reabilitação quando submetidos a diferentes forças. A AEF opera subdividindo um modelo complexo em elementos finitos, representados por formas geométricas mais simples, o que facilita a análise dos efeitos das forças em cada componente, simplificando assim a avaliação do sistema como um todo.

Em estudos bidimensionais, é comum utilizar formas simples como quadrados e triângulos para representar os elementos finitos, enquanto em estudos tridimensionais, como os relacionados à odontologia, os tetraedros e hexaedros são mais frequentemente empregados devido à sua capacidade de representar de forma mais precisa a geometria complexa das

estruturas dentárias e maxilares. Essa abordagem tridimensional permite uma análise mais detalhada das interações entre os diferentes elementos da reabilitação e as forças aplicadas, resultando em previsões mais precisas do comportamento biomecânico do sistema em questão¹⁶.

As forças oclusais produzidas pela mastigação são de aproximadamente de 100 a 150 N cada lado.

OBJETIVO

O propósito desta pesquisa foi investigar o comportamento biomecânico de uma reabilitação de maxila edêntula total, utilizando quatro implantes zigomáticos de corpo liso de 3,50 mm de diâmetro com mini pilares de 52 e 60 graus, com duas técnicas cirúrgicas.

MATERIAIS E MÉTODOS

O modelo tridimensional do osso da maxila totalmente edêntula foi criado e elaborado utilizando o software SOLIDWORKS (Dassault Systèmes, Vélizy-Villacoublay, França. (Figura 1 A, B, C).

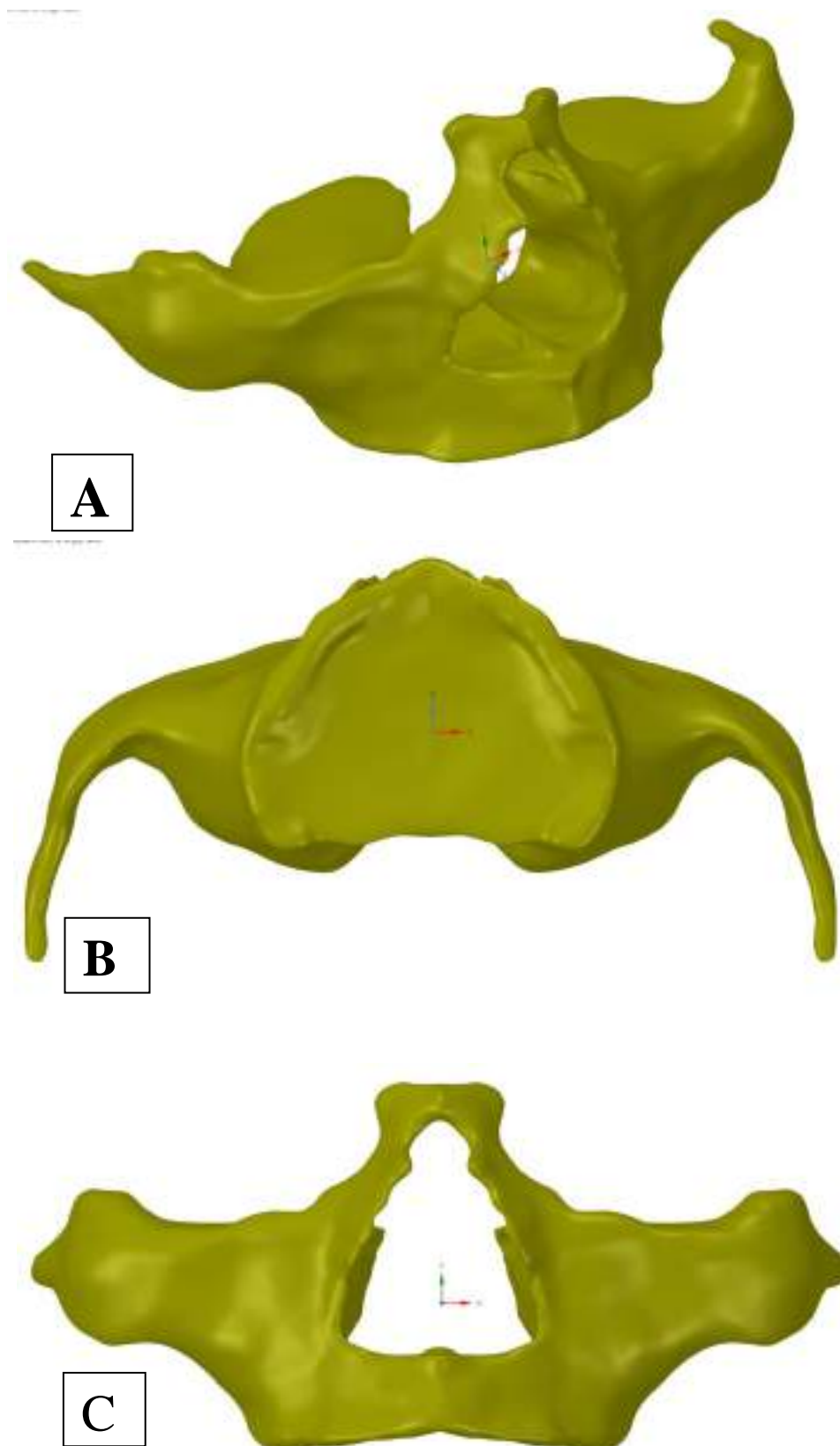


Figura 1- Figuras 1 A, B, C. Imagens do modelo 3D elaborado com o software SOLIDWORKS

Para avaliar o desempenho da reabilitação total com quatro implantes zigomáticos de corpo liso, instalados com a técnica da canaleta sinusal (Stella & Warner, 2000) na hemi-arcada direita e a técnica de exteriorização na hemi-arcada esquerda, foi conduzida uma análise de elementos finitos no software ANSYS (ANSYS Inc., Pensilvânia, EUA), Figura 2.

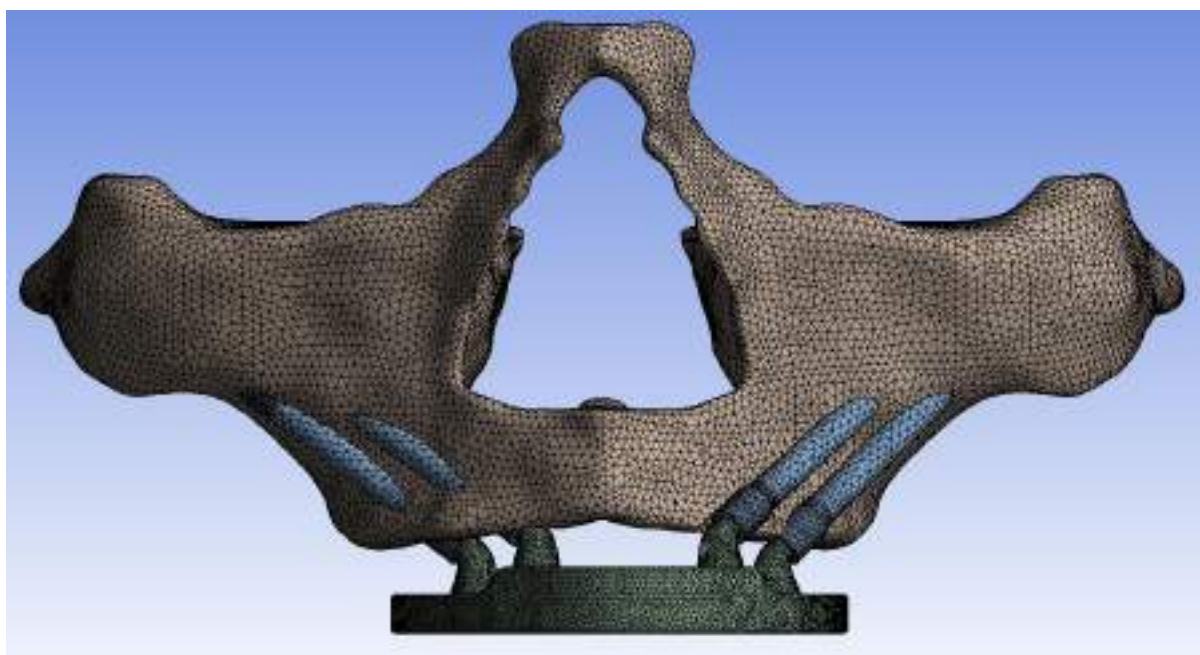


Figura 2- Modelo tridimensional de maxila reabilitada com 4 implantes zigomáticos subdividido em tetraedros para análise de elementos finitos com 729.575 elementos e 1.078.269 nós

O comprimento do braço de alavanca distal utilizado em ambas as abordagens de reabilitação foi padronizado em 12 milímetros.

Na análise de elementos finitos, foram considerados três tipos de materiais: osso tipo II, titânio grau IV (para os implantes zigomáticos) e titânio grau V (para barras metálicas, minipilares e parafusos) (Tabela 1). Pressupomos que todos os contatos entre osso e implante representam uma osseointegração completa. Todos os materiais foram tratados como isotrópicos, homogêneos e linearmente elásticos. O módulo de elasticidade, que reflete a rigidez do material, e o coeficiente de Poisson, que descreve a relação entre a deformação transversal e longitudinal durante a tração axial, foram considerados na análise, levando em conta o efeito absoluto dessas cargas ¹⁸⁻²⁵. (Tabela 1)

Os parâmetros avaliados foram: osso, implantes zigomáticos, minipilares e parafusos.

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS				
Material	Módulo de elasticidade (MPa) - Rigidez	Tensão de escoamento (MPa)	Coefficiente de Poisson	Referência
Osso tipo II	5500	170 (Compressão)	0,3	Tada et al. (2003), Almeida et al. (2010) Bozkaya et al. (2004)
Titânio grau IV	103000	703	0,361	Conforme "ASTM F 67"
TI6AL4V-ELI (Liga Titânio)	105000	881	0,361	Conforme "ASTM F 136"
Contatos				
Materiais	Tipo de contato	Coefficiente de atrito	Referência	
Osso x implante	Colado	-	Eskitascioglu et al.	
Implante x componente x Parafuso x barra	Atrito	0,2	Haack et al (1995) Lang et al. (2003)	

Tabela 1- Propriedades dos componentes da reabilitação (Fonte: Miyasawa et al. 2022²⁵)

Se utilizaram implantes zigomáticos de 3,5mm de diâmetro de corpo liso por 40mm de comprimento (Zygoma-S®, Neodent, Curitiba, Brasil), e mini pilares de 52° com 1,5mm de transmucoso (Neodent, Curitiba, Brasil), posicionados mais anteriormente, e mini pilares de 60° com 1,5mm de transmucoso posicionados mais distalmente, em ambas hemi-arcadas. Na hemi-arcada direita instalamos os implantes através da técnica de canaleta sinusal (Stella & Warner, 2000) e na hemi-arcada esquerda utilizamos a técnica de exteriorização (Figura 1, 3).

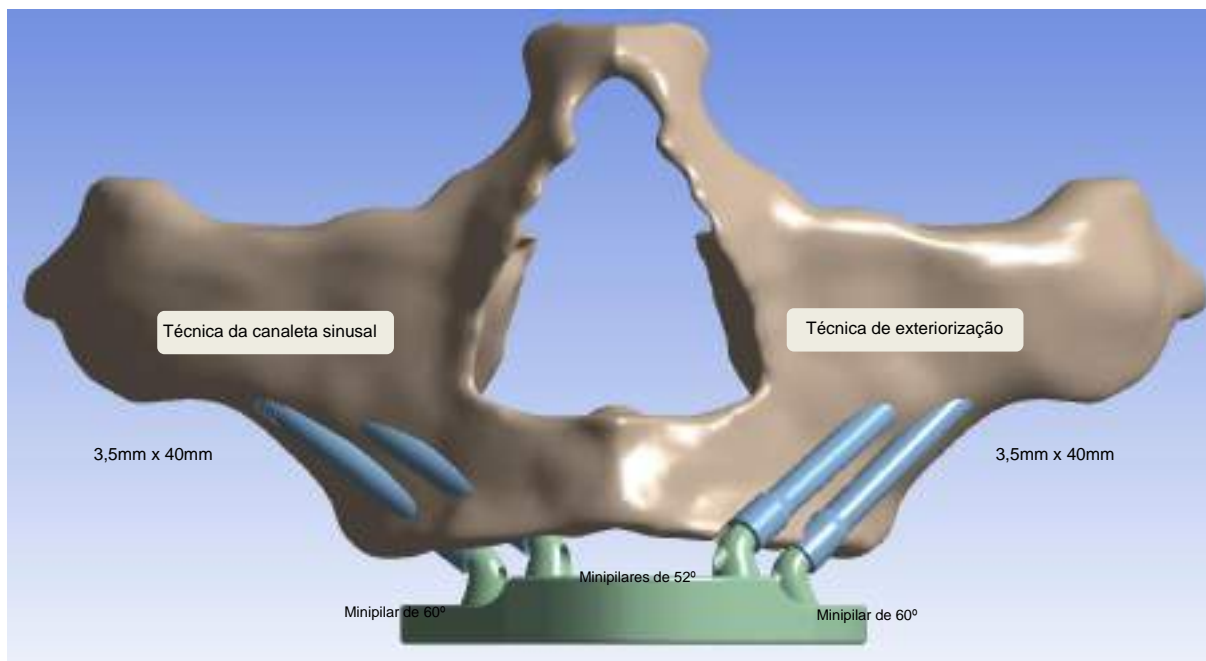


Figura 3- Modelo de reabilitação de maxila total edêntula produzida pelo software ANSYS.

Nesta análise, aplicou-se uma força axial de 100 N bilateralmente na região do cantilever da infraestrutura metálica para simular uma oclusão, totalizando uma carga de 200N (Figura 4).

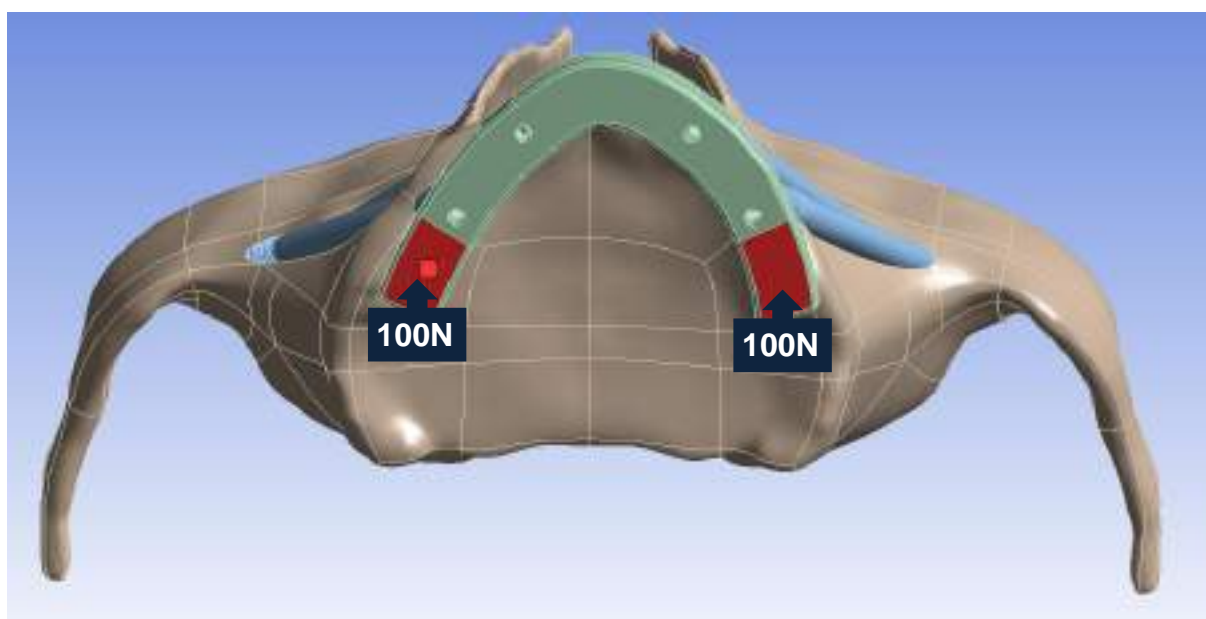


Figura 4- Aplicação de 100N de força vertical na região de primeiros molares sobre a infraestrutura metálica

As áreas de fixação são regiões do modelo onde são aplicadas as condições de contorno para representar as conexões fixas ou restritas do sistema em estudo. Essas áreas podem ser definidas como nós específicos ou faces de elementos onde a liberdade de movimento é restrita, simulando, por exemplo, pontos de apoio ou fixação de uma estrutura.

Ao aplicar as condições de contorno nessas áreas de fixação, o modelo é confinado de modo a representar fielmente as condições reais de suporte e restrição encontradas na aplicação prática do sistema. Isso permite uma análise mais precisa do comportamento estrutural sob as condições de carga especificadas (Figura 5).

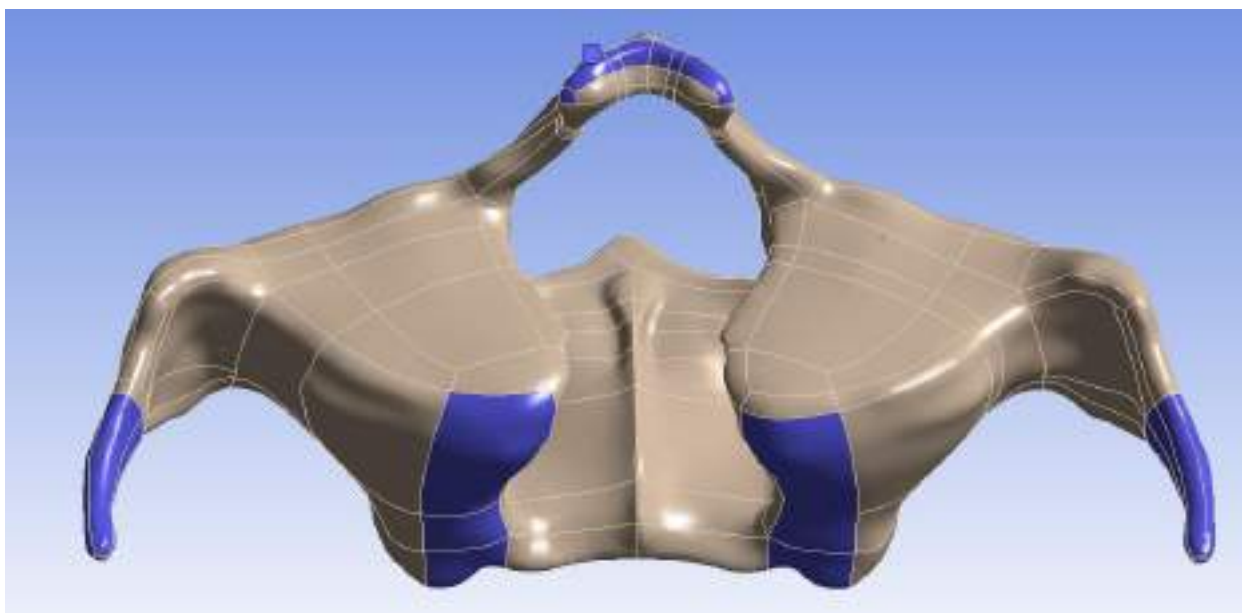


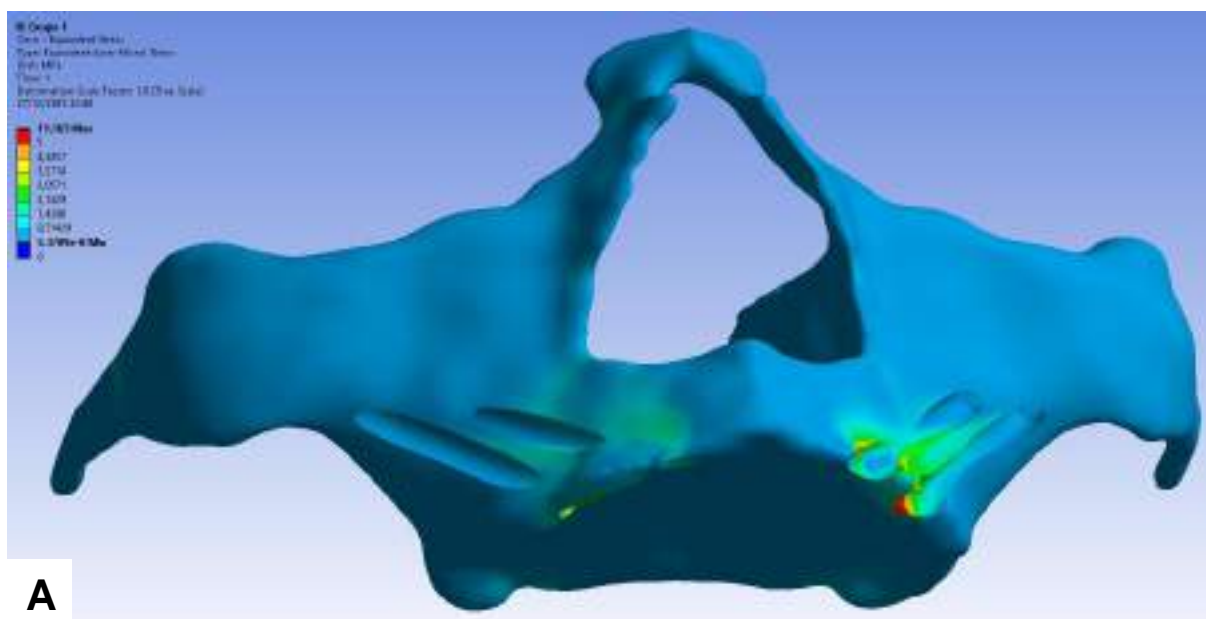
Figura 5- Áreas de fixação representando conexões fixas e restritas, que estabilizam o modelo durante a aplicação de forças

RESULTADOS

Por meio da análise de elementos finitos, foi possível examinar o comportamento do tecido ósseo e dos componentes da reabilitação após a aplicação de carga vertical bilateral de 100N na infraestrutura metálica. As tensões transmitidas aos materiais são representadas pelas tensões de von Mises. Essa medida é uma ferramenta teórica usada na engenharia para avaliar o estado de tensão em materiais sujeitos a forças externas, sendo particularmente útil em

situações em que o material está exposto a diferentes tipos de tensões, como tensões normais e tangenciais. As tensões de von Mises são comumente empregadas em análises de elementos finitos e projetos estruturais para determinar a segurança e estabilidade de componentes submetidos a diversas formas de carregamento.

A distribuição das tensões no tecido ósseo alcançou picos de 11,165 MPa, concentrando-se na área cervical e palatina dos implantes distais e próximo ao ápice do implante, no osso zigomático as tensões alcançaram no máximo 0,18 MPa. Esses valores não ultrapassaram os limites de resistência do osso, que é de aproximadamente 170 MPa para o tipo ósseo estudado ²⁶, em ambas as técnicas utilizadas (técnica de Stella & Warner e técnica de exteriorização) (Figura 5 A, B, C e D)



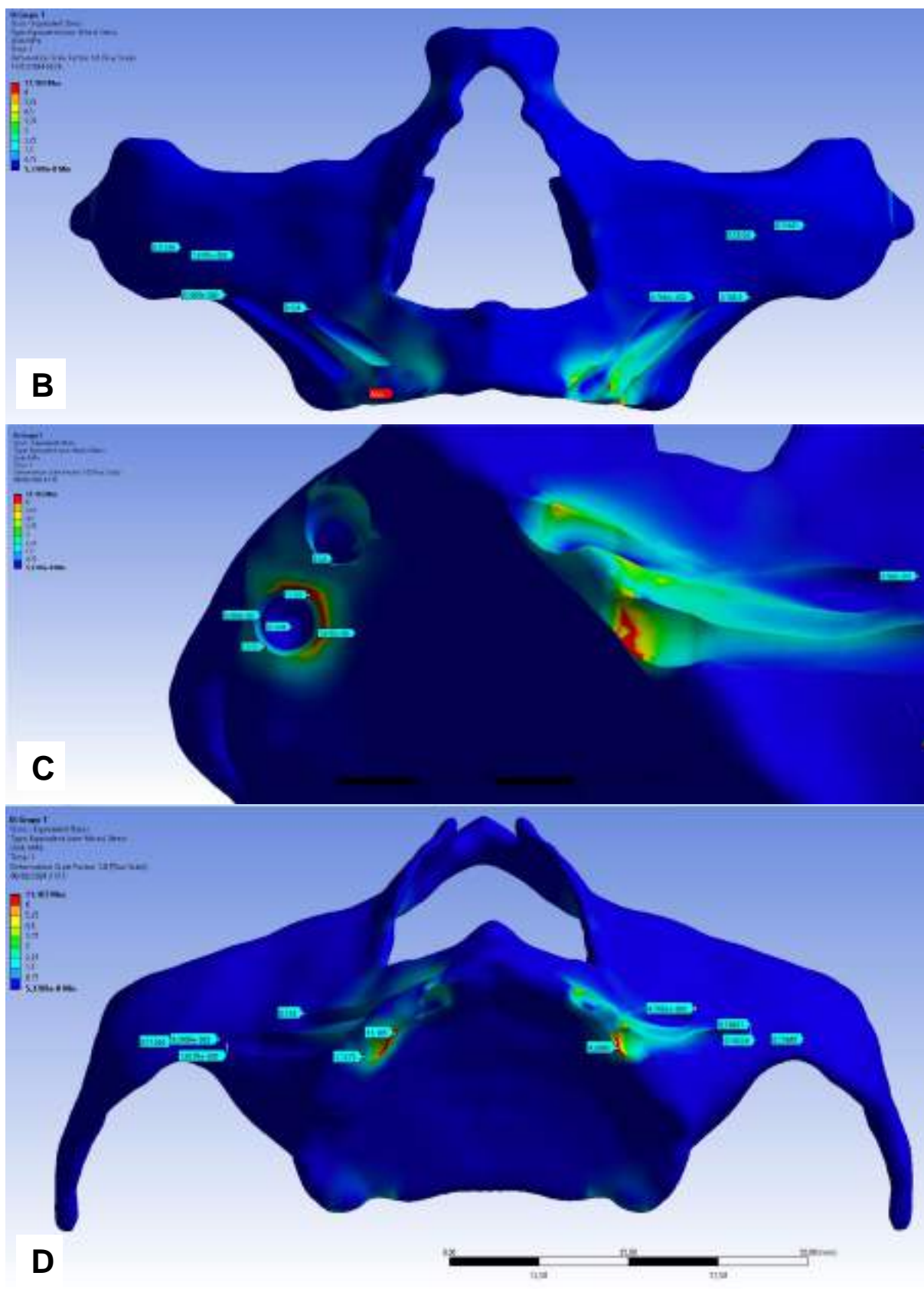


Figura 5 A-D - Representação da distribuição das tensões de von Mises no tecido ósseo

As tensões observadas nos implantes foram predominantemente localizadas na região palatina dos implantes distais, apresentando padrões semelhantes em ambas as técnicas. Elas atingiram valores máximos de até 48,48 MPa, os quais são significativamente inferiores ao limite de escoamento do titânio grau IV, estabelecido em 703 MPa (Figura 6).

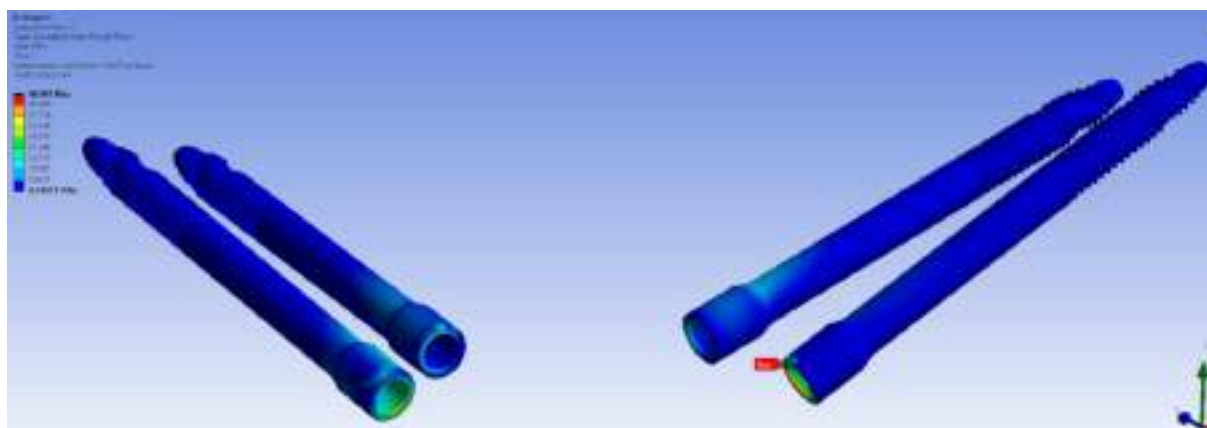


Figura 6- Distribuição das tensões de von Mises nos implantes zigomáticos

As regiões anguladas dos mini pilares foram as áreas de maior concentração de tensões. As duas técnicas cirúrgicas testadas apresentaram resultados semelhantes e verificamos que os picos de tensão nos mini pilares alcançaram 98,517 MPa em ambas as técnicas, valores consideravelmente abaixo do limite de escoamento do titânio grau V, que é de 881 MPa (Figura 7 A-B).

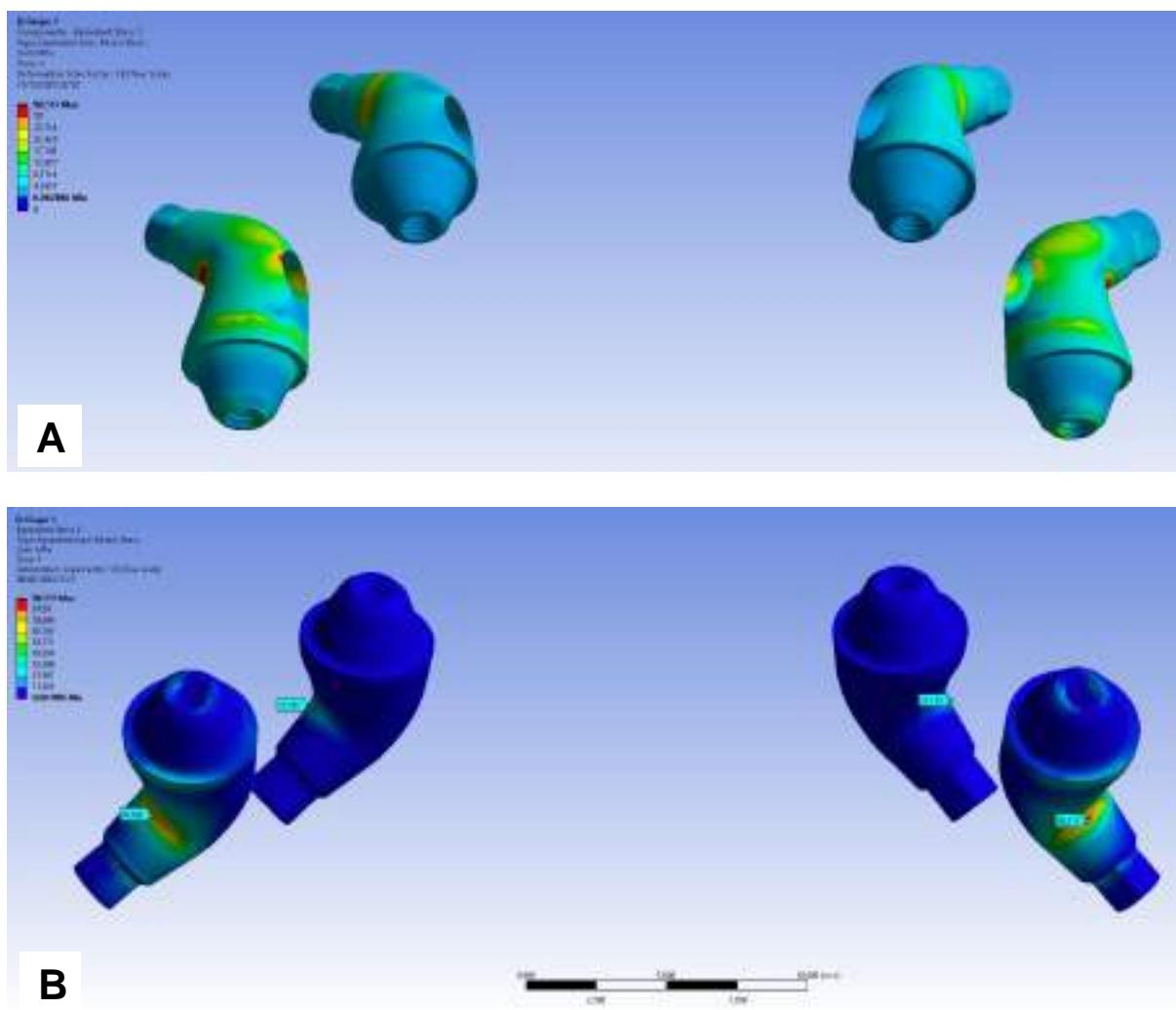


Figura 7A-B- Distribuição das tensões de von Mises nos mini pilares angulados

Os mini pilares de 60 graus obtiveram maior concentração de tensão de von Mises e seus parafusos de fixação atingiram um valor de 34,34 MPa. Valor significativamente abaixo do limite de escoamento do titânio grau V, estabelecido em 881 MPa (Figura 8).



Figura 8- Distribuição das tensões de von Mises nos parafusos de fixação dos mini pilares

As máximas tensões de von Mises no tecido ósseo dos implantes anteriores foram alcançadas com a técnica da canaleta sinusal, 5,13MPa vs 3.15 MPa da técnica exteriorizada; as tensões maiores de von Mises nos implantes anteriores e o mini pilar de 52 graus foram alcançadas na técnica exteriorizada 25.28 MPa e 28.76 Mpa, respectivamente vs 15,83 MPa e 21,11 MPa respectivamente na técnica da canaleta, mais a máxima tensão de von Mises foi alcançada no parafuso do mini pilar de 52 graus da técnica da canaleta. Com respeito as tensões do tecido ósseo no implante posterior foram maiores na técnica exteriorizada que em lá técnica da canaleta, 11,16 MPa contra 9,16 MPa respectivamente. Mas as tensões de von Mises na técnica da canaleta foram maiores no implante posterior e mini pilar de 60 graus com relação a técnica exteriorizada, 48,08 e 95,5 MPa contra 43,58 e 91,18 da técnica exteriorizada. As tensões de von Mises no parafuso do mini pilar de 60 graus foi maior na técnica exteriorizada (Tabela 2).

	Tecido ósseo Implante anterior	Implante 3.5 anterior	Tecido ósseo implante posterior	Implante 3.5 posterior	Mini Pilar 52	Parafuso Mini Pilar 52	Mini Pilar 60	Parafuso Mini Pilar 60
Técnica exteriorizada (hemiarcada esquerda)	3.15	25.28	11.16	43.58	28.76	14.37	91.18	34.33
Técnica Canaleta Sinusal (hemiarcada direita)	5.93	15.83	9.26	48.08	21.11	15.65	98.51	32.12

Tabela 2 - Tabela de tensões máximas de von Mises por componente (MPa)

DISCUSSÃO

Nossa pesquisa foi a primeira em estudar o comportamento biomecânico de uma reabilitação de maxila edêntula total, utilizando quatro implantes zigomáticos lisos de 3,50 mm de diâmetro com minipilares de 52 e 60 graus, com duas técnicas cirúrgicas.

A utilização da análise de elementos finitos na odontologia possibilitou o entendimento biomecânico de situações clínicas de diversas complexidades. Farah et al. e Selna LG et al. foram os precursores dessa utilização ¹⁶.

Para este estudo de análise de elementos finitos (AEF) se criou um modelo 3D de um maxilar edêntulo atrófico mediante no software Solidworks. Este modelo não se baseou em nenhum paciente, foi desenvolvido completamente via *software*, para não necessitar da aprovação de um comitê de ética. Um engenheiro especialista em AEF desenvolveu o modelo 3D e a análise de elementos finitos (AEF). O modelo 3D criado foi desenhado em sua totalidade como um osso tipo II, mas o osso da maxila tem várias qualidades de osso e não é uniforme. Outros estudos mostram modelos 3D com desenhos de osso cortical e esponjoso como o estudo de Bedrossian et al (2023) ²⁷.

É uma limitação das análises de elemento finitos, e que mostraram o comportamento biomecânico dos objetos de estudo mais não podem avaliar a resposta real dos tecidos ósseos sometidos a uma carga, já que a nível celular o osso responde com áreas de formação e reabsorção dos tecidos na forma constante.

Na literatura não encontramos uma análise de elementos finitos sobre implantes zigomáticos de 3,5 mm de diâmetro que o um implante zigomático mais estreito na atualidade.

A angulação de outros sistemas de implantes zigomáticos está já no mesmo corpo do implante, na parte cervical, e no são partes separadas. A avaliação de mini pilares de 52 e 60 graus e a primeira na literatura.

Neste modelo de análise consideramos apenas uma força axial bilateral de 100N só na região de molares (extensão distal da barra), como forma de padronização e comparação com outras análises semelhantes de ILAPEO^{25,30} e se excluiu o impacto de forças oblíquas resultantes da movimentação lateral durante a carga mastigatória sugerido por outros autores^{31,32}. Se considera uma limitação deste estudo.

A parte cervical do implante (cabeça do implante) tem um diâmetro de 4,3mm, conseguindo uma resistência à fratura maior, quando essa região é submetida a maiores tensões durante a carga oclusal já que o implante tem um diâmetro reduzido.

O implante avaliado pertence na família do implante (Zygoma-S®, Neodent, Curitiba, Brasil), que se caracteriza por ser fabricado de titânio grau IV, um corpo liso favorável para a preservação dos tecidos moles, com dois diâmetros distintos, (de 3,5 e 3,75mm), e dez comprimentos diferentes (de 30 a 55 mm), permitindo sua colocação em ossos zigomáticos mais estreitos. O motivo de colocar os pilares angulados de 60 graus (braço de alavanca maior) nos implantes posteriores foi porque ao ter mais angulação e mais frágil que o pilar de 52 graus e porque as forças foram aplicadas no setor posterior. É uma limitação deste estudo que não se comprovou as tensões dos transmucosos de 2.5mm que tem mais braço de alavanca que os de 1.5mm que está no portfólio dos pilares desse sistema (Grand Morse Neodent, Curitiba, Brasil).

Foi utilizadas as técnicas de Stella (canaleta sinusal) e exteriorizada; já que técnicas atuais de colocação de implantes zigomáticos se fundamentam na anatomia do maxilar superior, e as duas que utilizamos neste estudo proporcionam uma cirurgia muito mais simples, além de posicionar os implantes de forma mais adequada para a prótese, sem interferir na região do palato. No estudo de Moro (2017), se analisaram a frequência dos 3 tipos de concavidades da parede lateral do seio maxilar: rasa, média e profunda.²⁸

Os resultados das tensões de von Mises foram similares nas duas técnicas cirúrgicas, com os implantes ferulizados.

Os estudos de Ujigawa (2007)³³ mostraram que osso zigomático e o principal suporte para as cargas funcionais. Depois Freedman (2013, 2015)^{34,35} demonstrou que as forças sobre a plataforma do implante foram maiores no modelo que não tinha estabilização óssea alveolar, clarificando este modo que a estabilização do implante zigomático na crista residual é crítica para uma apropriada distribuição das forças. E por último Bedrossian (2023)²⁷ conclui que a estabilização com a ferulização dos quatro implantes zigomáticos na reabilitação é recomendada para reduzir o grau de tensão transmitida aos implantes.

O motivo de colocar os pilares angulados de 60 graus (braço de alavanca maior) nos implantes posteriores foi porque ao ter mais angulação e mais frágil que o pilar de 52 graus e porque as forças foram aplicadas no setor posterior.

CONCLUSÃO

Podemos concluir que os implantes zigomáticos de corpo liso de 3,5 mm de diâmetro e os mini pilares de 52° e 60° são componentes seguros pelo ponto de vista biomecânico na análise 3D de elementos finitos.

Na técnica exteriorizada as tensões de von Mises são menores no tecido ósseo ao redor do implante anterior mas são maiores no implante e mini pilar de 52 graus, e menores no parafuso do mini pilar com respeito a técnica da canaleta.

Na técnica da canaleta sinusal, as tensões de von Mises são menores no tecido ósseo ao redor do implante posterior mas são maiores no implante posterior (titânio grau 4) e o mini pilar de 60 graus (titânio grau 5), e menores no parafuso do mini pilar de 60 graus em comparação a técnica exteriorizada.

A análise cuidadosa dos resultados deste estudo de elementos finitos é necessária, pois o estudo foi realizado em ambiente controlado, *in vitro*. Para facilitar a coleta de dados e simplificar as interpretações, várias variáveis complexas presentes nos sistemas biológicos foram ajustadas ou excluídas. É crucial ter em mente as limitações específicas desse contexto experimental ao aplicar as conclusões a situações clínicas reais ou cenários mais complexos.

REFERÊNCIAS

1. Jauhiainen L, Männistö S, Ylöstalo P, Vehkalahti M, Nordblad A, Turunen AW, et al. Food consumption and nutrient intake in relation to denture use in 55- to 84-year-old men and women —Results of a population based survey. *Journal of Nutrition, Health and Aging*. 2017 May 1;21(5):492–500.
2. Davó R. Zygomatic implants placed with a two-stage procedure: a 5-year retrospective study. *Eur J Oral Implantol* [Internet]. 2009;2(2):115–24. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20467610>
3. Laventure A, Lauwers L, Nicot R, Kyheng M, Ferri J, Raoul G. Autogenous bone grafting with conventional implants vs zygomatic implants for atrophic maxillae: a retrospective study of the oral health-related quality of life. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. 2022 Nov 1;123(6):e782–9.
4. Bedrossian E. Rehabilitation of the edentulous maxilla with the zygoma concept: a 7-year prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* [Internet]. 2010;25(6):1213–21. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21197500>
5. Cooper LF, Thalji G, Al-Tarawneh S. Are Nongrafting Solutions Viable for Dental Implant Treatment in Limited Bone Volume? *Compendium of Continuing Education in Dentistry* [Internet]. 2020;41(7). Available from: www.compendiumlive.com
6. Misch C, Polido W. A “Graft Less” Approach for Dental Implant Placement in Posterior Edentulous Sites. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2019 Nov;39(6):771–9.
7. Brånemark PI. Surgery and fixture installation. *Zygomaticus fixture clinical procedures* (ed 1). Nobel Biocare AB. 1998;
8. Kämmerer PW, Fan S, Aparicio C, Bedrossian E, Davó R, Morton D, et al. Evaluation of surgical techniques in survival rate and complications of zygomatic implants for the rehabilitation of the atrophic edentulous maxilla: a systematic review. *Int J Implant Dent*. 2023 May 17;9(1).
9. Miyasawa EM, Vianna CP, Rocha RS, Ribeiro Junior PD, Trojan LC, Padovan LEM. Incidence of sinusitis after surgery for zygomatic implant placement in patients with

- atrophic maxilla: A systematic review. Vol. 35, *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, Medicine, and Pathology*. Elsevier Ltd; 2023. p. 103–8.
10. Stella JP, Warner MR. Sinus slot technique for simplification and improved orientation of zygomaticus dental implants: a technical note. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2000;15(6):889–93.
 11. Migliorança RM, Dias RCL, Coppedê A, Dias Rezende RCL, de Mayo T, Dias RCL. Restoration of the edentulous maxilla using extrasinus zygomatic implants combined with anterior conventional implants: a retrospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* [Internet]. 2011;26(3):665–72. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21691615>
 12. Aparicio C, Ouazzani W, Aparicio A, Fortes V, Muela R, Pascual A, et al. Extrasinus zygomatic implants: Three year experience from a new surgical approach for patients with pronounced buccal concavities in the edentulous maxilla. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2010;12(1):55–61.
 13. Padovan LEM, Ribeiro-Júnior PD, De Mattias Sartori IA, Thomé G, Sartori EM, Uhendorf J. Multiple zygomatic implants as an alternative for rehabilitation of the extremely atrophic maxilla: A case letter with 55 months of follow-up. *Journal of Oral Implantology*. 2015;41(1):97–100.
 14. Turner MJ, Clough RW, Martin HC and Top LJ. Stiffness and deflection analysis of complex structures. *J. Aero. Sci* Sept. 23. 1956.
 15. Farah JW, Craig, RG, Sikarskie. Photoelastic and finite element stress analysis of a restored axisymmetric first molar. *J. Biomechanics*. 1973. Vol. 6, pp. 511–520.
 16. Selna LG, Shillingburg HT, Kerr PA. Finite element analysis of dental structures — axisymmetric and plane stress idealizations. *J Biomed Mater Res*. 1975;9(2):237–52.
 17. Geng JP, Tan KB, Liu GR, Application of finite element analysis in implant dentistry: A review of the literature. *J Prosthet Dent* 2001;85:585–598.
 18. Falcinelli C, Valente F, Vasta M, Traini T. Finite element analysis in implant dentistry: State of the art and future directions. Vol. 39, *Dental Materials*. Elsevier Inc.; 2023. p. 539–56.
 19. Tada S, Stegaroiu R, Kitamura E, Miyakawa O, Kusakari H. Influence of Implant Design and Bone Quality on Stress/Strain Distribution in Bone Around Implants: A 3-dimensional Finite Element Analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* [Internet]. 2003;18(3):357–68. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12814310>
 20. Almeida EO De, Eduardo MS, Rocha P, Júnior ACF, Júnior MM. Finite Element Stress Analysis of Edentulous Mandibles with Different Bone Types Supporting Multiple-Implant Superstructures. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2010;25(6):1108–15.
 21. Bozkaya D, Muftu S, Muftu A. Evaluation of load transfer characteristics of five different implants in compact bone at different load levels by finite elements analysis. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2004;92(6):523–30.

23. Eskitascioglu G, Usumez A, Sevimay M, Soykan E, Unsal E. The influence of occlusal loading location on stresses transferred to implant-supported prostheses and supporting bone: A three-dimensional finite element study. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2004;91(2):144–50.
23. Haack JE, Sakaguchi RL, Sun T, Coffey JP. Elongation and preload stress in dental implant abutment screws. *Int J Oral Maxillofac Implants* [Internet]. 1995 [cited 2021 Oct 29];10(5):529–36. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7590997/>
24. Lang LA, Kang B, Wang RF, Lang BR. Finite element analysis to determine implant preload. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2003;90(6):539–46.
25. Miyasawa EM, Macêdo FC de, Valenga Filho J, Trojan LC, Klüppel LE, Padovan LEM. Biomechanical comparison of four treatment models for the totally edentulous maxilla: a finite element analysis. *Research, Society and Development*. 2022 Jul 25;11(10):e135111032509.
26. Morgan EF, Unnikrisnan GU, Hussein AI. Bone Mechanical Properties in Healthy and Diseased States. *Annual Review of Biomedical Engineering* [Internet]. 2018;20:119–43. Available from: <https://doi.org/10.1146/annurev-bioeng-062117->
27. Bedrossian E, Brunski J, Al -Nawas B, Kammerer P. Zygoma implant under function:biomechanical principles clarified. *Int. Journ of Imp Dent*. 2023.
28. Moro SA. Estudo do osso zigomático, em cirurgias de ancoragem zigomática, com auxílio de software de planejamento de implantes. Curitiba: Faculdade ILAPEO [Internet]. 2017; Available from: <http://www.ilapeo.com.br/img/materiaismd/pt/18720170913154438.pdf>
29. Moro SA, Thomé G, Padovan LEM, da Silva RD, Tiossi R, Fontão FNGK. A Zygomatic Bone Study Using Virtual Dental Implant Planning Software. *Journal of Oral Implantology*. 2022 Jun 1;48(3):171–6.
30. Wu AYJ, Hsu JT, Fuh LJ, Huang HL. Biomechanical effect of implant design on four implants supporting mandibular full-arch fixed dentures: In vitro test and finite element analysis. *Journal of the Formosan Medical Association*. 2020 Oct 1;119(10):1514–23.
31. Zupancic Cepic L, Frank M, Reisinger A, Pahr D, Zechner W, Schedle A. Biomechanical finite element analysis of short-implant-supported, 3-unit, fixed CAD/CAM prostheses in the posterior mandible. *Int J Implant Dent*. 2022 Feb 11;8(1).
32. de Souza Batista VE, Verri FR, Almeida DA de F, Santiago Junior JF, Lemos CAA, Pellizzer EP. Finite element analysis of implant-supported prosthesis with pontic and cantilever in the posterior maxilla. *Comput Methods Biomech Biomed Engin*. 2017 Apr 26;20(6):663–70.
33. Ujigawa K. Three-dimensional finite elemental analysis of zygo- matic implants in craniofacial structures. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2007;36:620–
34. Freedman M, Ring M, Stassen LFA. Effect of alveolar bone support on zygomatic implants: a finite element analysis study. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2013;42:671–6.

35. Freedman M, Ring M, Stassen LFA. Effect of alveolar bone support on zygomatic implants in an extra-sinus position—a finite element analysis study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2015;44:785–90.

2. Apresentação em Jornada Científica



Región Lima
Colegio Odontológico de Perú

EPP
Escuela de Perfeccionamiento Profesional

IV JORNADA DE ACTUALIZACIÓN CIENTÍFICA DESCENTRALIZADA

CAÑETE

Martes 29 agosto | **9:00 a.m. a 2:00 p.m.** | **Modalidad Presencial** | **Campus Casa de la Cultura Av. Mariscal Benavides 1370, San Vicente de Cañete**

Dr. E. Sandra Mayana Quirope
Tema: Devolución de servicios de rehabilitación de implantes.
Horario: 9:00 a.m. a 10:30 a.m.

Dr. Clifford Allen Lengua
Tema: Carga guiada en Implantología.
Horario: 10:30 a.m. a 11:30 a.m.

Dr. Jorge Rojas Flores
Tema: Dientes de reserva.
Horario: 11:30 a.m. a 12:30 a.m.

Dr. Marcos Cueva Canto
Tema: Correo electrónico de dental, atención y de dolor.
Horario: 12:30 p.m. a 1:30 p.m.

Reserva tu lugar: **944 915 947**
947 456 567

Certificación: **\$/ 30.00**

En coordinación con: **Cañete**



CIRUGÍA GUÍADA ESTÁTICA



C.D Clifford A Allen Lengua
 Lima Perú

Cirurgia Guiada Estática

- La cirugía guiada de implantes dentales tiene la finalidad de aumentar la precisión en la colocación y de esta forma los desvíos lineares e angulares son minimizados, alcanzando una mayor tasa de éxito de la intervención quirúrgica a lo largo del tiempo.

Cirurgia Guiada Estática

Cirurgia guiada



*aumentar a precisão
na colocação do implante*

Immediate Loading of Fixed Complete Denture Prosthesis Supported by 4–8 Implants Placed Using Guided Surgery: A 5-Year Prospective Study on 66 Patients with 356 Implants

Silvia Maria McDoni, DDS, PhD, MS,¹ Marco Tallarico, DDS, MS,² Milena Pizzini, DDS,³ Ilina Khanlou, DDS,⁴ Luigi Canullo, DDS, PhD⁵

ABSTRACT

Background: High primary implant stability is considered one of the main factors necessary for achieving predictable treatment outcomes with immediately loaded implant-supported screw-retained fixed complete denture prosthesis (FCDP).

Purpose: To evaluate the 5-year clinical and radiographic outcomes of immediately loaded implants placed in edentulous patients using computer-aided template-guided surgery to support a FCDP.

Materials & Methods: Patients in need to be treated with a FCDP in the mandible or maxilla were included in this prospective study and treated using computer-aided template-guided surgery. Implants were placed in order to achieve an insertion torque ranging between 35–45 Ncm in the mandible and 45–55 Ncm in the maxilla. A prefabricated screw-retained provisional prosthesis was delivered the day of the surgery. Outcomes were implant and prosthesis cumulative survival rate (CSR), any complications, and peri-implant marginal bone loss (MBL).

Results: Sixty-six patients received 356 implants to support 66 FCDPs. Each patient received 4–8 implants. Seven implants failed in six patients, resulting in a CSR of 98.1%. Two definitive prostheses failed resulting in CSR of 97.1%. Mean MBL of 1.62 ± 0.81 mm was reported at the 5-year follow-up. Five implants (1.4%) showed a mean micro-leak peri-implant bone loss greater than 3.0 mm and received osseointegration therapy.

Conclusions: Immediately loaded implants placed in edentulous patients using computer-aided template-guided surgery to support a FCDP is a valid treatment concept in the medium-term follow-up for edentulous patients.

Este estudio clínico prospectivo nos indica algo muy importante que los pacientes operados con cirugía guiada tenían **menos dolor y edema**. Nos indica también de desviaciones entre lo planificado y la posición final de los implantes pero que **no son relevantes**.

Technical Accuracy of Printed Surgical Templates for Guided Implant Surgery with the coDiagnostiX™ Software

Sebastian Köhl, DMD;^a Michael Payer, DMD, MD, PhD;^b Nicola Ursula Zitzmann, DMD, PhD;^c Jörg Thomas Lambrecht, DMD, MD, PhD;^d Andreas Filippi, DMD, PhD^e

ABSTRACT

Background: Printing of templates for guided surgery represents an alternative to laboratory manufactured templates.

Purpose: To determine the technical accuracy of a virtually designed and printed surgical template for guided implant surgery based on a surface scan of a cast model using the coDiagnostiX™ software.

Materials and Methods: Cast models and the virtual planning data of nine patients receiving guided implant surgery with the coDiagnostiX software were analyzed. The original cast models were equipped with three titanium pins and scanned with a three-dimensional scanner. The scans were uploaded in the coDiagnostiX software and the virtual surgical templates were designed including the sleeves at their original positions. After printing the surgical templates, the sleeve positions were determined by optical scanning, and deviations were calculated and compared with the virtual positions of the sleeves.

Results: The sleeves showed a mean three-dimensional deviation of 0.22 mm (range: 0.07–0.38 mm) in the center of the sleeve top, 0.24 mm (range: 0.08–0.36 mm) in the center of the sleeve base and a mean angular deviation of 1.5° (range: 0.4°–3.3°) compared with the virtual positions.

Conclusion: A high accuracy can be achieved using printed templates for guided implant surgery, by taking into account all sources of inaccuracies.

Este estudio nos muestra una gran exactitud para las guías impresas y planificación de implantes con el software codiagnostix 0.22mm y 1.5 grados de desviación

ORIGINAL ARTICLE

CLINICAL FACTORS AFFECTING THE ACCURACY OF GUIDED IMPLANT SURGERY—A SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS

WEIJUAN CHOU, DDS, PhD¹, ZHENGHUO LU, DDS, PhD²,
SHANGHONG JIANG, DDS, MSc³, CHANGHONG ZHANG, PhD⁴, AND QIANG HE, DENTUR, DENT⁵

ABSTRACT

Objectives
To systematically review the current dental literature regarding clinical accuracy of guided implant surgery and to analyze the involved clinical factors.

Material and Methods
PubMed and Cochrane Central Register of Controlled Trials were searched. Meta-analysis and meta-regression analysis were performed. Clinical studies with the following outcome measurements were included: (1) angle deviation, (2) deviation at the entry point, and (3) deviation at the apex. The involved clinical factors were further evaluated.

Results
Fourteen clinical studies from 1951 articles initially identified met the inclusion criteria. Meta-regression analysis revealed a mean deviation at the entry point of 1.23 mm (95% confidence interval [CI] 1.22–1.29), 1.57 mm (95% CI 1.53–1.62) at the apex, and 4.11° in angle (95% CI 3.97–4.22). A statistically significant difference ($P < .001$) was observed in angular deviations between the maxilla and mandible. Partially guided surgery showed a statistically significant greater deviation in angle ($P < .001$), at the entry point ($P < .001$), and at the apex ($P < .001$) compared with totally guided surgery. The outcome of guided surgery with flapless approach indicated significantly more accuracy in angle ($P < .001$), at the entry point ($P < .001$), and at apex ($P < .001$). Significant differences were observed in angular deviation based on the use of fixation screw ($P < .001$).

Conclusions
The position of guide, guide fixation, type of guide, and flap approach could influence the accuracy of computer-aided implant surgery. A totally guided system using fixation screws with a flapless protocol demonstrated the greatest accuracy. Future clinical research should use a standardized measurement technique for improved accuracy.

La posición de la guía, como se fija la guía, tipo de guía y el abordaje con colgajo influyen en la exactitud de la cirugía guiada estática. Los mayor exactitud se encontró en cirugías sin colgajo y estabilizando la guía con pines.

Computer Technology Applications in Surgical Implant Dentistry: A Systematic Review

Ali Tahmasebi, DDS, PhD¹/Daniel Wismeijer, DDS, PhD²/Wim Coucke, MSol, PhD³/Wibe Derksen, DDS⁴

Purpose: To assess the literature on the accuracy and clinical performance of static computer-assisted implant surgery in implant dentistry. **Materials and Methods:** Electronic and manual literature searches were applied to collect information about (1) the accuracy and (2) clinical performance of static computer-assisted implant systems. Meta-regression analysis was performed to summarize the accuracy studies. Failure/complication rates were investigated using a generalized linear mixed model for binary outcomes and a logit link to model implant failure rate. **Results:** From 2,399 articles, 34 survival and 24 accuracy studies were included in this systematic review. Nine different static image guidance systems were included. The meta-analysis of the accuracy (24 clinical and preclinical studies) revealed a total mean error of 1.12 mm (maximum of 4.5 mm) at the entry point measured in 1,530 implants and 1.39 mm at the apex (maximum of 7.1 mm) measured in 1,488 implants. For the 34 included survival studies total of 1,941 implants using static computer-assisted implant dentistry, the mean failure rate was 2.7% (95% CI 20%) after an observation period of at least 22 months. In 56.4% of the treated cases, intraoperative or prosthetic complications were reported, which included: resorbable fasteners during the surgery, change of plan because of factors such as limited primary implant stability, need for additional guiding procedures, prosthetic wear, loosening, prosthetic shift, and prosthetic fracture. **Conclusion:** Different levels of quality and quality of evidence were available for static computer-assisted implant placement, with highlighting high implant survival rates after only 12 months of observation in different indications achieving a variable level of accuracy. Future long-term clinical data are necessary to identify clinical indications where accuracy matters and justify additional radiation doses, effort, and costs associated with computer-assisted implant surgery. Int J Dent Maxillofac Implants 2014;29(suppl):25-42. doi: 10.11607/jim.2014suppl.3.2

Key words: guided surgery, dental implants, computer planning

2
5

Computer technology applications in surgical implant dentistry:

Tahmasebi A, Wismeijer D, Coucke W, Derksen W. ITI 5th consensus conference, Jomi 2014.

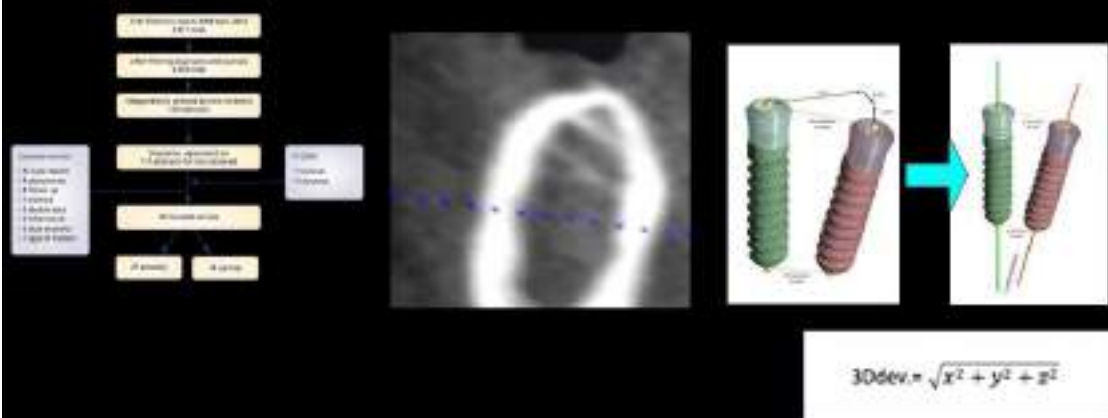
- Focused question:
- How does static Computer Guided Surgery perform in terms of implant survival and accuracy of placement when treating (partially) edentulous patients?



2
6

Computer technology applications in surgical implant dentistry:

Tahmaseb A, Wismeijer D, Coucke W, Derksen W. ITI 5th consensus conference. Jom 2014.



27

Accuracy



Average

Entry point	1.12mm
Apical deviation	1.39 mm
Axial deviations	3.9°

28

Computer technology applications in surgical implant dentistry:

Tahmaseb A, Wismeijer D, Coucke W, Derksen W. ITI 5th consensus conference, Jomi 2014.

Guide support
Bone supported guides:
by far the largest deviations

Free hand/full guided
Better accuracy for full guided implants

Flapless/flap-raised
Better accuracy in flap-less approach

In most of the flapped treatments a bone supported guide was used!



29

The accuracy of static computer-aided implant surgery: A systematic review and meta-analysis

Ali Tahmaseb¹ | Vivian Wu² | Daniel Wismeijer³ | Wim Coucke² | Christopher Everts³

¹Department of Otorhinolaryngology and Head and Neck Surgery, University of Amsterdam, Amsterdam, The Netherlands
²Department of Clinical Biology, Institute of Oral Health, University of Leuven, Leuven, Belgium
³Department of Otorhinolaryngology and Head and Neck Surgery, University of Amsterdam, Amsterdam, The Netherlands

Received: 20 October 2016
Accepted: 20 November 2016
Published online: 20 November 2016

Keywords:
computer-aided implant surgery
static computer-aided implant surgery
accuracy
meta-analysis



Abstract

Objectives: To assess the literature on the accuracy of static computer-aided implant surgery in implant dentistry.

Materials and Methods: Electronic and manual literature searches were conducted to collect information about the accuracy of static computer-aided implant surgery. Meta-regression analysis was performed to summarize the accuracy studies.

Results: From a total of 371 articles, 20 studies, nine randomized controlled trials (RCTs), eight retrospective cohort studies and 13 case series were included. The studies were included for inclusion for qualitative synthesis. A total of 3,338 implants in 471 patients that had been placed using static guides were available for review. The meta-analysis of the accuracy (20 clinical studies) revealed a total mean error of 1.2 mm (1.04 mm to 1.44 mm) at the entry point, 1.4 mm (1.26 mm to 1.56 mm) at the apical point and deviation of 3.9° (3.0° to 4.9°). There was a significant difference in accuracy between the different studies comparing to full computer-aided cases.

Conclusion: Different levels of accuracy and quality of evidence were available for static computer-aided implant surgery (s-CIM). Based on the present systematic review and its limitations, it can be concluded that the accuracy of static computer-aided implant surgery is within the clinically acceptable range in the majority of clinical situations. However, a safety margin of at least 2 mm should be respected. A lack of homogeneity was found in techniques adopted between the different authors and the general study designs.

30

Guided Implant Surgery in the Edentulous Maxilla: A Systematic Review

Isabelle Lakomén, DDS, MSc¹/Laurin Bernard, DDS, MSc²/
Marjolain Verchynski, DDS, MSc, PhD³/Reinhold Jacobs, MSc, PhD, Dr hc⁴/
Michael M. Bornstein, Prof Dr Med Dent^{2,3}/Marc Quirynen, DDS, MSc, PhD²

Purpose: This systematic review verified the effectiveness/limitations of static surgical guides during implant surgery in the edentulous maxilla. The PICO question was: "Does the use of digitally generated surgical guides or conventional techniques affect the following outcomes: surgical complications, implant complications, postoperative complications, implant survival, prosthesis survival, economics, patient satisfaction, and maintenance intervention?" **Materials and Methods:** The electronic searches retrieved 2,588 unique articles from which eventually 38 full-text articles were read for eligibility. Because no randomized controlled clinical trials could be found, the PICO question had to be reformulated, now only looking in the outcome of digitally generated surgical guides without comparison with conventional techniques. **Results:** Although long-term data are lacking, the outcome of implants placed with a static guide and of the postoperative reconstruction seems similar to that expected from conventional techniques. The number of surgical complications with guided surgery is negligible. Guided flapless implant surgery offers slightly more comfort for the patient; however, the economic benefits are unclear. **Conclusion:** Implant therapy via static surgical guides in the maxilla is predictable, with slightly more comfort for the patient but with only minor economic advantages. [J Dent Res 2021;100:3845-3855]. doi: 10.1177/0022016721100443

Table 4. Outcome with Patient-Reported Outcomes

Study	Patients/ Events	Measure	Outcome
Chen et al 2018 ¹⁰	8 (8/10)	QoL, VAS, BPS, SF-36	No differences could be observed between conditions of dental quality, economic impact, and anxiety measures. The implant group did not demonstrate higher. The flap procedure group presented low-level discomfort of the soft tissues and patients who reported being in pain and sleep disturbance.
Reinhold et al 2018 ¹¹	24 (24/24)	Questionnaire	All patients had the impression that their quality of life and economic impact with the implant-supported maxillary prosthesis. All patients perceived that they would undergo the second surgery again and that the treatment was worthwhile.
Reinhold et al 2018 ¹²	33 (33/33)	Questionnaire	Seven patients of 22 reported that their quality of life and economic impact with the implant-supported maxillary prosthesis. All patients perceived that the second surgery was worth the effort and that they would undergo the same therapy again.
van't Hof-Grootenboer et al 2020 ¹³	21 (21/21)	VAS	Most patients reported good values for anxiety and function outcomes, and guided maxillary cone prosthesis with osseous integration had all the patients at 1 month. Good satisfaction with cone prosthesis.
Reinhold et al 2018 ¹⁴	21 (21/21)	VAS	Patients group reported a cone prosthesis from the implant-supported maxillary prosthesis group.
Reinhold et al 2018 ¹⁵	40 (40/40)	Questionnaire	Patients' group of satisfaction with the implantation was very high, because it gives better results and support, together with some opportunities (discomfort). Guided and minimally invasive cone prosthesis are recommended, especially for patients with severe maxillary bone loss, soft tissue conditions, alveolar bone resorption, and occlusal instability.
Reinhold et al 2018 ¹⁶	40 (40/40)	VAS	All patients were very satisfied and extremely positive with their prosthesis.

QoL = quality of life; VAS = visual analog scale; BPS = bone pain scale; SF-36 = short form 36-item health survey; VAS = visual analog scale; BPS = bone pain scale; SF-36 = short form 36-item health survey. All patients were very satisfied and extremely positive with their prosthesis.

BDJ Open

open access journal

ARTICLE

Failure rates associated with guided versus non-guided dental implant placement: a systematic review and meta-analysis

Nancy Addey^{1,2}, Soni Prasad³ and Norita Prasad Giboin⁴

© The Author(s) 2021

OBJECTIVE: The purpose of this systematic review and meta-analysis was to evaluate implant failure rates and their association with guided and non-guided implant placement techniques.

MATERIALS AND METHODS: A systematic search was conducted across multiple databases (PubMed, Scopus, Cochrane, Embase, and ProQuest). The search was completed in September 2020. Only full-text articles were included to ensure English. Failure rates with guided and non-guided techniques.

RESULTS: A total of 100 articles were identified based on the search criteria. After excluding the duplicate articles, 70 articles were eligible for qualitative synthesis and four for quantitative synthesis (meta-analysis). The implant failure rates were 1.1% for non-guided and 1.1% for guided techniques. The implant failure rates were 1.1% for non-guided and 1.1% for guided techniques.

CONCLUSIONS: Both guided and non-guided implant placement techniques resulted in a high implant survival rate. However, implant failure rates were slightly higher in the non-guided implant placement group. A guided implant placement technique is recommended for a successful outcome.

Keywords: dental implant, guided implant, non-guided implant, implant failure, implant survival

1 BDJ Open, 2021 Aug 18;7(1):35. doi: 10.1038/s41405-021-00046-1

Failure rates associated with guided versus non-guided dental implant placement: a systematic review and meta-analysis

Nancy Addey^{1,2}, Soni Prasad³, Norita Prasad Giboin⁴

Affiliations: + expand

PMID: 34406127 PMCID: PMC8173900 DOI: 10.1038/s41405-021-00046-1

Objetivo: El propósito de esta revisión sistemática metanálisis fue evaluar las tasas de fallas de implantes y su asociación con las técnicas de colocación de implantes guiada y a mano libre.

Materiales and metodos: Una búsqueda en la literature fue realizada a través de PubMed, Medline via Ovid, Cochrane database, y Google Scholar. La búsqueda fue terminada en Setiembre del 2020. Una serie de metaanálisis fueron realizados para comparar las tasas de falla de implantes con las dos técnicas.

Resultados: Un total de 3387. La incidencia de falla de implantes en cirugía guiada vs. cirugía a mano libre fue de 2.25% and 6.42%, respectivamente.

Ambas técnicas de colocación de implantes guiada y a mano libre resultaron en una alta tasa de supervivencia.

Conclusión: Sin embargo, las tasas de falla de implantes fueron casi tres veces mas altas en la categoría de colocación a mano libre. El abordaje de colocación de implantes guiados es recomendado para un resultado exitoso.

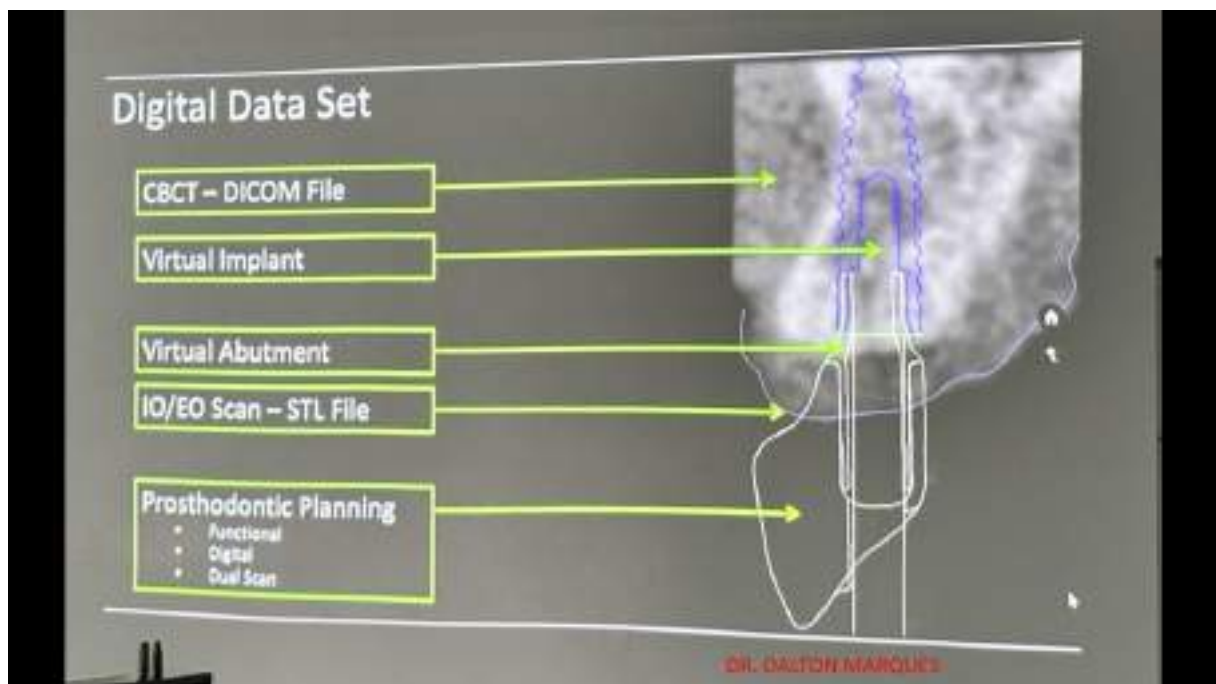
Cirugía Guiada Estática

Primero debemos empezar en que toda cirugía de implantes es una cirugía guiada *protésicamente*.

Y para realizarla debemos hacer una planificación: *sea analógica* (la que usualmente se hacía) o *la digital* o una planificación *mixta*.

La planificación digital se realiza con diferentes softwares que me permiten relacionar:

- La posición adecuada tridimensional (3D) del implante con:
 - La posición de los dientes de la rehabilitación
 - El tejido óseo.
 - El tejido blando





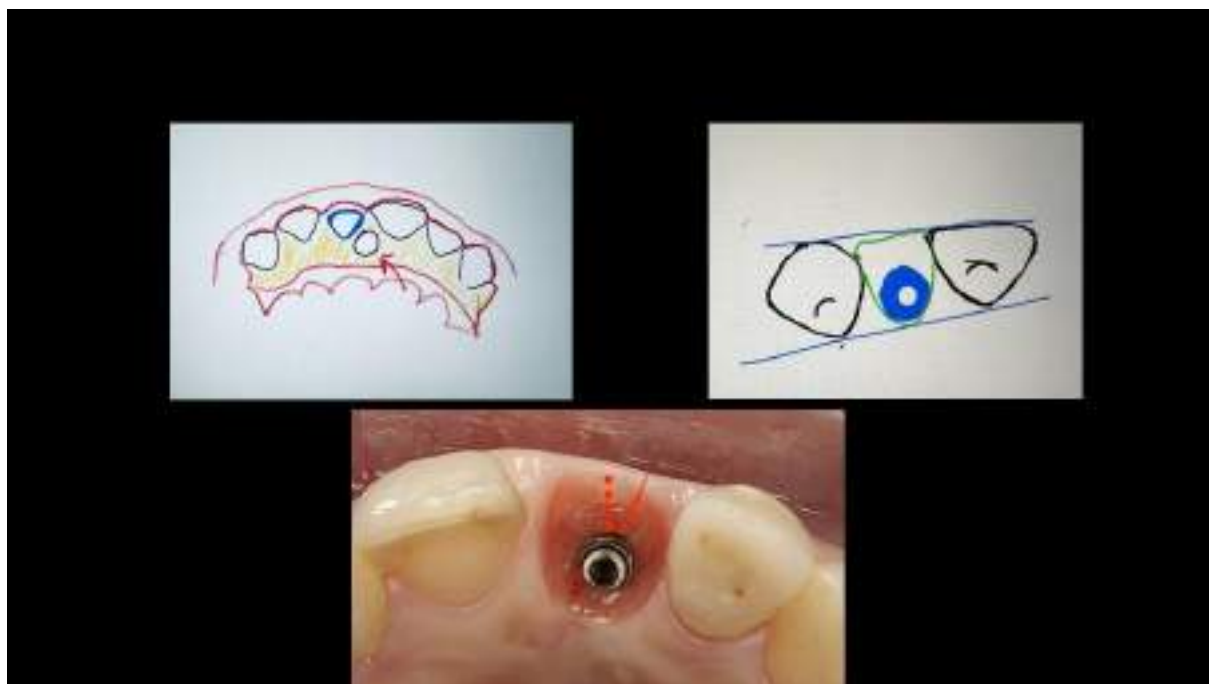
Entonces elemento indispensable es *la planificación* y para ello necesitamos: conocimientos que nos permitan ubicar la correcta posición 3D de los implantes y para conseguirla *partimos de cómo va a ser la futura Prótesis.*

Donde van esta los dientes q es lo q busca el px

Posición 3 D en tejido óseo

- Posición mesio distal de los implantes: 3mm entre implante e implante y 1.5 entre implante y diente
- Posición apico coronal de los implantes
- Posición vestibulo palatina de los implantes
- Posición axial de los implantes
- Por lo menos 1 o 2 mm de tejido óseo en vestibular





Posición 3 D en relación al tejido blando

- Cantidad de tejido blando del margen gingival hasta plataforma del implante (vertical) 3-4 mm
- Cantidad de tejido blando en forma horizontal al implante (hacia vestibular) 2-3mm
- Presencia de tejido queratinizado de por lo menos 2mm



Posición 3 D Prótesis

Nivel de punto de contacto de la corona a cresta ósea
 mesial y distal (5 mm entre implante y diente vecino
 Y 3.48 entre implantes) para disminuir la posibilidad
 de triángulos negros.)

Determinar si es cementada o atornillada la
 rehabilitación

Posición 3 D -Prótesis

- Determinar si la rehabilitación va a ser una PF1, PF2 o una PF3 , si va a ser atornillada o cementada.
- Distribuir los implantes donde biomecánicamente funcionen mejor de acuerdo a los protocolos ya estudiados
- En caso de edéntulos completos . 6 implantes paralelos, all on four, implantes en forma de M.



Result: According to the present study's findings, although there were no considerable differences among the models, in general, the M-4 group demonstrated slightly higher stresses and the M-4 and V-4 group showed lower stresses.

Conclusion: M-4 or V-4 configurations may be used in cases of severely atrophic anterior maxilla to achieve better primary stabilization.

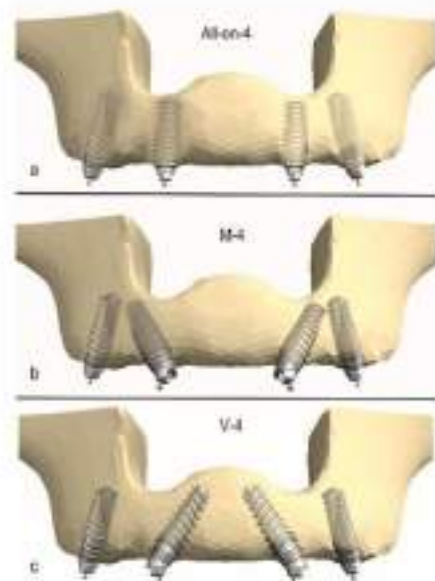


Fig. 2. a. All-on-4 model, b. M-4 model, c. V-4 model.

Posición 3 D - Prótesis

- Cantiléver no mayores de 12 mm o midiendo la longitud antero posterior de los implantes
- Tener en cuenta el espacio interoclusal que nos permita hacer el tipo de prótesis que se haya planificado: una híbrida con su barra, o una prótesis fija 1, etc

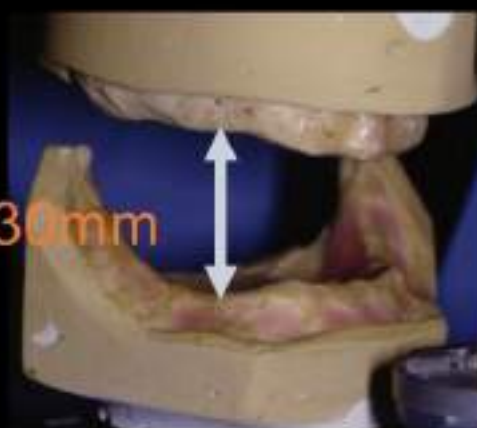


attachments: 8mm

Bar & clip: 14mm

Hybrid: 12mm

PDP: 7mm



30mm



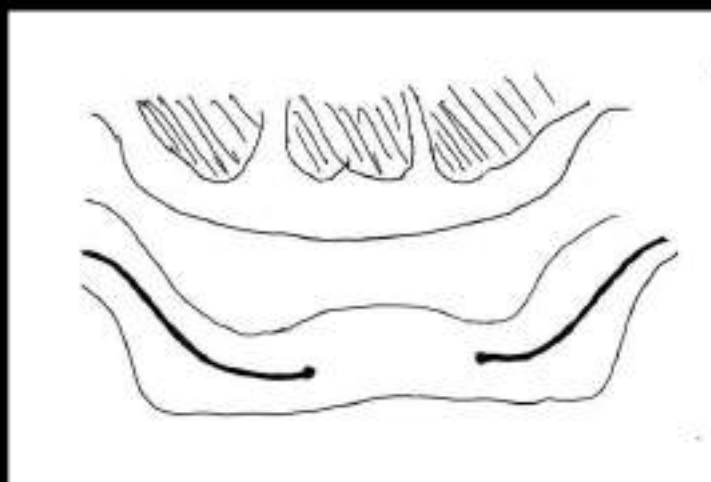
Posición 3 D - Prótesis

- Evaluar la DVD, plano bipupilar, línea media, línea de los caninos, plano de camper.
- Eliminar los flancos vestibulares anteriores en las pruebas de los protocolos superiores para evaluar el soporte labial
- La línea de la sonrisa y de la **transición** de la prótesis superior para que **no se vea** en la sonrisa
(determina si tenemos que reducir el nivel del hueso)

Posición 3 D - Fronteras Anatómicas

Evaluar y conocer las fronteras anatómicas .seno maxilar, canal mandibular, etc, para saber si vamos a evitarlos o vamos a abordarlos con un tratamiento ya planificado antes de la cirugía.

Fronteras Anatómicas



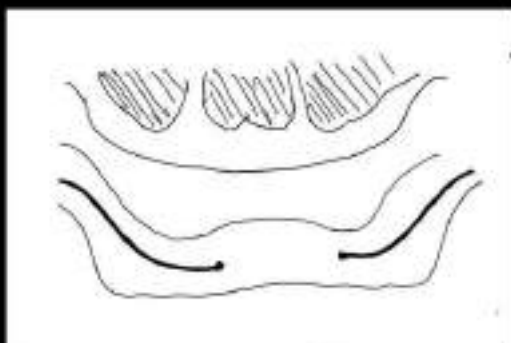
Posición 3 D - Fronteras Anatómicas

Evaluar tanto cantidad como calidad ósea,
permitiéndonos saber si tenemos hueso disponible
suficiente o tenemos
que hacer algún aumento o regeneración ósea para colocar
implantes de longitud y diámetro adecuados a nuestra
Planificación.

Posición 3 D - Fronteras Anatómicas

- Al conocer la calidad, pensar si tenemos que *sub-feras* para obtener una estabilidad primaria adecuada.
- También de acuerdo al volumen y calidad podremos considerar la osteodensificación.
- Determinaremos la longitud y Diámetros de los implantes

Evitar complicaciones Qx

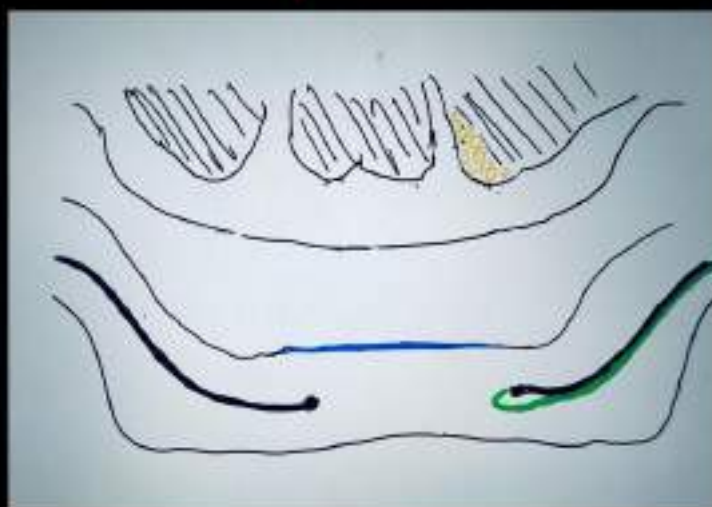


Dynamic Navigation for Dental Implant Surgery

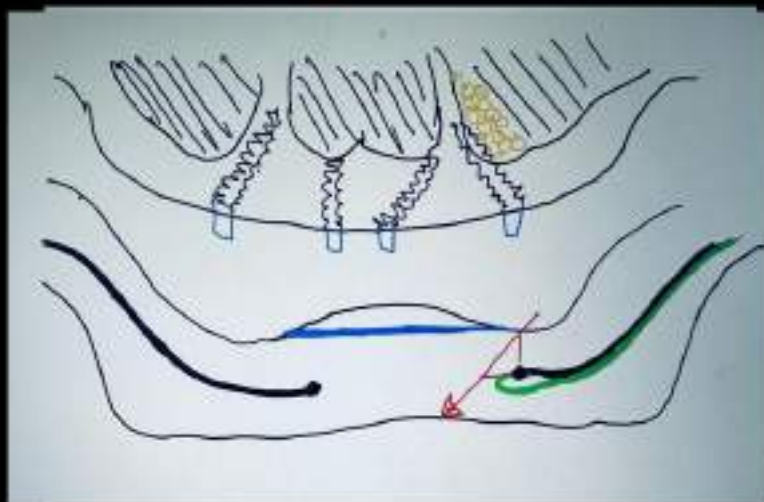
Reena Perchai, DDS, MS, MSc^{1,*}, Lath Mahmood, DDS, MS², Armando Retana, DDS, MS³, Robert Emery II, DDS¹

Oral Maxillofacial Surg Clin N Am 31 (2019) 539–547
<https://doi.org/10.1016/j.cors.2019.08.001>
 1842-3695/19/© 2019 Elsevier Inc. All rights reserved.

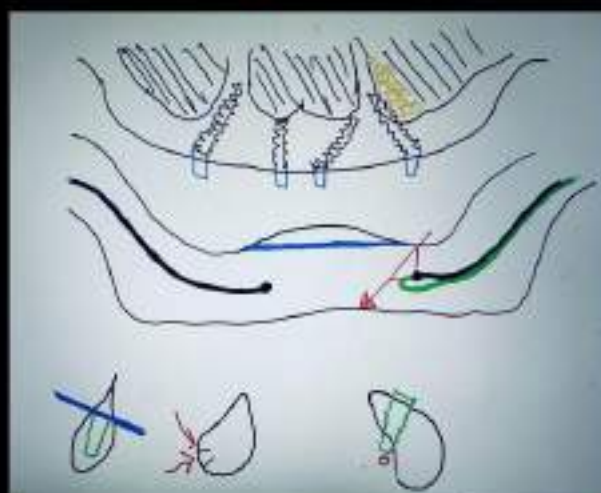
Evitar complicaciones Qx



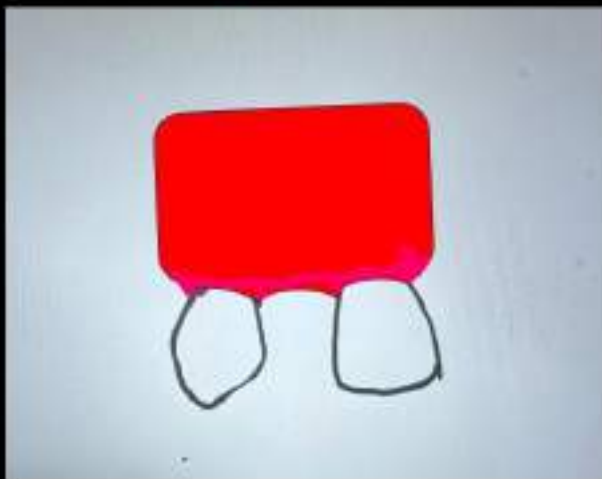
Evitar complicaciones Qx



Evitar complicaciones Qx



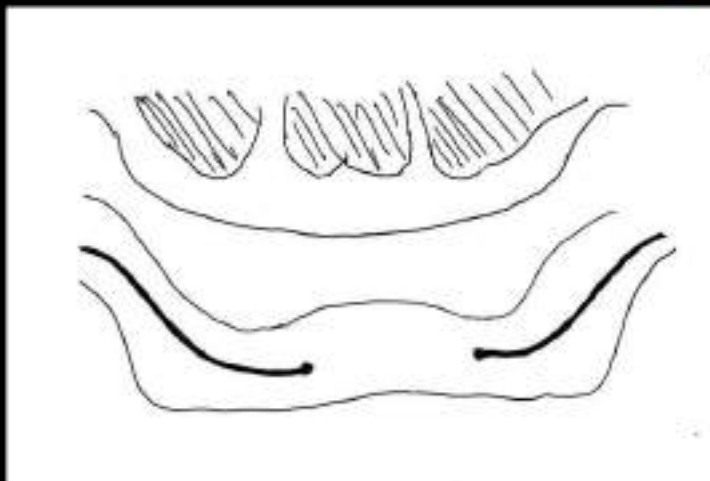
Evitar complicaciones Qx



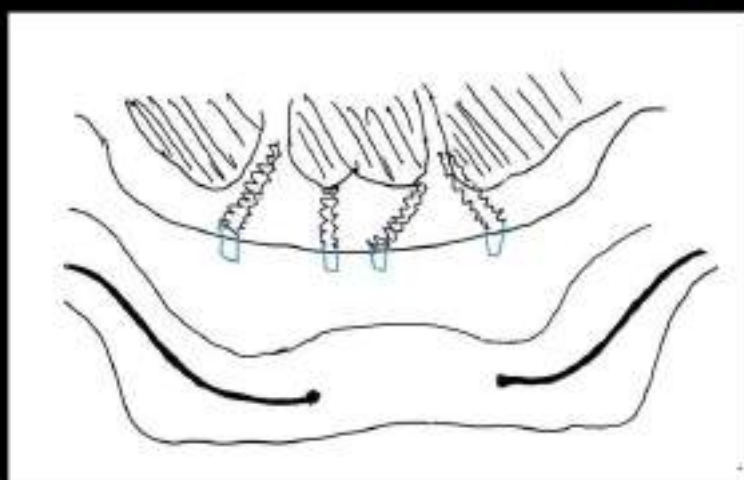
Evitar complicaciones Qx



Posición tridimensional 3D del Implante



Posición tridimensional 3D del Implante



Flujo de trabajo digital

1. Adquisición de datos 3D

Tomografías
Escaneo
Datos y/o imágenes que se pueden transformar en 3D

2. Planificación virtual 3D

MODELADO
PLANEAMIENTO

3. Fabricación digital 3D

IMPRESION 3D
FRESADO

Estereolitografía

Proceso de fabricación por adición que emplea resina que cura mediante luz ultravioleta o luz láser, conocida como IMPRESION 3D, fabricación óptica o foto-solidificación.

- ☺ SLA (Procesamiento por luz láser)
- ☺ usa un láser UV para curar la resina
- ☺ DLP (Procesamiento de luz digital)

Archivos DICOM

DICOM (Digital Imaging and Communication On Medicine) es un estándar de transmisión de imágenes médicas y datos entre hardware con propósito médico, para visualización, almacenamiento, impresión, transmisión, integración de escáneres, servidores, estaciones de trabajo, impresoras.

Archivos STL (Standard Triangle Language)

Formato de archivo informático de diseño asistido por computadora (CAD) que define geometría de objetos 3D.

La estructura está compuesta íntegramente por triángulos y sus superficies pasan a ser una entidad de malla que define **geometría tridimensional de las estructuras óseas**.

(CAM): *Computer-Aided Manufacturing o
Fabricación Asistida por Computadora (FAC)*

restauración



adición



Guías quirúrgicas Estáticas (s CAIS)



Flujo de trabajo en Softwares ed.parc.

Codiagnostix

DTX

Blue sky Bio

Exoplan

Software Codiagnostix DICOM

1. *Importamos los archivos DICOM y creamos un volumen 3D a partir de la segmentación de las estructuras óseas*

Importación STL

2. Importación de los archivos STL y proporcionan información de los dientes y tejidos blandos

Matching

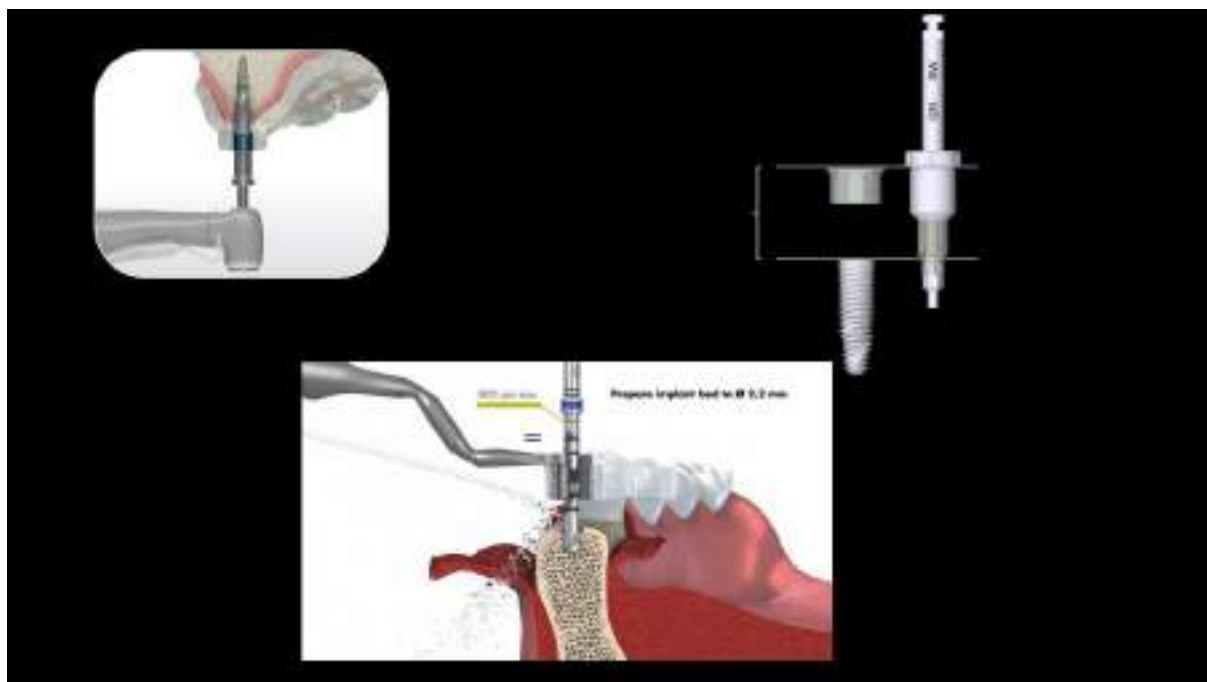
3. *Match* o alineamiento entre archivos DICOM y STL

NOTA: Un software compatible hace el diseño virtual de encerado y la futura rehabilitación,
o se puede crear un encerado de diagnóstico tradicional
y escanearlo para así poder decidir la mejor posición
de lo implantes : Exocad es el más conocido

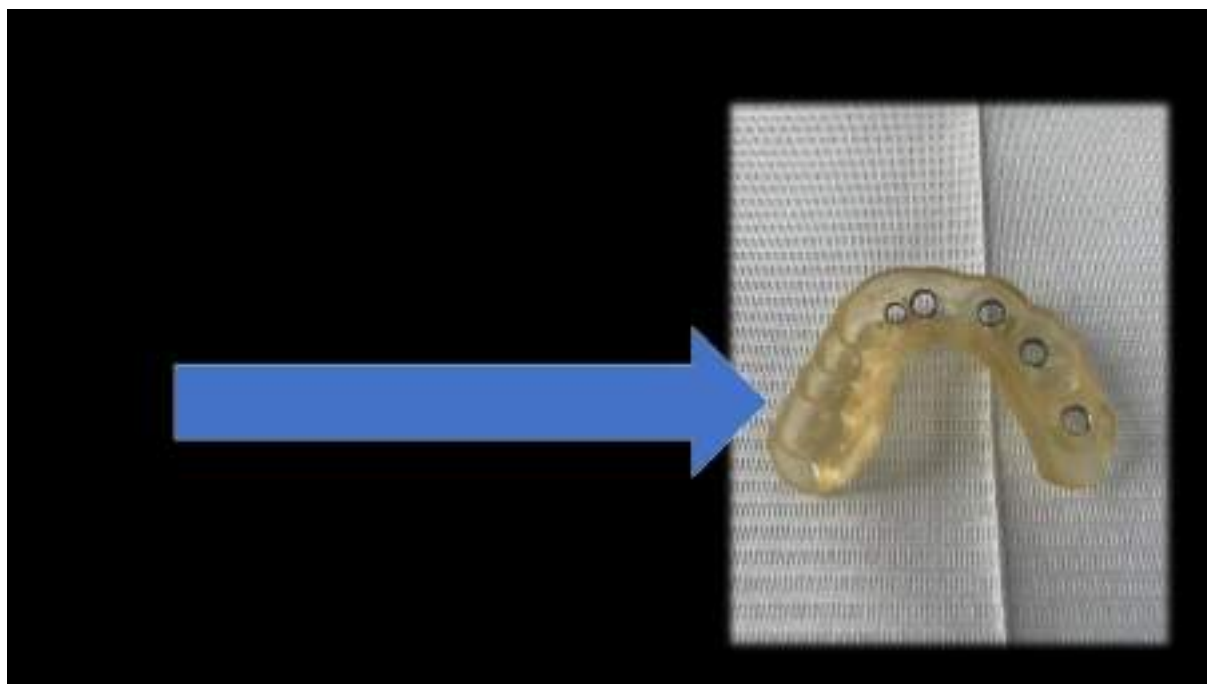
4. Matching entre: STL de la Boca PE con el STL
del encerado virtual, o
del encerado convencional
Y matching de oclusión con el antagonista

5. Planificación Virtual , teniendo en consideración el estudio clínico del paciente, estableciendo El **mejor posicionamiento 3D** del o de los implantes.





6. Diseño de las guías quirúrgicas, produciendo un archivo STL para que sea impreso.



Neodent® EasyGuide is designed to offer straightforward guided surgery techniques enabling predictable surgical results, efficient treatment protocols and patient treatment acceptance



STRAIGHTFORWARD GUIDED SURGERY TECHNIQUE

- One-hand procedures with no drill handles
- One drill design
- A versatile implant system



Neodent
easyguide



PREDICTABLE SURGICAL RESULTS

- Fully guided bone preparation with stop drill
- Guided implant insertion
- Minimal soft tissue preservation
- Access to predictable flapless surgery



EFFICIENT TREATMENT PROTOCOLS

- Dynamic workflow, from data acquisition to the surgery
- Color-coded and intuitive protocol
- Reliability for immediate treatment

For internal use only



PATIENT TREATMENT ACCEPTANCE

- Clear communication with patients, helping to increase treatment acceptance rates
- A better understanding of treatment and visuals leading to higher patient satisfaction
- Patient ownership of the treatment, generating more engagement



Neodent
easyguide

EASYGUIDE INSTRUMENTS

Surgical Kits

GM EasyGuide Surgical Kit for
Narrow/Regular Diameter Implants



For internal use only

GM EasyGuide Surgical Kit for
Regular/Wide Diameter Implants



CASO CLINICO EASY GUIDE
ILAPED











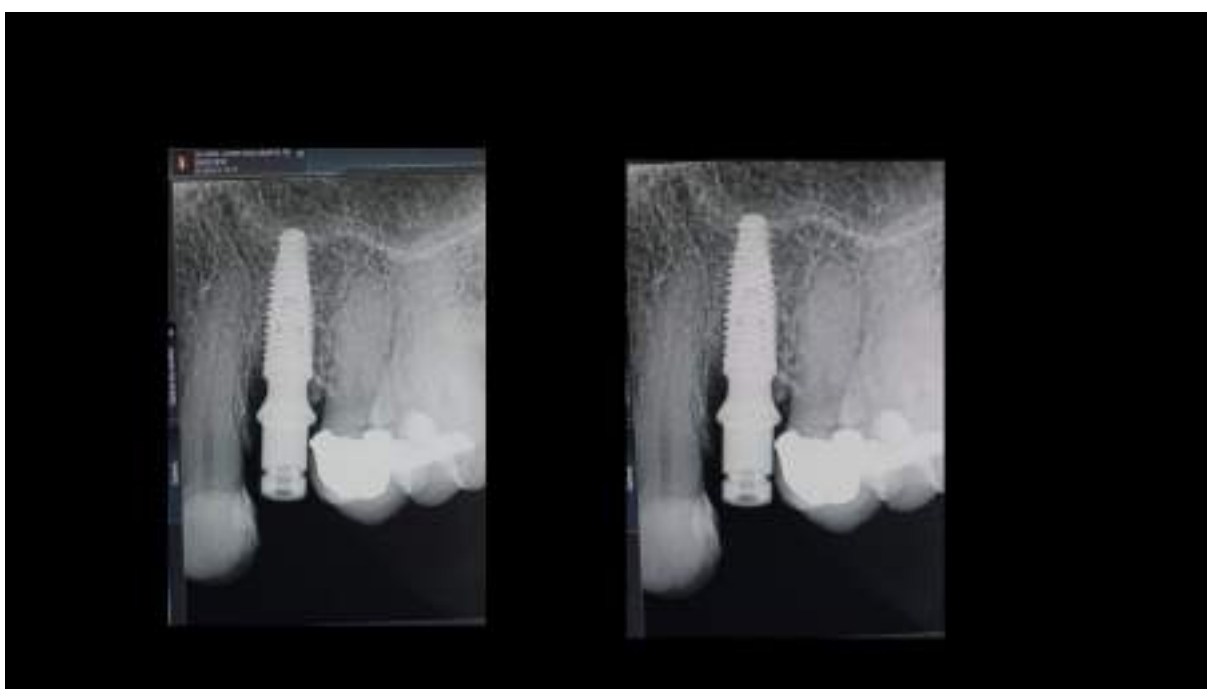


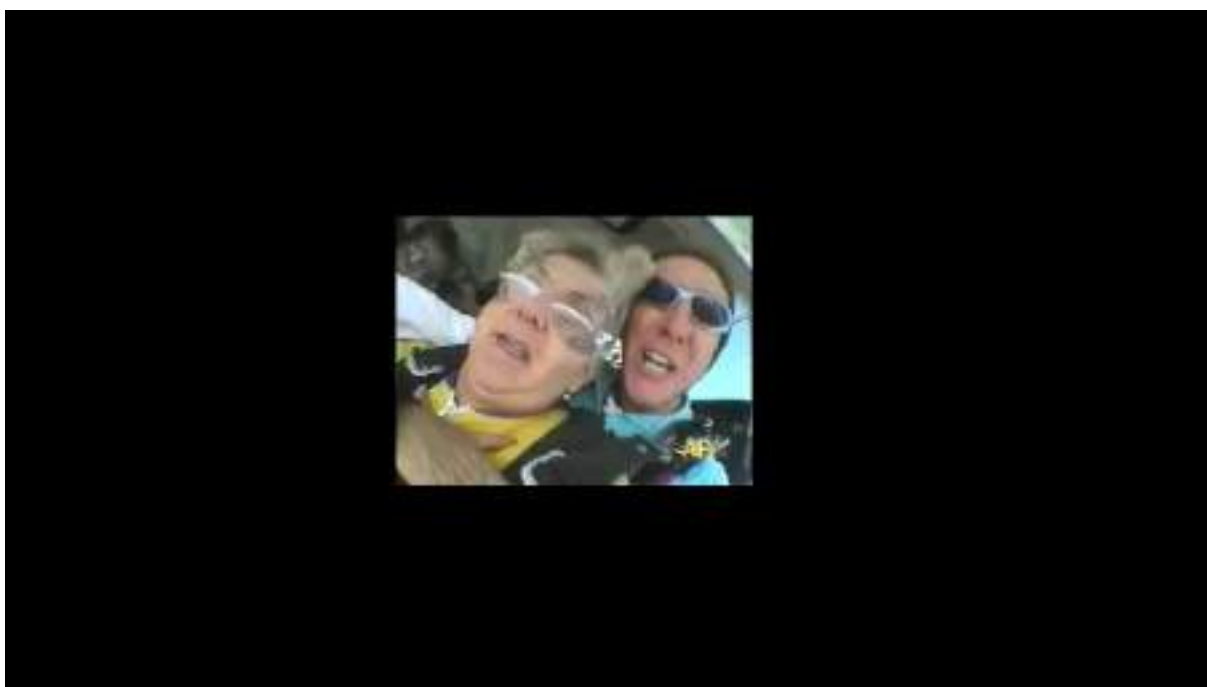












Muchas Gracias