

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

AS DIFERENTES TÉCNICAS DE ELEVAÇÃO DO SEIO MAXILAR

Trabalho submetido por
Gloria Marie Véronique Audebert
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

julho de 2023

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

AS DIFERENTES TÉCNICAS DE ELEVAÇÃO DO SEIO MAXILAR

Trabalho submetido por
Gloria Marie Véronique Audebert
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutor António Mano Azul

julho de 2023

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, o Professor Doutor António Mano Azul, agradeço por acompanhar-me e apoiar-me durante este percurso, pelo seu tempo e pelos seus conselhos valiosos.

O Instituto Universitário Egas Moniz, obrigada pelo seu ensinamento e por me guiar durante os meus anos aqui.

A todos os docentes deste mestrado, por vossa benevolência, por tudo o que me ensinaram e por me ajudarem a chegar a esta fase.

A Professora Doutora Dina Martins, obrigada por partilhar um pedaço de este percurso comigo.

Aos meus pais, sem quem nunca teria conseguido chegar até aqui. Obrigada pelo apoio infalível e por sempre me encorajar a dar o máximo.

A minha irmã, que sempre foi um exemplo e que sempre esteve ao meu lado.

À minha família toda, obrigada por sempre me terem rodeado tão bem e sobretudo, para acreditarem em mim.

Agradeço à minha parceira e amiga, Emeline, por me acompanhar durante todo este caminho. Obrigada pela ajuda com o português, pelo seu bom humor e por partilhar tudo isso comigo.

A todos os amigos que encontrei aqui, obrigada por partilhar esses cinco anos comigo e tornar cada dia mais bonito. Um pequeno pensamento especial para minha amiga Jouhaïna. Sem vocês todos, nada teria sido o mesmo.

RESUMO:

Após a perda de dentes na região posterior da maxila, a remodelação óssea do rebordo alveolar acompanhada pela pneumatização do seio torna a massa óssea disponível muitas vezes insuficiente para permitir a colocação de implantes osseointegrados. Para lidar com isso, Tatum em 1977 e Summers em 1994 foram pioneiros na cirurgia de elevação do seio maxilar. Tatum através da parede lateral do seio maxilar e Summers utilizando a crista alveolar edêntula. Os últimos 30 anos mostraram que este ato clínico oferece uma solução confiável para a colocação de implantes nessas condições e ao longo destas 3 décadas novas abordagens foram sendo propostas. Estas incluem também o desenvolvimento de novos instrumentos e dispositivos inovadores. Nesta revisão narrativa, após uma recapitulação anatômica do local, discutiremos as indicações e contraindicações desse procedimento cirúrgico. Em seguida, descreveremos cada etapa operatória da abordagem lateral e depois da abordagem crestal, passando pelos equipamentos e biomateriais à disposição do cirurgião-dentista. Passaremos então aos novos métodos que surgiram desde o início da elevação do seio. E, por fim, falaremos sobre possíveis alternativas para evitar a elevação do pavimento do seio.

Palavras-chave: Elevação do seio maxilar; Janela lateral; Abordagem crestal; Minimamente invasiva.

ABSTRACT:

After losing teeth in the posterior region of the maxilla, bone remodeling of the alveolar ridge accompanied by sinus pneumatization makes the available bone mass often insufficient to allow the placement of osseointegrated implants. To deal with this, Tatum in 1977 and Summers in 1994 pioneered sinus lift surgery. Tatum through the lateral wall of the maxillary sinus and Summers using the edentulous alveolar ridge. The last 30 years have shown that this clinical act offers a reliable solution for placing implants in these conditions and over these 3 decades new approaches have been proposed. These also include the development of innovative new instruments and devices. In this narrative review, after an anatomical review of the site, we will discuss the indications and contraindications for this surgical procedure. Next, we will describe each operative step of the lateral approach and then the crestal approach, going through the equipment and biomaterials available to the dental surgeon. We will then move on to the new methods that have emerged since the beginning of sinus lift. And finally, we will talk about possible alternatives to avoid sinus floor elevation.

Keywords: Maxillary sinus elevation; Lateral window; Crestal approach; Minimally invasive.

RÉSUMÉ:

Après la perte de dents dans la région postérieure du maxillaire, le remodelage osseux de la crête alvéolaire accompagné d'une pneumatisation du sinus rend la masse osseuse disponible souvent insuffisante pour permettre la pose d'implants ostéointégrés. Pour y faire face, Tatum en 1977 et Summers en 1994 ont été les pionniers de la chirurgie d'élévation sinusale. Tatum à travers la paroi latérale du sinus maxillaire et Summers en utilisant la crête alvéolaire édentée. Les 30 dernières années ont montré que cet acte clinique offrait une solution fiable pour poser des implants dans ces conditions et durant ces 3 décennies de nouvelles approches ont été proposées. Celles-ci incluent également le développement de nouveaux instruments et dispositifs innovants. Dans cette revue narrative, après un examen anatomique du site, nous aborderons les indications et contre-indications de cette intervention chirurgicale. Ensuite, nous décrirons chaque étape opératoire de l'abord latéral puis de l'abord crestal en passant par le matériel et les biomatériaux dont dispose le dentiste. Nous passerons ensuite aux nouvelles méthodes qui ont vu le jour depuis les débuts de cette chirurgie. Et enfin, nous parlerons des alternatives possibles pour éviter l'élévation du plancher sinusien.

Mots clés: Élévation du sinus maxillaire; Fenêtre latérale ; Abord crestal ; Minimalement invasive.

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	11
ÍNDICE DE TABELAS	15
ÍNDICE DE SIGLAS	17
I INTRODUÇÃO.....	19
II DESENVOLVIMENTO.....	21
1 Anatomia e fisiologia do seio maxilar.....	21
1.1 Anatomia	21
1.1.1 Osteologia e seio maxilar	21
1.1.2 Vascularização.....	23
1.1.3 Inervação do seio maxilar.....	25
1.2 Particularidade anatômica.....	25
1.2.1 Membrana de Schneider	25
1.2.2 Septos ósseos	27
1.3 Reabsorção do rebordo alveolar	28
1.4 Pneumatização do seio maxilar	29
2 Características das Técnicas Convencionais da elevação do pavimento do seio maxilar e os obstáculos encontrados	30
2.1 Indicações gerais.....	30
2.2 Contraindicações gerais.....	31
2.3 Regeneração óssea.....	32
2.3.1 As membranas	33
2.3.2 Materiais de Preenchimento	34
2.4 Técnicas convencionais	36
2.4.1 Abordagem lateral convencional.....	37
2.4.2 Abordagem Crestal Convencional.....	42

2.5	Complicações.....	44
2.5.1	Complicações intraoperatórias	44
2.5.1.1	Complicações associadas à abordagem lateral	44
2.5.1.2	Complicações associadas à abordagem crestal.....	47
2.5.2	Complicações pós-operatórias	48
2.5.2.1	Complicações associadas à abordagem lateral	48
2.5.2.2	Complicações associadas à abordagem crestal.....	48
3	Novas abordagens e técnicas para elevação do seio maxilar.....	50
3.1	Abordagem pela janela lateral	50
3.1.1	Dispositivo piezoelétrico	50
3.1.2	Mini janela.....	51
3.1.3	Cirurgia guiada	53
3.2	Abordagem crestal.....	54
3.2.1	Cirurgia guiada	54
3.2.2	Técnica hidráulica.....	55
3.2.3	Técnica de elevação da membrana antral com um balão	61
3.2.4	Tecnologias magnetodinâmicas.....	63
3.3	Novas sistemas de brocas	65
3.3.1	<i>Dentium Advanced Sinus Kit (DASK)</i>	65
3.3.2	O sistema <i>Smart Lift</i>	67
3.3.3	<i>Sinus Crestal Approach kit (SCAkit)</i>	68
4	Alternativas à elevação do seio maxilar	70
4.1	Implantes curtos.....	70
4.2	Implantes angulados	71
4.3	Implantes zigomáticos	72
III	CONCLUSÃO.....	75

BIBLIOGRAFIA	77
--------------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: O osso maxilar e suas relações com o maciço facial. (Adaptado de: https://www.imaio.com/fr/e-anatomy/tete-et-cou/cavite-nasale?mic=nose-nasal-cavity-illustrations&afi=12&is=780&il=fr&l=fr_FR&ul=true)	22
Figura 2: Pneumatização e desenvolvimento do seio maxilar. Imagem retirada de (Göçmen & Özkan, 2017).	23
Figura 3: Visão interna do seio maxilar: a seta A mostra o ramo endósseo da AASP, parcialmente inserido na parede lateral do seio, enquanto a seta B mostra a artéria infraorbitária. Imagens retiradas de (Rosano et al., 2011).....	24
Figura 4: Trajeto do ramo alveolar superior posterior esquerdo do nervo maxilar. Os três ramos entrando na parede posterior do seio maxilar (setas). Imagem A: Vista lateral do ramo alveolar superior posterior do nervo maxilar (PSAb). Imagem B: tomografia computadorizada. A, anterior; P, posterior; ZP, processo zigomático; PSAA, a artéria alveolar superior posterior. Imagens retiradas de (Iwanaga et al., 2019).	25
Figura 5: Vista na membrana de Schneider através de uma janela lateral. Fotografia do Dr. António Mano Azul.....	26
Figura 6: Variações dos septos ósseos. 1. Septos múltiplos, 2. Septo único, 3. Dois septos basais, 4. Septo completo, 5. Septo horizontal parcial. Imagens retiradas de (Göçmen & Özkan, 2017).	28
Figura 7: Membrana não absorvível. Fotografia do Dr. António Mano Azul.....	33
Figura 8: Membrana absorvível. Fotografia do Dr. António Mano Azul.....	34
Figura 9: Incisão e retalho mucoperióstico. Fotografia do Dr. António Mano Azul.	38
Figura 10: Janela óssea empurrada para dentro. Fotografias do Dr. António Mano Azul.	38
Figura 11: Janela óssea e técnica “wall-off”. Fotografias do Dr. António Mano Azul.	39
Figura 12: Exemplos de instrumentos usados no <i>sinus lift</i> de janela lateral. Fotografia do Dr. António Mano Azul.....	39
Figura 13: O material do enxerto é inserido na cavidade sinusal. Fotografia do Dr. António Mano Azul.	40

Figura 14: Colocação simultânea dos implantes e enxerto. Fotografias do Dr. António Mano Azul.	41
Figura 15: Martelo e osteótomos. Fotografia do Dr. António Mano Azul.	42
Figura 16: Dispositivo PIEZOSURGERY®. (Retirado de: https://dental.mectron.com/products/piezosurgery/)	51
Figura 17: As diferentes pontas de PIEZOSURGERY® para osteotomia. (Retirado de: https://dental.mectron.com/products/piezosurgery/)	51
Figura 18: Mini Janela 6 x 6 mm VS Janela de 10 x 8 m. Imagens retiradas de (Baldini e al., 2017).	53
Figura 19: O dispositivo Jeder-System. (Retirado de: https://jedersystem.com/en/system/)	57
Figura 20: Desprendimento da membrana por pressão hidráulica. (Retirado de: https://jedersystem.com/en/system/)	58
Figura 21: O CAS-Kit e seus diferentes componentes. (Retirado de: https://www.osstemuk.com/surgery-kits/cas-kit-sinus-lifting-implantology-dental-implants/)	59
Figura 22: A CAS-Drill através de um pavimento do seio plano, inclinado e de um septo. (Retirado de: https://www.osstemuk.com/surgery-kits/cas-kit-sinus-lifting-implantology-dental-implants/)	60
Figura 23: Protocolo do CAS-kit. (Retirado de: https://www.osstemuk.com/surgery-kits/cas-kit-sinus-lifting-implantology-dental-implants/)	61
Figura 24: Técnica MIAMBE. (Retirado de: https://www.dentogem-dentium.com/img/cms/Catalogues/Why%20Dentium.pdf)	62
Figura 25: O dispositivo Magnetic Mallet. (Retirado de: https://www.osseotouch.com/en/magnetic-mallet/)	63
Figura 26: Brocas DASK para a abordagem lateral. (Retirado de: https://pdf.medicaexpo.com/pdf/dentium/dask-1402/72062-137345.html)	65
Figura 27: Técnica DASK "Thin-out" (imagem A) VS "wall off" (imagem B). (Retirado de: https://pdf.medicaexpo.com/pdf/dentium/dask-1402/72062-137345.html)	66

Figura 28: Abordagem Crestal com brocas e curetas DASK. (Retirado de: https://pdf.medicaexpo.com/pdf/dentium/dask-1402/72062-137345.html).....	66
Figura 29: Sequência convencional da técnica Smart Lift. (Retirado de: https://directdentalsupplies.nl/storage/uploads/products/brochure-smart-lift-ing-20180320-1438.pdf)	68
Figura 30: Sequência convencional da técnica SCAkit. (Retirado de: https://www.neobiotech.com/product-detail/sca-kit)	69

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Abordagem lateral vs Abordagem crestal.	31
--	----

ÍNDICE DE SIGLAS

AASP	Artéria alveolar superior posterior
JL	Janela Lateral
GBR.	<i>Guided Bone Regeneration</i>
BMP-7	Proteína morfogenética óssea
VPPB	Vertigem posicional paroxística benigna
TGSL	<i>Transcrestal Guided Sinus Lift</i>
CASkit	<i>Crestal Approach System kit</i>
MIAMBE	<i>Minimally Invasive Antral Balloon Elevation</i>
DASK	<i>Dentium Advanced Sinus Kit</i>
SCAkit	<i>Sinus Crestal Approach kit</i>
EUCC	<i>11th European Consensus Conference</i>
ZAGA	<i>Zygoma Anatomy-Guided Approach</i>

I INTRODUÇÃO

A ausência de dentes é um problema muito comum encontrado hoje em dia nos doentes observados nas clínicas de medicina dentária. De fato, a perda de dentes representa um obstáculo à vida social esteticamente falando, mas também um déficit funcional, pois impede uma boa alimentação e uma boa fonética (Esposito et al., 2010).

A causa é multifatorial, podendo ser por trauma, agenesia, cáries, doença periodontal e muitas outras (Esposito et al., 2009; Mohan et al., 2015).

Atualmente, a colocação de implantes oferece uma solução fixa estética e funcional para a reabilitação destas zonas edêntulas. No entanto, a ausência de dentes na região posterior do osso maxilar leva à reabsorção do rebordo alveolar, que é acompanhada pela pneumatização do seio maxilar. A quantidade óssea disponível nesta área pode então tornar-se insuficiente para permitir a reabilitação através de implantes osseointegrados, sendo necessário o uso de técnicas de aumento do volume ósseo, tanto vertical como horizontal (Mohan et al., 2015).

Existem atualmente duas técnicas amplamente utilizadas para elevação do seio maxilar. A mais antiga é a elevação de seio através de uma janela lateral com preenchimento com diferentes tipos de biomateriais ou enxertos de osso autógeno. Esta é a abordagem clássica e mais utilizada, porém é também a mais traumática. Foi descrita por Tatum em 1977 e publicado por Boyne e James em 1980 (Boyne & James, 1980; Tatum, 1986). Depois, Summers desenvolveu uma outra técnica em 1994, a elevação do seio através da crista alveolar, por meio de osteótomos que é considerada menos traumática (Summers, 1998). Essas técnicas podem ou não exigir um enxerto ósseo. Existem vários tipos de biomateriais para elevação do seio maxilar, incluindo autoenxerto, aloenxerto, xenoenxerto, materiais aloplásticos e fatores de crescimento, todos com seus próprios vantagens e desvantagens (Stumbras et al., 2019).

Complicações podem ocorrer, sendo a mais comum a perfuração da membrana de Schneider. É por isso que novas abordagens, muitas vezes consideradas menos invasivas, são propostas para limitar as complicações. Por um lado, temos o uso da tecnologia piezoelétrica, que é um sistema de ultrassons, cuja vantagem é que não lesa os tecidos moles e ajuda a reduzir o risco de perfuração da membrana durante a execução da osteotomia na janela lateral (Stern & Green, 2012).

Por outro lado, a modificação da técnica original com osteótomos levou à inovação de novas técnicas. Estes são muito variadas, tal como a técnica de elevação da membrana com um balão, a pressão hidráulica e tecnologias magneto-dinâmicas (Magnetic Mallet®) (Bennardo et al., 2022; Lafzi et al., 2021).

Existem também os novos sistemas de perfuração da crista alveolar com diferentes tipos de brocas de osseodensificação (SCAKit®, Smart Lift® ou DASK® por exemplo) com bons resultados (Trombelli et al., 2018; Wallace et al., 2012; Zhou et al., 2017).

Nesta revisão narrativa, apresentaremos as diferentes técnicas de *Sinus Lift* descritas na literatura, os diferentes instrumentos utilizados na sua realização, passando pelas suas indicações e contra-indicações. Discutiremos os seus resultados, vantagens e desvantagens.

II DESENVOLVIMENTO

1 Anatomia e fisiologia do seio maxilar

1.1 Anatomia

1.1.1 Osteologia e seio maxilar

As maxilas são ossos pares. Podemos comparar o corpo com a forma de uma pirâmide de quatro faces. É composto por uma face anterior onde se pode observar inferiormente elevações que correspondem às raízes dos dentes. Uma face orbitária que forma a parte inferior das cavidades orbitais. Uma face infratemporal que forma a parede anterior da fossa temporal e é separada da face anterior pela apófise zigomática. E por fim, uma face nasal, onde podemos encontrar uma grande abertura triangular constituindo o hiato maxilar que dá acesso ao seio maxilar (Figura 1) (Zagalo et al., 2010).

Temos neste osso quatro apófises: a apófise zigomática que permite a articulação com o osso zigomático, a apófise frontal, a apófise alveolar com os alvéolos dentários divididos pelos septos ósseos interalveolares e a apófise palatina que forma o pavimento das fossas nasais e a abóbada palatina onde há um sulco para a passagem dos nervos e vasos palatinos maiores (Zagalo et al., 2010).

As duas maxilas, portanto, formam a parte inferior das cavidades orbitárias, a face lateral das cavidades nasais, a arcada dentária superior, a arcada palatina e a fossa infratemporal. A maior parte do volume do osso maxilar é ocupada por uma cavidade pneumática, denominada seio maxilar. Representa o maior dos seios paranasais. O tamanho do seio não é pertinente até a erupção da dentição permanente. Sua pneumatização parece terminar no final do crescimento na adolescência onde contém cerca de 12 a 15 ml de ar. As dimensões médias do seio adulto são de 2,5 a 3,5 cm de largura, 3,6 a 4,5 cm de altura e 3,8 a 4,5 cm de profundidade. A extensão da pneumatização varia de pessoa para pessoa e de lado a lado, e este volume, assim como o tamanho do seio, tem tendência a aumentar com o edêntulismo parcial ou total (Figura 2) (Danesh-Sani et al., 2016; Van Den Bergh et al., 2000; Woo & Le, 2004).

O seio maxilar, que tem uma forma semelhante ao osso, é uma estrutura piramidal cuja base é a parede medial que separa o seio maxilar da cavidade nasal, a parte superior

correspondendo ao pavimento da órbita e o vértice apontando para o osso zigomático. Ele é limitado inferiormente pelo rebordo alveolar que forma uma parede que é o fundo do próprio seio maxilar (Zagalo et al., 2010).

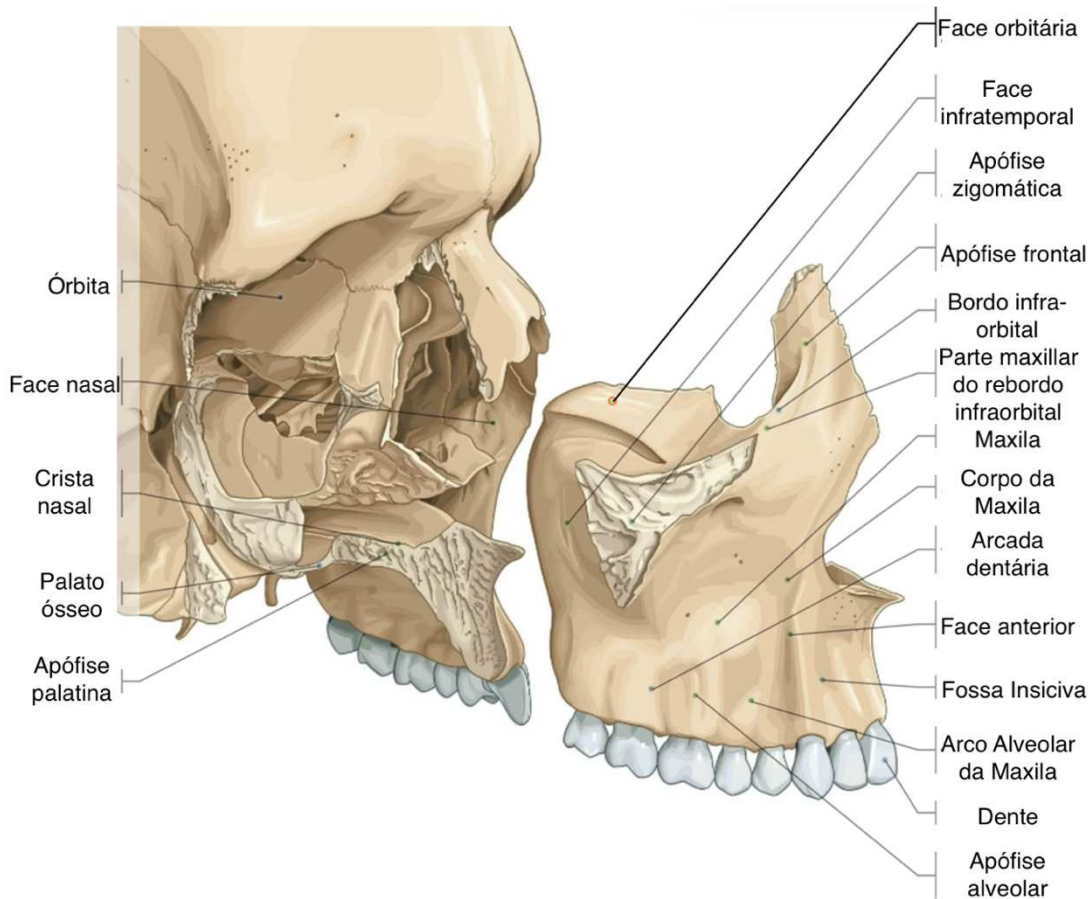


Figura 1: O osso maxilar e suas relações com o maciço facial. (Adaptado de: https://www.imaios.com/fr/e-anatomy/tete-et-cou/cavite-nasale?mic=nose-nasal-cavity-illustrations&afi=12&is=780&il=fr&l=fr_FR&ul=true)

O pavimento do seio se estende anteriormente ao nível dos pré-molares ou caninos. Posteriormente, estende-se até a tuberosidade maxilar com, em muitos casos, sua parte mais baixa perto da área do primeiro molar. O dente que tem a relação mais constante com o seio permanece o terceiro molar. As relações entre os dentes e o seio maxilar são muito variáveis e evoluem conforme a idade, reabsorção do rebordo alveolar e pneumatização do seio (Figura 2). Suas raízes podem, portanto, estender-se para o seio maxilar coberto apenas pela membrana de Schneider e um pequeno retalho de córtex ósseo (Van Den Bergh et al., 2000; Zagalo et al., 2010).

O seio maxilar possui um ostium localizado na parte mais alta de sua parede medial que serve como principal conduto para a drenagem de secreções. Ele se abre em um pequeno

orifício no infundíbulo etmoidal ao nível do processo uncinado. Ao planejar de uma cirurgia de elevação do seio maxilar, é importante considerar a posição e a permeabilidade desse ostium. A posição alta do ostium reduz a probabilidade de bloqueio durante a cirurgia. No entanto, pode ser encontrado um ostium acessório que geralmente drena acima do corneto inferior, acima e atrás do processo uncinado, é necessário que seja identificado antes de qualquer procedimento para evitar descamação da mucosa até este ponto (Mohan et al., 2015; Testori, 2011.; Zagalo et al., 2010).

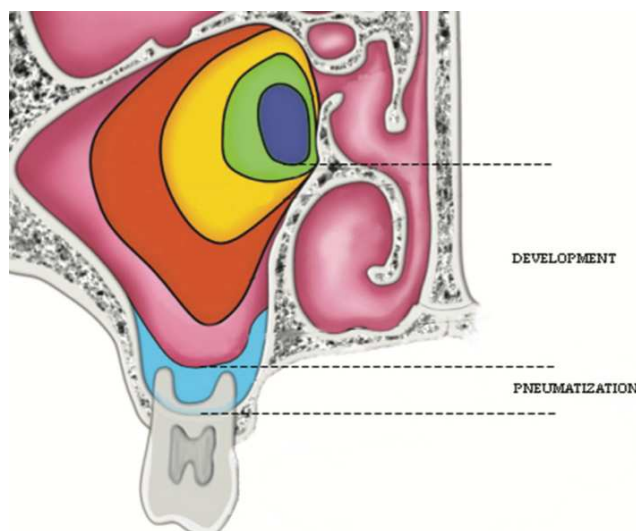


Figura 2: Pneumatização e desenvolvimento do seio maxilar. Imagem retirada de (Göçmen & Özkan, 2017).

1.1.2 Vascularização

O suprimento sanguíneo para o seio maxilar vem de diferentes ramos da artéria maxilar (ramo terminal da artéria carótida externa). Temos a artéria infraorbitária, a artéria palatina maior, a artéria alveolar superior posterior (AASP), a artéria esfenopalatina e, seu ramo terminal, a artéria nasal póstero-lateral que irrigam as paredes ósseas e a membrana do seio (Iwanaga et al., 2019; Van Den Bergh et al., 2000).

A AASP pode correr ao longo da parede medial do seio. Quanto à artéria infraorbital, ela passa ao longo do sulco infraorbital e, finalmente, pelo forame infraorbital da maxila (Iwanaga et al., 2019).

A artéria infraorbitária e a AASP irriguem a parede lateral do seio maxilar, enquanto a artéria nasal póstero-lateral irriga a parede medial do seio maxilar. Além disso, a parte inferior do seio pode ser irrigada pela artéria palatina maior (Rosano et al., 2011).

As duas artérias se reconectam na forma de anastomoses na parede anterolateral que circundam o seio maxilar e fornecem suprimento sanguíneo para a membrana do seio, para o periósteo e, especialmente, para a parede anterolateral do seio. Temos uma anastomose endóssea que fica entre 16,4 e 19,6 mm da margem alveolar. Nota-se também com frequência a presença de anastomose extraóssea entre essas duas artérias. Fica entre 23 e 26 mm do rebordo alveolar (Danesh-Sani et al., 2016; Rosano et al., 2011; Van Den Bergh et al., 2000).

No estudo de Rosano et al. (2011), a anastomose endóssea da artéria orbital inferior e o ramo dentário da AASP foi encontrada em todos os casos anatômicos dissecados, mas essa anastomose foi encontrada radiograficamente apenas em 47% dos casos (Figura 3) (Rosano et al., 2011).

Os locais dessas duas artérias são importantes no planejamento cirúrgico porque os danos a essas artérias podem causar hemorragia. No entanto, uma hemorragia grave é geralmente um episódio raro porque as artérias principais não passam dentro da área cirúrgica, o suprimento sanguíneo vem dos ramos terminais dos vasos periféricos. Se pequenos vasos na membrana de Schneider exposta forem rompidos, é melhor deixar a hemostasia ocorrer naturalmente (Danesh-Sani et al., 2016; Testori, 2011).

Descreveremos com mais detalhes as complicações devido às lesões arteriais.

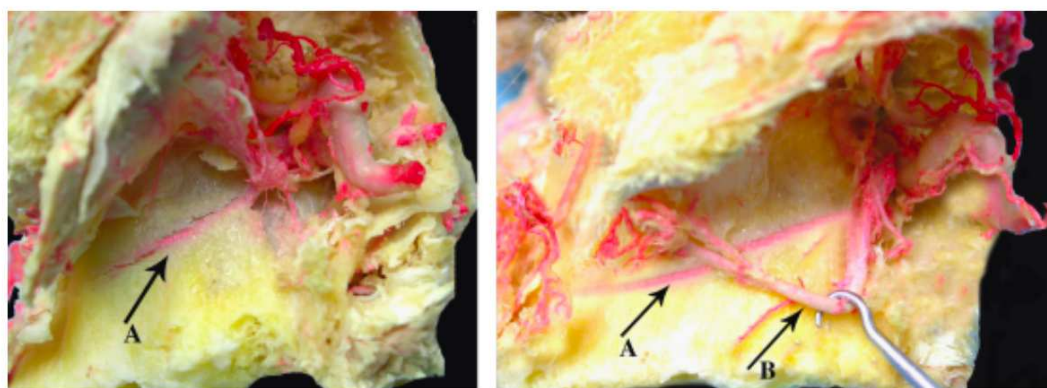


Figura 3: Visão interna do seio maxilar: a seta A mostra o ramo endósseo da AASP, parcialmente inserido na parede lateral do seio, enquanto a seta B mostra a artéria infraorbitária. Imagens retiradas de (Rosano et al., 2011).

1.1.3 Inervação do seio maxilar

O seio maxilar é innervado pelo nervo maxilar, segundo ramo do quinto nervo craniano, o trigêmeo. Seus ramos alveolares superiores-médios e superiores-posteriores innervam o pavimento posterior do seio, bem como os molares e pré-molares superiores. O ramo alveolar superior-anterior, innervando os incisivos e caninos superiores, atinge a parede anterior do seio passando sob a membrana de Schneider. Temos também o nervo infraorbital. Depois de emergir do forame infraorbital, o nervo se divide em ramos menores que innervam a parede medial do seio maxilar. O nervo palatino maior, ramo terminal do gânglio esfenopalatino, innerva o ostium e a parede inferior do seio. Do lado da mucosa do seio, é innervada pelo gânglio pterigopalatino e pelo gânglio esfenopalatino. É importante levar em consideração a passagem dos nervos durante a cirurgia de elevação do seio por via lateral (Figura 4) (Danesh-Sani et al., 2016; Testori, 2011).

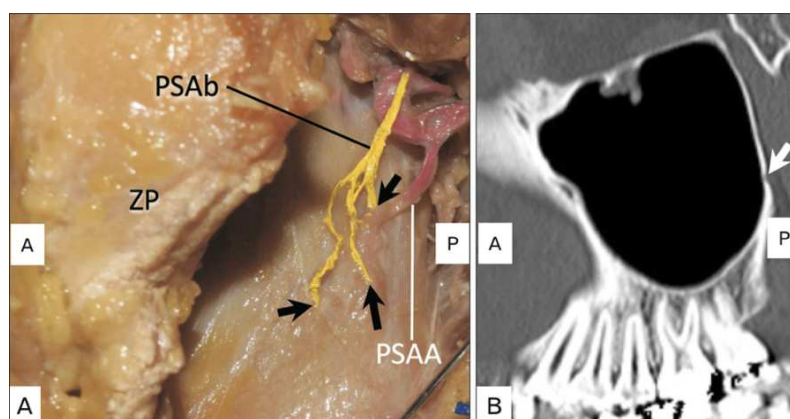


Figura 4: Trajeto do ramo alveolar superior posterior esquerdo do nervo maxilar. Os três ramos entrando na parede posterior do seio maxilar (setas). Imagem A: Vista lateral do ramo alveolar superior posterior do nervo maxilar (PSAb). Imagem B: tomografia computadorizada. A, anterior; P, posterior; ZP, processo zigomático; PSAA, a artéria alveolar superior posterior. Imagens retiradas de (Iwanaga et al., 2019).

1.2 Particularidade anatômica

1.2.1 Membrana de Schneider

O seio maxilar é revestido por uma fina membrana sinusal, denominada membrana de Schneider, com cerca de 0,8 mm de espessura. Esta membrana é formada por várias camadas. Junto ao osso existe um periósteo contendo as células osteoprogenitoras que promoveriam a formação óssea. Também temos uma lâmina própria, que é uma camada

de tecido conjuntivo altamente vascularizado que cobre o periósteo. E, finalmente, uma camada formada por epitélio cilíndrico pseudoestratificado, como o restante das vias aéreas, que fica exposta à cavidade sinusal, permitindo que o seio maxilar humidifique e filtre o ar inalado pelo nariz. É contínuo com o epitélio nasal e se conecta a ele através do ostium do meato médio (Mohan et al., 2015; Srouji et al., 2009; Van Den Bergh et al., 2000).

As células caliciformes, contidas na camada do epitélio, são células secretoras que produzem mucina. As células ciliadas moverão a mucina em direção ao ostium. O bloqueio dessa via pode levar ao acúmulo de mucina e pressão no seio, eventualmente causando sintomas, como dor à palpação ao redor da região infraorbitária e cefaleia. Muitas doenças sinusais e algumas complicações resultantes da elevação do seio com uma abordagem lateral estão associadas à incapacidade do seio maxilar de drenar a mucina (Chan & Wang, 2011).

Uma membrana saudável terá uma aparência azul acinzentada escura (Figura 5). A sua aparência assim como a sua espessura podem, no entanto, mudar consoante o paciente seja fumador ou não, ou se houver presença de inflamação ou patologia. No entanto, inflamações ou fenômenos alérgicos podem causar seu espessamento, geral ou local. Em tais situações pode representar uma contraindicação à operação. Pode ser necessário o parecer e o recurso a um otorrinolaringologista para restabelecer o estado fisiológico do seio. A integridade da membrana é, portanto, um fator importante a ser levado em consideração para uma possível elevação do seio (Testori, 2011; Van Den Bergh et al., 2000).



Figura 5: Vista na membrana de Schneider através de uma janela lateral. Fotografia do Dr. António Mano Azul.

1.2.2 Septos ósseos

É importante considerar a presença e localização de septos ósseos ao avaliar o pavimento do seio maxilar. Os septos ósseos são formados por osso cortical e a tamanho pode variar entre 2,5 e 12,7 mm. Existem dois tipos: congênito e adquirido. O primeiro também referido como « septo primário », pode estar presente em qualquer parte do seio maxilar e evoluiu à medida que o terço médio da face cresce. Quanto aos septos adquiridos (ou septos secundários) é um pouco diferente. Eles são decorrentes da pneumatização do seio maxilar após extrações. Estão mais presentes em rebordos edêntulos ou atroficos do que em arcos parcialmente edêntulos ou não atroficos. De fato, existem "cristas" ósseas devido à reabsorção do processo alveolar maxilar que ocorreu de forma irregular (Danesh-Sani et al., 2016; Krennmair et al., 1999; Mohan et al., 2015).

70% dos septos numa maxila atrofiada estão localizados na porção anterior desta, mais precisamente entre a região dos pré-molares e a região do primeiro molar (Krennmair et al., 1999).

Segundo Van Den Bergh et al. (2000), a incidência de septos varia entre 16% e 58% de acordo com a literatura. A função inicial dos septos ósseos é de atuar como uma força mastigatória durante a fase dentária da vida, desaparecendo gradativamente durante a perda dos dentes. No entanto, a persistência deles nessa situação pode representar uma complicação no caso da cirurgia de elevação do seio. A presença de septos ósseos pode causar perfuração da membrana sinusal ou constituir um obstáculo ao deslocamento da janela lateral durante uma elevação do seio. A janela deve fornecer o melhor acesso aos instrumentos durante o levantamento da membrana para minimizar o risco de perfuração e melhorar a visão do local cirúrgico (Mohan et al., 2015; Van Den Bergh et al., 2000).

Existem muitos tipos diferentes de septos, que podem ser múltiplos ou únicos, incluindo septos parciais perpendiculares, septos parciais horizontais e a divisão do seio maxilar por um septo vertical completo. De fato, o seio pode ser dividido em dois ou mais compartimentos. A inversão da placa óssea e a elevação da membrana schneideriana ficam então comprometidas. Os septos geralmente formam-se entre as áreas de dois dentes adjacentes favorecidos pelas diferentes fases de pneumatização dos seios (Figure 6) (Göçmen & Özkan, 2017).

É por esse motivo que eles devem ser identificados antes, a fim de planejar adequadamente a cirurgia. Ao contrário da radiografia panorâmica que gera um falso diagnóstico, a tomografia computadorizada é o método de escolha para a visualização dos septos. De fato, permite imagens de alta resolução das estruturas ósseas (Krennmair et al., 1999).

No caso da presença de um septo localizado anteriormente, podem ser feitas duas janelas laterais para elevar o seio. As duas janelas são então fraturadas e a membrana é ligeiramente levantada. Se ambos os lados do septo não estiverem acessíveis, a base do septo pode ser cortada e removida (Mohan et al., 2015).

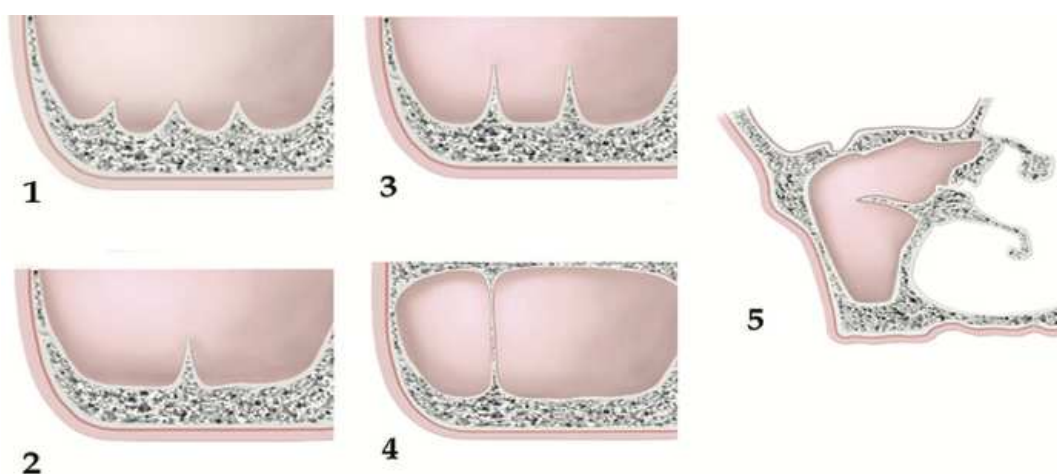


Figura 6: Variações dos septos ósseos. 1. Septos múltiplos, 2. Septo único, 3. Dois septos basais, 4. Septo completo, 5. Septo horizontal parcial. Imagens retiradas de (Göçmen & Özkan, 2017).

1.3 Reabsorção do rebordo alveolar

Normalmente, o osso alveolar é estimulado por forças mastigatórias. No entanto, quando confrontado com uma maxila edêntula, pode-se acabar com uma reabsorção da crista alveolar, com muito pouco osso residual. Isso deve-se à remodelação óssea que ocorre após a perda de um dente. Existem outros fatores que desempenham um papel na reabsorção óssea, por exemplo um desequilíbrio hormonal ou metabólico, casos de inflamação ou patologia podem causar ou acelerar a reabsorção alveolar da maxila (Testori, 2011).

De acordo com o estudo de Tan et al. (2012) uma reabsorção óssea alveolar média de 3,8 mm de largura e 1,24 mm de altura pode ser observada durante os primeiros seis meses

após uma extração. Após 6 meses, observa-se redução progressiva constante até pelo menos 5 anos pós-extração. Podemos, portanto, pensar que a reabsorção óssea continua ao longo da vida, uma vez que os dentes são extraídos (Tan et al., 2012).

1.4 Pneumatização do seio maxilar

O seio maxilar é o primeiro dos seios paranasais a se desenvolver em cerca de 10 semanas no útero. Durante a erupção dos dentes, o seio continua a pneumatizar-se na crista alveolar e é em média entre os 12 a 13 anos que o pavimento sinusal se encontra ao nível do pavimento nasal. É somente por volta dos 20 anos que a pneumatização do seio termina com a erupção dos dentes de siso. Alcançará cerca de 5 mm abaixo do pavimento nasal (Ariji et al., 1994; Sharan & David Madjar, 2008).

Na fase edêntula da vida, o tamanho do seio maxilar aumentará ainda mais e preencherá grande parte do processo alveolar. O processo de pneumatização do seio é único para cada indivíduo e pode até variar de um lado para o outro (Van Den Bergh et al., 2000).

Na medida em que a reabsorção do rebordo alveolar ocorre, ela é acompanhada pela pneumatização do seio maxilar. Portanto, frequentemente encontramos o pavimento do seio perto da crista alveolar. Dois fenômenos explicam essa observação, o primeiro é encontrado no caso de uma pós-extração. Há um aumento da atividade dos osteoclastos no periósteo da membrana de Schneider o que levaria a uma expansão do seio. O segundo fenômeno seria devido a um aumento da pressão positiva contribuindo para a atrofia óssea alveolar (Mohan et al., 2015; Raja, 2009).

2 Características das Técnicas Convencionais da elevação do pavimento do seio maxilar e os obstáculos encontrados

2.1 Indicações gerais

A principal indicação para elevação do seio maxilar é o uso de implantes para reabilitação da maxila posterior quando há reabsorção óssea e pneumatização do seio. O osso pode tornar-se insuficiente para a colocação do implante. A cirurgia de elevação do seio maxilar é indicada para a reconstrução de um único dente, vários ou mesmo para uma reabilitação completa do maxilar superior (Stern & Green, 2012).

Existem 2 abordagens principais para o aumento do seio: a abordagem lateral ou técnica aberta, também chamada de janela lateral (JL) e a abordagem transalveolar ou crestal, também chamada de técnica fechada (Mohan et al., 2015).

A quantidade de osso alveolar maxilar residual condicionará a decisão quanto à melhor abordagem a escolher para cada caso. A técnica da JL geralmente será indicada quando houver uma altura óssea residual inferior a 5 mm. Segundo Zitzmann e Schärer (1998), com altura óssea menor ou igual a 4 mm, a antrostomia lateral em dois estágios parece ser a melhor opção, pois a estabilidade primária é difícil de obter em um procedimento de um estágio. Em uma altura óssea de 4 a 5 mm, a colocação simultânea de implantes era geralmente possível (Tabela 1). Outros parâmetros devem ser levados em consideração, como a qualidade do osso (Mohan et al., 2015; Zitzmann & Schärer, 1998).

A abordagem crestal tem sido descrita como um tratamento viável na presença de maior altura óssea. É uma técnica menos invasiva, recomendada para rebordos ósseos com pelo menos 5 a 6 mm de altura. É necessário, de fato, osso suficiente para a estabilização primário do implante (Tabela 1) (Lafzi et al., 2021; Zitzmann & Schärer, 1998).

Rosen et al. (1999) observaram uma diminuição na sobrevivência do implante com a técnica transalveolar quando há 4 mm ou menos de altura óssea residual (85,7% de sobrevivência do implante versus 96% quando há mais de 4 mm de altura óssea) (Rosen et al., 1999).

Altura óssea residual	Técnica Recomendada
$\leq 4 \text{ mm}$	Abordagem lateral com colocação de implantes numa outra cirurgia
4 a 5 mm	Abordagem lateral, colocação imediata do implante se pode atingir estabilidade primária
$> 5 \text{ mm}$	Abordagem Crestal

Tabela 1: Abordagem lateral vs Abordagem crestal.

2.2 Contraindicações gerais

É muito comum que ocorram complicações na cirurgia oral, bem como na medicina em geral. Uma complicação é um problema ou uma dificuldade que pode ou não ser previsível e que dificulta a intervenção. É importante considerar as contraindicações de uma operação para poder evitá-las. As contraindicações para a elevação do seio maxilar podem ser divididas em absolutas e relativas. Em primeiro lugar, todas as contraindicações gerais dos implantes também se aplicam ao enxerto do seio maxilar (J. Kim & Jang, 2019). Por exemplo, se o paciente está a tomar uma droga antirreabsortiva, a cirurgia pode desencadear osteonecrose da maxila associada à medicação (J.-W. Kim & Kwon, 2014).

As contraindicações absolutas são doenças do seio maxilar, como tumores, radioterapia de alta dose na maxila e/ou cirurgias que destruíram previamente o seio, como as operações de Caldwell-Luc. Além disso, outras doenças mais gerais, em particular as doenças sistêmicas não controladas (diabetes, por exemplo), representam um obstáculo a esta cirurgia. Há também transtornos mentais, alcoolismo grave ou dependência de drogas (J. Kim & Jang, 2019; Mohan et al., 2015; Van Den Bergh et al., 2000).

Fumar representa também uma contraindicação relativa. De fato, isso pode comprometer a fiabilidade do enxerto de seio maxilar e a sobrevivência do implante. Fumadores com

implantes colocados em enxertos ósseos sinusais demonstraram ter uma taxa de falha aumentada em comparação com os não fumadores (Kan et al., 1999; Stern & Green, 2012).

Neste caso, a membrana de Schneider pode apresentar-se atrofica e extremamente fina e frágil ao toque, o que pode aumentar o risco de sua perfuração. Portanto, é importante informar os pacientes sobre os riscos e as consequências do tabagismo (Van Den Bergh et al., 2000).

O tabagismo não é a única contraindicação relativa sendo importante levar em consideração o estado patológico do seio, como as lesões locais de tecidos duros ou moles e infecção sinusal. Os mais comuns e passíveis de interferir na cirurgia são as rinossinusite aguda/crônica, sinusite odontogênica, cistos odontogênicos, pólipos, pseudocistos, mucocelos e cistos de retenção (Chan & Wang, 2011).

Esses processos inflamatórios ou alérgicos, bem como patologias infecciosas de origem dentária, podem levar ao espessamento da membrana de Schneider. Isso pode tornar a membrana mais suscetível a perfurações durante os procedimentos de aumento do seio (Insua et al., 2018; Van Den Bergh et al., 2000).

2.3 Regeneração óssea

A chave durante a cirurgia de implantes e especialmente durante um *sinus lift* é a regeneração óssea. É a capacidade do osso de restaurar sua estrutura original. No entanto, alguns obstáculos a essa regeneração podem ser encontrados: ausência de vascularização, defeitos muito grandes ou tecidos concorrentes com maior atividade proliferativa. Para resolver isso, a regeneração óssea guiada ou *Guided Bone Regeneration* em inglês (GBR) foi descrita para alcançar a regeneração óssea por meio do uso de membranas de barreira. Ao longo do tempo, foi demonstrado que a regeneração óssea é significativamente aumentada quando a invasão de tecidos moles em defeitos ósseos é impedida mecanicamente. O conceito desta técnica é criar um local anatômico isolado por meio da colocação cirúrgica de uma membrana. A membrana criará então um ambiente para as células osteoprogenitoras onde elas podem proliferar sem competir com os tecidos moles. A GBR permite a formação de osso novo em áreas onde defeitos verticais e/ou horizontais estão presentes. A área assim criada permitirá proteger o coágulo sanguíneo sem forças susceptíveis de o deslocar (Barone & Nannmark, 2014).

Para promover a regeneração óssea, três coisas podem ser necessárias:

- Uma membrana para proteger o coágulo sanguíneo da ação muscular
- Um biomaterial que promove a estabilidade do coágulo e impedir que a membrana sobrejacente colapse no defeito
- Osso vital adjacente para fornecer suporte vascular (Barone & Nannmark, 2014).

2.3.1 As membranas

A função da membrana é, portanto, selar o local e proteger o coágulo. Para isso, a membrana ideal deve ser:

- Biocompatível
- Seletivamente permeável para permitir a troca molecular.
- Características mecânicas adequadas para manter um coágulo estável.
- Fácil de aplicar e modificar (Barone & Nannmark, 2014).

Existem dois tipos de membranas. As membranas não absorvíveis são feitas principalmente de politetrafluoroetileno expandido, que permite a difusão molecular e atua como uma barreira para as células. Sua principal vantagem é a rigidez ideal para o manuseio. Possuem camadas, a interna garante a proteção do biomaterial, e a externa, bem mais porosa, permite o crescimento de tecidos moles. Alguns tipos dessas membranas possuem uma estrutura interna de titânio que aumenta sua capacidade de reter volume. A principal desvantagem é a necessidade de uma segunda operação para removê-las (Figura 7) (Barone & Nannmark, 2014).



Figura 7: Membrana não absorvível. Fotografia do Dr. António Mano Azul.

Para evitar uma segunda intervenção, foram desenvolvidas membranas reabsorvíveis. Esta é sua principal vantagem com o fato de que a taxa de exposição é menor. No entanto, a taxa de reabsorção carece de previsibilidade. As membranas de colágeno são as mais utilizadas, é um componente natural do tecido conjuntivo e sua reabsorção leva de 4 a 8 semanas. As principais vantagens são a maleabilidade, hemostaticidade e sua semipermeabilidade. Atualmente, alguns tipos de membranas de colágeno reticuladas são estudados. Eles demonstram mais resistência à degradação e parecem ser uma rota possível para alcançar a regeneração previsível (Figura 8) (Barone & Nannmark, 2014).

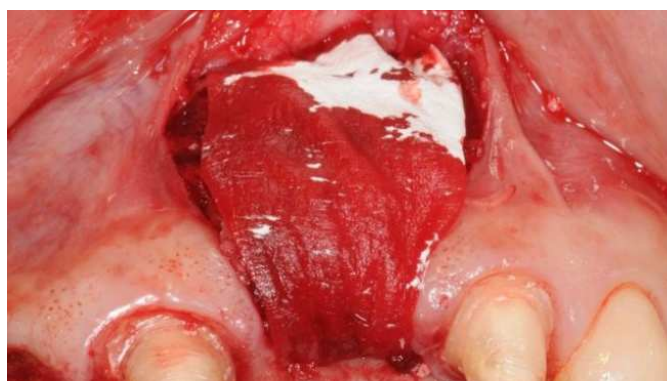


Figura 8: Membrana absorvível. Fotografia do Dr. António Mano Azul.

2.3.2 Materiais de Preenchimento

Existem vários tipos de biomateriais para elevação do seio maxilar, incluindo autoenxerto, aloenxerto, xenoenxerto, materiais aloplásticos e fatores de crescimento. Cada um deles tem suas próprias propriedades, vantagens e desvantagens. São as variáveis histomorfométricas dos vários materiais de enxerto que permitem compará-los, estudando a quantidade de osso novo, partículas residuais de enxerto e componentes (medula óssea ou tecido conjuntivo, ou ambos) de cada biomaterial. Essas variáveis permitem definir a qualidade, densidade e estabilidade do futuro enxerto (Danesh-Sani et al., 2017; Stumbras et al., 2019).

Para garantir a colocação bem-sucedida do implante nas melhores condições possíveis, o material de enxerto deve desempenhar algumas funções. Deve ser osteogênico, osteoindutor e osteocondutor. A osteogênese é o processo pelo qual o tecido ósseo se desenvolve, graças à presença de células osteoprogenitoras e osteoblastos. Os

osteoblastos usam material de enxerto ósseo para expandir e gerar novo osso. A osteoindução representa a capacidade dos fatores de crescimento de produzir e diferenciar células-tronco mesenquimais ou células ósseas imaturas em osteoblastos. Materiais de enxerto ósseo osteoindutores envolvem a estimulação de células osteoprogenitoras para se diferenciarem em osteoblastos. A osteocondução ajuda a induzir a formação óssea ao redor do material de enxerto (andaime para formação óssea, *Scaffold*) (Browaeys et al., 2007; Koa, 2014).

Os enxertos ósseos autógenos vêm do próprio indivíduo e são retirados de áreas doadoras intraorais ou de áreas doadoras extraorais (por exemplo a crista ilíaca). Foram considerados por muito tempo como o “Gold Standart” dos materiais de enxerto porque desempenham todas as 3 funções principais: osteogênese, osteoindução e osteocondução. As desvantagens dos enxertos autógenos são a taxa de morbidade, a disponibilidade limitada e a reabsorção significativa do enxerto (Danesh-Sani et al., 2017; Wallace et al., 2012).

É o único material que contém osteoblastos endósseos, conferindo-lhes propriedades osteogênicas e a capacidade de formar osso diretamente (Stern & Green, 2012). Para contornar as desvantagens associados ao osso autógeno, foram desenvolvidos substitutos ósseos. Temos os enxertos ósseos alogênicos, ou aloenxertos, derivado de membros geneticamente diferentes da mesma espécie. Após a remoção do osso cadavérico, diversas técnicas podem ser utilizadas para reduzir a antigenicidade como a liofilização e a irradiação (Esposito et al., 2010). Existem vários tipos, incluindo osso aloenxerto liofilizado, osso aloenxerto liofilizado desmineralizado e osso fresco congelado (Danesh-Sani et al., 2017).

Os xenoenxertos são retirados de um doador de outra espécie. Comumente usados são minerais de osso bovino e hidroxiapatita porosa, derivados de esqueletos de corais. A estrutura mineral e a superfície do osso bovino se assemelham ao osso autógeno. É um biomaterial osteocondutor (Browaeys et al., 2007; Esposito et al., 2010).

Os materiais aloplásticos ou aloplastos são substitutos ósseos inorgânicos e sintéticos. Há um grande número deles classificados de acordo com sua porosidade, como a hidroxiapatita, beta-tricálcio fosfato, polímeros e vidros bioativos (Browaeys et al., 2007; Esposito et al., 2010). Alosplastos geralmente não têm propriedades osteoindutoras. Eles são considerados apenas osteocondutores (Danesh-Sani et al., 2016).

Para promover a formação óssea, fatores de crescimento podem ser adicionados a todos os biomateriais de enxerto ósseo. Existem vários: plasma rico em plaquetas, fatores de crescimento derivados de plaquetas, fatores de crescimento transformadores e provavelmente a mais conhecida, a proteína morfogenética óssea (BMP-7). Eles reduzem o tempo de cicatrização e melhoram a formação óssea durante a elevação do seio. A BMP-7 demonstrou ser osteoindutora e promotora da osteointegração do enxerto (Browaeys et al., 2007; Esposito et al., 2010).

Materiais substitutos ósseos (aloenxertos, materiais aloplásticos e xenoenxertos) parecem ser boas alternativas ao osso autógeno para evitar suas desvantagens descritas acima (Danesh-Sani et al., 2017).

No entanto, de acordo com a revisão sistemática de Stumbras et al. (2019), concluiu-se que o osso autólogo ainda é o Gold Standard para elevação do seio. De facto, tem o melhor potencial para a regeneração óssea. Além disso, a combinação de osso autólogo com substitutos ósseos permite uma melhor osteointegração e os fatores de crescimento combinados com os biomateriais melhoram a vascularização do enxerto e a formação óssea, reduzindo a inflamação e o risco de complicações (Stumbras et al., 2019).

Alguns autores destacam a possibilidade de aumento do seio sem recorrer a enxerto ósseo. É então o sangue coagulado que desempenharia o papel de andaimes para a formação óssea. Alguma regeneração óssea ocorre, embora o benefício clínico real permaneça incerto, sendo necessários mais estudos (Esposito et al., 2010; Kumar et al., 2013).

2.4 Técnicas convencionais

Existem atualmente duas abordagens amplamente utilizadas para a elevação e a regeneração óssea ao nível do seio maxilar. A mais clássica e utilizada é a técnica da JL ou técnica de antrostomia lateral, ela foi descrita por Tatum em 1977 usando uma abordagem modificada de Caldwell-Luc. É uma cirurgia bastante traumática e em 1994 Summers desenvolveu uma outra técnica com elevação do seio através da crista alveolar, a técnica de antrostomia crestal ou técnica transalveolar. Essas duas abordagens gradualmente tiveram algumas modificações. A escolha da técnica a utilizar varia entre cada paciente e depende principalmente do volume ósseo maxilar remanescente (Kao, 2014).

2.4.1 Abordagem lateral convencional

Como dissemos antes, a técnica JL geralmente será indicada quando houver uma altura óssea residual inferior a 4 a 5 mm (Mohan et al., 2015; Zitzmann & Schärer, 1998). De fato, esta técnica é favorecida quando é necessária uma grande quantidade de osso para colocar um implante (Bhalla & Dym, 2021; Kao, 2014).

Sumariamente, essa técnica cirúrgica consiste em uma osteotomia para formar uma janela óssea no sentido do seio maxilar, a fim de elevar a membrana de Schneider e o pavimento do seio sem danificá-los. Isso permitirá que o enxerto ósseo seja colocado logo acima do osso alveolar residual. Depois disso, duas opções são possíveis, colocação imediata do implante ou colocação tardia. Esta decisão dependerá novamente da quantidade de altura óssea residual presente e do comprimento do implante dentário a ser colocado (Kao, 2014).

A primeira etapa da cirurgia é a anestesia. Geralmente, uma anestesia de infiltração local com epinefrina é realizada nas regiões da área cirúrgica alveolar póstero-superior, ântero-superior e na região palatina (Kao, 2014; Stern & Green, 2012).

Os retalhos são desenhados em função do rebordo alveolar edêntulo, da presença de dentes a distal ou a mesial da zona a elevar e do tamanho da área a regenerar bem como do número de implantes previstos para a reabilitação protética. A cirurgia vai começar com a primeira incisão crestal de preferência mediana ou ligeiramente palatina, preservando uma faixa conveniente de mucosa queratinizada e permitindo um melhor encerramento da ferida operatória (Kao, 2014; Stern & Green, 2012; Woo & Le, 2004).

A incisão crestal bem como eventuais incisões de descarga devem estender-se para além do local previsto da osteotomia para permitir que a sutura seja feita sobre osso íntegro, bem como um bom acesso cirúrgico e uma boa visualização. O retalho é obviamente de espessura total permitindo o acesso à parede lateral do seio maxilar (Figura 9) (Bhalla & Dym, 2021; Kao, 2014).

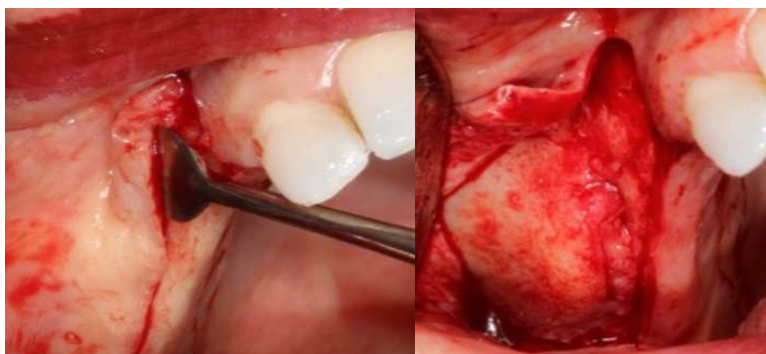


Figura 9: Incisão e retalho mucoperióstico. Fotografia do Dr. António Mano Azul.

A janela óssea é feita na parede lateral do seio maxilar. Seu tamanho dependerá da área a ser enxertada. A osteotomia horizontal inferior deve ser realizada a cerca de 2 a 5 mm acima do pavimento do seio, aproximando-se o mais possível dele. Quanto a osteotomia horizontal superior, seu tamanho é determinado pelo comprimento do implante. É realizada no nível da altura de aumento planejada. No entanto, a localização da AASP e do nervo infraorbital deve ser levada em consideração. É importante manter os cantos e bordas arredondadas para reduzir o risco de perfurar a membrana de Schneider posteriormente (Kao, 2014; Mohan et al., 2015; Stern & Green, 2012).

A osteotomia é feita com turbina, peça de mão ou contra-ângulo de aparelho de implantes e com brocas em função desta escolha, geralmente esféricas. A alta velocidade tem a vantagem de economizar tempo, mas é tecnicamente mais sensível. Podem também utilizar-se instrumentos ultrassônicos piezoelétricos que serão desenvolvidos mais à frente. Normalmente, o osso deve tornar-se fino e translúcido o suficiente para poder ver a membrana sinusal subjacente, que terá uma cor cinza/vermelha (Kao, 2014).

Uma vez que a janela óssea foi feita e a membrana exposta, existem duas maneiras de proceder. O osso aderente pode ser removido, esta é a técnica "wall-off" (Figura 10) ou pode ser virado para dentro para se tornar o novo pavimento do seio maxilar e ao mesmo tempo o teto do enxerto ósseo (Figura 11) (Kao, 2014; Stern & Green, 2012).



Figura 10: Janela óssea empurrada para dentro. Fotografias do Dr. António Mano Azul.

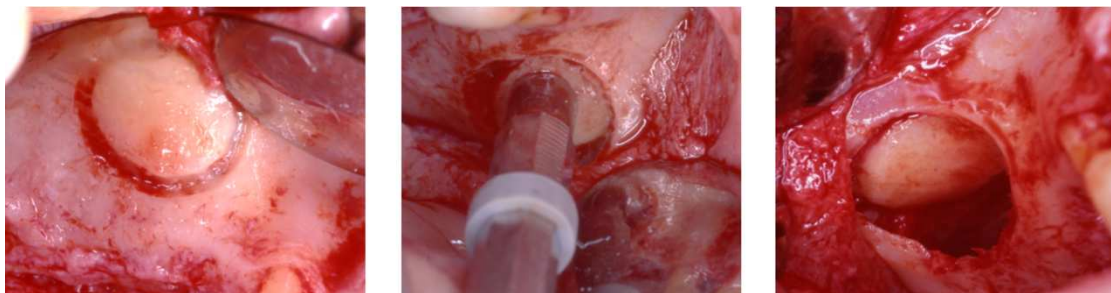


Figura 11: Janela óssea e técnica “wall-off”. Fotografias do Dr. António Mano Azul.

Uma vez que a janela óssea é formada e a integridade da membrana testada, é necessário proceder à elevação da membrana de Schneider. Isso requer um descolamento da membrana levantando-a do pavimento do seio, estendendo-se bem até os bordos mesial e distal para fornecer espaço horizontal adequado para os materiais de enxerto. Deve ser feito de forma delicada e gradual, pois se houver excesso de força em uma área, a membrana corre o risco de ser perfurada (Kao, 2014; Mohan et al., 2015; Stern & Green, 2012).

Para a elevação da membrana, existem diferentes instrumentos descoladores com diferentes angulações (Figura 12) (Kao, 2014; Stern & Green, 2012; Woo & Le, 2004).



Figura 12: Exemplos de instrumentos usados no *sinus lift* de janela lateral. Fotografia do Dr. António Mano Azul.

Após a elevação da membrana, colocamos o material de enxerto sob ela garantindo que este esteja em contato com a parede mesial do seio maxilar (Figura 13). É importante que o biomaterial preencha a cavidade do local do enxerto, mas não deve ser espremido ou compactado. De fato, pode diminuir a formação óssea devido à falta de espaço entre as

partículas na área do *scaffold* ou pode obstruir o ostium (Kao, 2014; Mohan et al., 2015; Stern & Green, 2012).

É possível usar uma membrana para cobrir a janela na parede lateral da maxila. Essa decisão geralmente depende do cirurgião. Alguns estudos mostram que seu uso pode aumentar a taxa de sucesso do implante (Wallace & Froum, 2003).

A membrana de barreira é especialmente recomendada quando a janela óssea é particularmente grande. No entanto, é necessário mais uma vez tomar cuidado para não bloquear o ostium (Mohan et al., 2015). Depois, o retalho mucoperiostico é reposicionado e suturado (Kao, 2014).

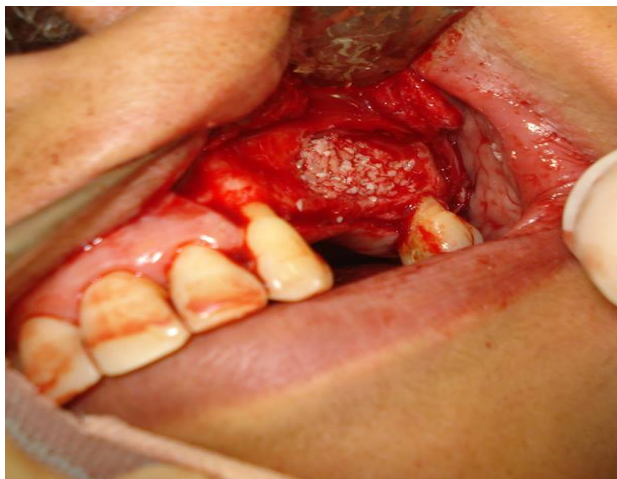


Figura 13: O material do enxerto é inserido na cavidade sinusal. Fotografia do Dr. Antônio Mano Azul.

A sutura ideal promove um encerramento primário livre de tensão, evitando o risco de contaminação dos enxertos devido ao ambiente da cavidade oral. A vascularização do retalho deve ser favorecida. A escolha das suturas depende do cirurgião e podem ser reabsorvíveis ou não-reabsorvíveis e entaçadas ou monofilamento como em qualquer outra cirurgia na cavidade oral. As suturas de monofilamento têm a vantagem de reter menos placa, por isso são preferíveis quando desejamos deixá-las no local por mais um período mais longo (Kao, 2014).

A elevação do seio e a colocação do implante podem ser feitas em dois procedimentos separados ou durante a mesma cirurgia. No primeiro caso, a colocação do implante ocorrerá entre 6 e 12 meses após o procedimento de elevação do seio. Esta decisão será baseada sobre vários fatores, sendo o primeiro as preferências e a experiência do clínico.

A anatomia do paciente obviamente terá que ser levada em consideração, a quantidade de osso alveolar residual, sua largura, sua altura e sua densidade também podem condicionar essa decisão. No segundo caso, a estabilidade inicial do implante é a condição essencial para a cirurgia simultânea. Os implantes são então colocados antes do enxerto ósseo, com o material do enxerto ósseo sendo enrolado em torno dos implantes (Figura 14) (Valentini & Artzi, 2022; Woo & Le, 2004).

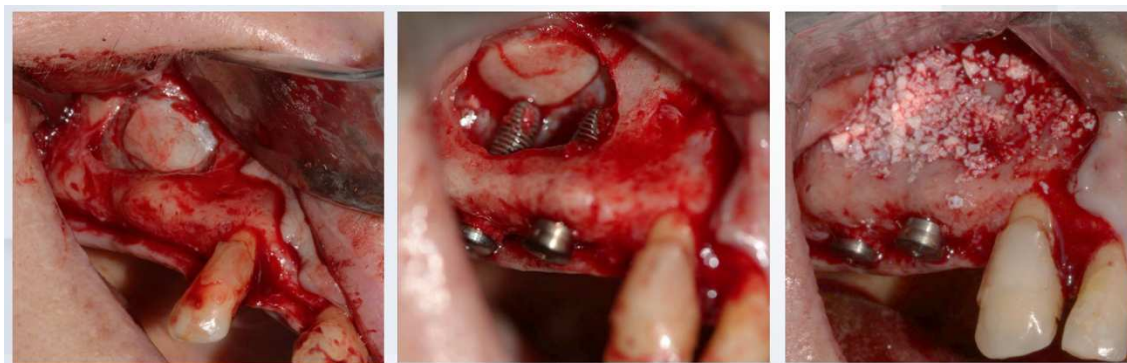


Figura 14: Colocação simultânea dos implantes e enxerto. Fotografias do Dr. Antônio Mano Azul.

Inicialmente, optamos pela cirurgia em 2 passos quando a altura do osso alveolar maxilar for inferior a 4 a 5 mm. De fato, uma espessura inferior a 4 mm pode comprometer a estabilidade inicial do implante (Bhalla & Dym, 2021; Woo & Le, 2004).

No entanto, vários estudos foram realizados para avaliar o sucesso da colocação do implante durante a cirurgia de um e dois passos, considerando a altura óssea residual como um fator. H. J. Kim e al. (2020) mostraram que a taxa de sobrevivência após um acompanhamento de 10 anos não apresentou diferença estatisticamente significativa ao implantar em osso residual inferior a 4 mm (Bhalla & Dym, 2021; H. J. Kim et al., 2020).

A desvantagem da cirurgia de 2 passos deve ser o tempo. A área cirúrgica do *sinus lift* precisa de aproximadamente 6 meses para cicatrizar. O paciente pode, portanto, ter que esperar às vezes mais de 1 ano antes da colocação do implante e da prótese definitiva (Bhalla & Dym, 2021).

Por outro lado, um procedimento de uma etapa, leva menos tempo para o clínico ou para o paciente. Entretanto, é uma técnica mais delicada e seu sucesso depende fortemente do treino do cirurgião e da quantidade de osso residual (Woo & Le, 2004).

2.4.2 Abordagem Crestal Convencional

Summers introduziu o *sinus lift* com uma abordagem crestal com osteótomos quando o osso residual era insuficiente, mas tinha uma altura de pelo menos 5-6 mm para oferecer uma abordagem mais conservadora (Lafzi et al., 2021; Woo & Le, 2004). A técnica convencional envolve o uso de um martelo cirúrgico para compactar o osso alveolar apicalmente e verticalmente com osteótomos de diâmetro progressivamente crescente (Figura 15) (Stern & Green, 2012; Summers, 1998).

A técnica de Summers com osteótomos tem como objetivo a preservação do máximo de osso presente e realocá-lo de forma vantajosa. É então possível elevar o pavimento do seio juntamente com o osso da crista óssea (*osteotome sinus floor elevation*). Em seguida, Summers estudou a adição de osso um enxerto de osso autólogo (*bone-added osteotome sinus floor elevation*) para tentar evitar a perfuração acidental da membrana Schneideriana. O osso enxertado e os fluidos aprisionados atuam como um tampão hidráulico para empurrar a membrana para cima (Summers, 1998).



Figura 15: Martelo e osteótomos. Fotografia do Dr. António Mano Azul.

O retalho da abordagem transcrestal é geralmente limitado à área crestal, o que torna esta abordagem mais conservadora do que a JL. De fato, isso permite evitar a zona vascular da parede lateral do seio (Kao, 2014). A técnica da abordagem crestal começa com uma incisão crestal. Pode-se então decidir se deve ou não levantar um retalho de espessura total para expor o rebordo alveolar (Woo & Le, 2004).

Nesse caso, incisões verticais de descargas podem ser feitas para evitar a tensão do retalho. Se houver bastante mucosa e uma largura adequada do rebordo, o retalho pode ser evitado, utilizando-se um bisturi circular com o diâmetro do implante planejado, de forma a remover um círculo de mucosa queratinizada no local a operar (Kao, 2014). No caso de enxerto autógeno, a incisão crestal pode ser estendida distalmente até a zona da tuberosidade se for esta a zona escolhida para a colheita do enxerto (Summers, 1998).

A preparação do local dependerá então da densidade e qualidade do osso. Após a incisão, a broca escolhida é utilizada para fazer a osteotomia deixando, idealmente, 1 mm de osso apical até a membrana sinusal. Esta distância de 1 mm é na verdade uma distância de segurança para evitar que a broca perfure a membrana (Kao, 2014; Stern & Green, 2012). Mas, de acordo com Summers, ao lidar com osso mole, a preparação do local pode ser feita usando apenas osteótomos de ponta côncava de tamanho apropriado sem usar um sistema de brocas de perfuração. A ponta côncava é usada para cortar e coletar osso (Summers, 1998).

Após a preparo do local, são utilizados osteótomos de tamanhos crescentes para dilatar o alvéolo até a profundidade do comprimento desejado do implante, compactando em simultâneo o osso lateral e apical, usando um martelo. O diâmetro e a conicidade dos osteótomos devem estar relacionados com o sistema de implante utilizado, ou seja, o tamanho e principalmente o diâmetro do futuro implante (Stern & Green, 2012; Summers, 1998).

Uma vez que o osteótomo final tenha criado o leito implantar, o enxerto ósseo é colocado no local da osteotomia. O último osteótomo é então reinserido. Sua ponta ativa côncava retém partículas ósseas e fluidos durante a inserção. Isso gerará pressão na membrana Schneider e permitirá sua elevação. Enxerto ósseo adicional pode então ser adicionado e condensado para atingir a quantidade desejada de elevação. O último osteótomo deve ser 0,7 a 1,0 mm menor em diâmetro do que o diâmetro planejado do implante para melhor estabilidade. O implante empurra a membrana para a sua altura máxima (Bhalla & Dym, 2021; Summers, 1998; Woo & Le, 2004).

Recomenda-se que haja pelo menos 2 mm de material de enxerto ao redor do ápice do implante após os procedimentos de osteótomo. Um martelo cirúrgico é usado para avançar o osteótomo que permite ao cirurgião identificar a mudança na sensibilidade tátil, bem como um tom diferente de batida quando a ponta do osteótomo cruza o pavimento

cortical. É difícil de quantificar a força de percussão com o martelo porque a qualidade e a quantidade de osso remanescente diferem de caso para caso. No caso de forte resistência, é melhor perfurar suavemente um ponto denso do osso apical. Também existem osteótomos com pontas convexas que permitem a compressão horizontal. Quando pontas convexas são usadas, elas são alternadas com pontas côncavas para obter compressão vertical e horizontal (Kao, 2014).

A principal desvantagem dessa abordagem é o maior risco de desalinhamento do longo eixo do osteótomo durante a osteotomia sequencial (Woo & Le, 2004).

2.5 Complicações

Durante a cirurgia de elevação do seio, podem ocorrer complicações. E isso, seja durante a abordagem lateral ou durante a abordagem crestal, mesmo que esta última tenda a ser menos invasiva. Uma análise rigorosa do seio maxilar é necessária para identificar possíveis obstáculos e entender melhor os riscos de complicações. A perfuração da membrana, a presença de septos, hemorragias excessivas e as infecções são as complicações sinusais mais frequentes neste tipo de cirurgia (Bhalla & Dym, 2021).

2.5.1 Complicações intraoperatórias

2.5.1.1 Complicações associadas à abordagem lateral

Perfuração da Membrana Schneideriana

A complicação mais comum durante a abordagem lateral é a perfuração da membrana de Schneider. É uma complicação intraoperatório cuja incidência varia entre 20% e 44% (Danesh-Sani et al., 2016; Schwartz-Arad et al., 2004).

Segundo Molina e al. (2022), este estudo listou uma prevalência variando de 6% a 42% com uma média de 25%. Essa diferença se deve a muitos fatores que podem aumentar o risco de perfuração, sendo o principal deles a presença de características anatômicas particulares, como a altura alveolar (há maior risco quando a altura é menor que 3,5mm) ou a presença de septos ósseos. Outros fatores são, por exemplo, a espessura da membrana,

a habilidade e a experiência do médico, mas também os instrumentos cirúrgicos utilizados (Molina et al., 2022).

Na maioria dos casos, é durante a preparação da janela ou durante a elevação da membrana de Schneider que ocorrem as perfurações. Especialmente quando há bordas ou sulcos afiados, que podem causar uma ruptura, ou quando o cirurgião aplica muita pressão durante a osteotomia ou o descolamento da membrana. O risco de perfuração da membrana aumenta com a presença de septos (Kao, 2014).

É importante preservar sua integridade para otimizar a estabilidade do enxerto graças a uma vascularização adequada. As perfurações da membrana podem levar a complicações pós-operatórias, como infecção sinusal aguda ou crônica, edema, hemorragia, deiscência da ferida e perda de material de enxerto (Kao, 2014; Schwartz-Arad et al., 2004).

Quando a zona de perfuração da membrana é grande o suficiente, ela é visível a olho nu, mas na maioria dos casos elas são muito pequenas ou difíceis de observar quando o local da cirurgia é inundado de sangue. Na dúvida de um caso de perfuração é possível realizar o teste de Valsalva (obstruir as narinas do paciente e pedir para ele soprar pelo nariz). Será então possível identificar uma perfuração por visão direta (Kao, 2014).

Se for encontrada uma perfuração, recomenda-se que o clínico interrompa o procedimento para avaliar se há uma perfuração (ou várias) e determinar como ou se é possível prosseguir. Geralmente, quando a perfuração é pequena, ou seja, menos de 2 mm de diâmetro, e está localizada em uma área onde a membrana se dobra, é aconselhável não fazer nada e continuar o procedimento. Mas, quando o diâmetro for maior que 2 mm, pode-se colocar uma membrana de colágeno reabsorvível (Kao, 2014; Molina et al., 2022; Stern & Green, 2012).

Pequenas perfurações tendem a aumentar devido à pressão exercida pelo seio, podendo ser recomendado o uso de selante de fibrina ou uma sutura (Molina et al., 2022; Schwartz-Arad et al., 2004).

Se a perfuração for muito grande e comprometer a cirurgia, o procedimento deve ser interrompido. Um período de 6 a 8 semanas é necessário para permitir a regeneração da membrana de Schneider (Kao, 2014; Molina et al., 2022).

Hemorragia

Como vimos anteriormente, a vascularização do seio maxilar é assegurada principalmente por três ramos da artéria maxilar: a artéria infraorbital, a artéria palatina maior e a AASP. Durante a preparação da janela lateral, uma lesão arterial pode levar à hemorragia. O sangramento excessivo também pode resultar de trauma durante a retração ou da criação de incisões periosteais muito profundas para avanço do retalho. Geralmente, a osteotomia está localizada abaixo da localização da artéria maxilar. Mas em casos de reabsorção extrema do rebordo alveolar, a distância entre o rebordo ósseo e a artéria maxilar pode interferir na localização da janela lateral, de modo que as complicações hemorrágicas são mais comuns (Kao, 2014).

Tal situação pode ser evitada avaliando-se a posição da artéria maxilar e seus ramos. No entanto, pode não ser sempre visível. Observe que, se for detectado apenas em um seio, há uma grande probabilidade de estar presente no outro lado (Kao, 2014). Quando identificado o trajeto e localização da artéria maxilar e se esta for intraóssea, esforços para modificar a localização e a forma da janela lateral devem ser feitos. Se, apesar disso, não for possível evitar o trajeto da artéria maxilar, é preferível usar uma abordagem crestal. Quando a artéria é danificada acidentalmente durante a cirurgia, medidas hemostáticas devem ser aplicadas imediatamente para controlar o sangramento. A pressão pode ser aplicada com gaze embebida em anestésico contendo epinefrina 1:50.000. A artéria deve ser dissecada e ligada com sutura reabsorvível. Se o sangramento não puder ser controlado e o trajeto do vaso for acessível, ele pode ser cauterizado com eletrocautério ou laser. Quando o vaso for danificado nos bordos da janela e quando não estiver acessível, o cirurgião pode usar agentes hemostáticos, como ácido aminocapróico ou cera óssea cirúrgica, para aplicar no osso até que a hemóstase seja alcançada (Kao, 2014; Molina et al., 2022).

Obturação excessiva e/ou material de enxerto no seio

É possível encontrar a presença de partículas de enxerto na cavidade sinusal. Isso pode ser resultado de reparo defeituoso da membrana Schneideriana, perfuração não detectada ou perfuração da membrana Schneideriana devido a forças excessivas ao compactar o enxerto. O mais comum durante a elevação do seio por JL é a presença de sangue e partículas do enxerto expelidas pelo nariz. Existe o risco de bloqueio do ostium e consequente obstrução da drenagem do seio. O ostium comunica o seio maxilar com a

cavidade nasal. Sua função é manter a drenagem adequada das secreções mucosas do seio, bem como fornecer ventilação adequada. Esse problema pode alterar a fisiologia normal do seio e levar a outras complicações mais graves, como sinusite crônica, infecção do enxerto e, em alguns casos, lesões oculares e/ou trombose do seio cavernoso (Kao, 2014; Molina et al., 2022).

2.5.1.2 Complicações associadas à abordagem crestal

Perfuração da Membrana Schneideriana

Assim como na abordagem lateral, a perfuração da membrana Schneideriana é a complicação a mais frequente. Embora o procedimento seja menos invasivo do que JL, ele é realizado às cegas devido à incapacidade de visualizar o pavimento do seio (Molina et al., 2022). É por isso que ainda existe um risco de perfuração que, no entanto, permanece menos elevado. Esta incidência de perfuração varia entre 4 e 25% (Kao, 2014; Sindel et al., 2019).

A perfuração da membrana pode ocorrer devido a vários fatores relacionados à anatomia, aos osteótomos ou elevação excessiva da membrana sinusal. Além das características anatômicas a serem consideradas durante a abordagem lateral, o pavimento do seio oblíquo no local do preparo é um fator anatômico que pode aumentar o risco de perfuração durante a abordagem crestal. Podemos também usar a inserção de uma membrana de colágeno na osteotomia e evitar a utilização de materiais de enxerto particulados com natureza cortante. Se houver um alto risco de infecção ou se o tamanho da perfuração for grande, deve-se considerar o adiamento da cirurgia ou reparar a perfuração lateralmente (Sindel et al., 2019).

Estabilidade primária inadequada

A estabilização primária no momento da colocação do implante é essencial para o sucesso e sobrevivência do implante. A estabilidade do implante depende inicialmente do osso hospedeiro. Altura óssea inadequada e qualidade óssea são as duas principais razões que podem levar a complicações que levam à falha do implante. Uma altura óssea mínima pode levar ao preparo excessivo do local pelo cirurgião, levando a traumas e não permitindo a obtenção da estabilidade primária do implante. Se a estabilidade primária não for alcançada, o implante pode deslocar-se para o seio maxilar. Nos casos em que a

estabilidade primária está comprometida, é comum o cirurgião optar por inserir um implante de maior diâmetro e utilizar material de enxerto no momento da inserção. No entanto, isso pode levar a complicações, pois a preparação insuficiente do local do implante pode levar à compressão excessiva durante a instalação do implante e levar à fratura das trabéculas ósseas e à má recuperação do osso vital. De fato, se o local do implante estiver mal preparado, o implante inserido pode levar a pressão, necrose, osseointegração retardada do implante e, portanto, trauma ao osso vital (Kao, 2014; Sindel et al., 2019).

É importante que o cirurgião saiba lidar com essas complicações. De fato, embora incomum, o deslocamento accidental do implante na cavidade sinusal pode ocorrer devido à má qualidade óssea, perfuração não tratada da membrana e uso de força excessiva durante a instalação (Sindel et al., 2019).

2.5.2 Complicações pós-operatórias

2.5.2.1 Complicações associadas à abordagem lateral

Existem várias complicações pós-operatórias após uma abordagem lateral, incluindo infecção do enxerto, sinusite aguda, deiscência do retalho, necrose por sobre obturação, perda de material do enxerto, formação de fístula oroantral. Quando há colocação imediata de implante pode haver também migração de implantes dentários para a cavidade sinusal, falha do implante e formação de cisto. Há também complicações menores mais ou menos frequentes, incluindo edema, hematoma, hemorragia nasal menor e congestão leve. A sinusite maxilar aguda pode comprometer a sobrevivência do implante e do enxerto. O tratamento médico com descongestionantes e antibióticos deve ser obtido em pacientes com predisposição para sinusite (Sindel et al., 2019).

2.5.2.2 Complicações associadas à abordagem crestal

Infecção pós-operatória, perda do implante, vertigem posicional paroxística benigna (VPPB), hemorragia, sangramento nasal, e hematoma são algumas das complicações relatadas após o procedimento (Sindel et al., 2019).

A VPPB é um distúrbio otoneurológico muito comum, caracterizado por episódios breves e frequentes de tontura e náusea precipitados por uma mudança rápida da posição da cabeça (Molina et al., 2022). É importante informar o paciente sobre a VPPB. Para evitar essa complicação, deve-se realizar um leve martelamento com uma posição segura da cabeça durante o procedimento. Se houver suspeita de VPPB, o encaminhamento imediato a um otorrinolaringologista é fortemente recomendado (Sindel et al., 2019).

Para concluir sobre as complicações de um *sinus lift*:

A perfuração da membrana pode estar associada a complicações pós-operatórias, como inchaço, dor e infecção local. Infecções crônicas levando a sinusite grave e possível exposição, extrusão e/ou falha do enxerto são eventos raros. O manejo geralmente envolve tratamento baseado em sintomas e pode variar de antibióticos a drenagem de desbridamento cirúrgico a um procedimento de Caldwell-Luc (Stern & Green, 2012).

3 Novas abordagens e técnicas para elevação do seio maxilar

3.1 Abordagem pela janela lateral

3.1.1 Dispositivo piezoelétrico

Em 2001, Vercellotti e al. introduziram uma nova técnica cirúrgica menos invasiva, a osteotomia piezoelétrica da janela óssea e elevação da membrana sinusal (Figura 16). Os sistemas cirúrgicos piezoelétricos vêm com muitas pontas diferentes, desde pontas de corte de diamante, até pontas para ajudar a elevar a membrana sinusal (Figura 17). A tecnologia piezoelétrica inicialmente permite combinar vibrações moduladoras ultrassônicas com um bisturi para cortar o osso para formar a janela com grande simplicidade e precisão. Essa nova técnica permite reduzir o risco de perfuração da membrana durante a osteotomia, pois tem a propriedade de não perfurar os tecidos moles. Em segundo lugar, o instrumento cirúrgico pode até ser usado para ajudar a levantar a membrana sinusal, graças ao elevador piezoelétrico. Permite levantar a membrana reduzindo o risco de perfuração, sendo a sua utilização especialmente recomendada em situações anatomicamente complexas, por exemplo zonas ósseas robustas e membranas finas. A separação é feita graças às vibrações ultrassônicas que atuam na parte interna das paredes ósseas dos seios e pela pressão hidropneumática de uma solução fisiológica submetida à cavitação piezoelétrica. Vercellotti e al. descobriram que esta nova técnica reduz significativamente o risco de perfuração da membrana schneideriana e, portanto, aumenta a taxa de sucesso da cirurgia de elevação do seio. Dos 21 casos do estudo, houve apenas uma perfuração, o que representa uma taxa de sucesso de 95% (Vercellotti et al., 2001).

Jordi e al (2018) mostraram em seu estudo que instrumentos rotatórios convencionais foram associados a uma taxa de perfuração de 24%, enquanto é de apenas 8% para dispositivos piezoelétricos (Jordi et al., 2018).

Em um estudo recente de Martins et al. (2021) para comparar a dor pós-operatória entre instrumentos convencionais e dispositivos piezoelétricos, os autores puderam concluir que a intensidade da dor foi menor nas avaliações iniciais (uma hora e dois dias) e que houve maior abertura da boca no segundo dia graças à técnica piezoelétrica (Martins et al., 2021).

De acordo com a Conferência de Consenso da Academia Internacional de Cirurgia Piezoelétrica de 2019, uma das desvantagens dessa técnica seria o tempo. De fato, evidências moderadas a fortes sugerem que a cirurgia piezoelétrica prolonga o tempo cirúrgico na elevação do pavimento do seio e na preparação do local do implante (Bassi e al., 2020).



Figura 16: Dispositivo PIEZOSURGERY®. (Retirado de: <https://dental.mectron.com/products/piezosurgery/>)



Figura 17: As diferentes pontas de PIEZOSURGERY® para osteotomia. (Retirado de: <https://dental.mectron.com/products/piezosurgery/>)

3.1.2 Mini janela

Durante uma elevação do seio pela abordagem lateral, as dimensões da janela são geralmente determinadas de acordo com o aumento ósseo necessário em conexão direta com o número de implantes a serem colocados. Em média, o tamanho da janela é de 20 mm no sentido horizontal e 15 mm no plano vertical, o que representa uma área de 300 mm². Segundo os mesmos autores, em mãos experientes, reduzir as dimensões da janela representaria uma abordagem mais conservadora que poderia trazer diversas vantagens como melhores condições para a cicatrização do enxerto e preservação de maior quantidade da parede óssea do enxerto (Pariente et al., 2014).

Em 2014, Pariente e al. introduzem uma nova técnica para elevação minimamente invasivo do seio com uma janela lateral desenvolvido para maximizar a quantidade de

parede lateral residual após o procedimento diminuindo o tamanho da janela óssea, com uma altura de 5 mm e 8 mm de comprimento. Nos casos em que múltiplos implantes foram planejados, uma segunda janela foi preparada da mesma forma distalmente na parte apical do implante mais distal. O tamanho desta janela foi primeiro preparado para a metade da primeira janela e expandido para o tamanho total, se necessário. Segundo os autores, não há diferenças significativas no tempo de intervenção entre esta técnica e as janelas convencionais. Os resultados deste estudo sugerem que esta técnica atinge um resultado semelhante ao obtido com janelas de tamanho convencional, mas com uma área total de janela significativamente menor. A quantidade de osso lateral que pode ser preservada em comparação com as janelas de tamanho convencional pode ser clinicamente relevante em certas situações em que são necessárias altas capacidades osteogênicas (Pariente et al., 2014).

Alguns anos depois Baldini e al. (2017), fizeram um estudo randomizado em boca dividida de elevações laterais do pavimento do seio. O objetivo é descobrir se a redução do tamanho da janela óssea pode alcançar melhores resultados do que uma janela mais ampla em termos de aumento da altura óssea e redução do desconforto do paciente e das complicações cirúrgicas (Baldini et al., 2017).

Em uma série de 16 casos de boca dividida, eles avaliaram os benefícios das minis janelas.

Cada paciente foi submetido a 2 procedimentos:

- Elevação do seio por JL convencional, com tamanho de janela de 10x8 mm.
- Por outro lado, a elevação do seio é realizada através de uma mini-janela lateral de 6x6 mm (Figura 18) (Baldini et al., 2017).

Pode-se notar que um resultado semelhante em termos de reconstrução óssea e tempo de intervenção foi obtido para ambos os tipos de procedimentos. As principais vantagens são a melhor proteção do material enxertado, o que limita sua invasão pelo tecido conjuntivo e melhores condições pós-operatórias para os pacientes. As desvantagens seriam que a taxa de complicações intraoperatórias, perfuração de membrana e hemorragia, permanece semelhante à técnica convencional e, no entanto, é mais difícil de gerenciar devido ao acesso limitado. Reduzir as dimensões da janela requer, portanto, mas experiência técnica (Baldini et al., 2017).

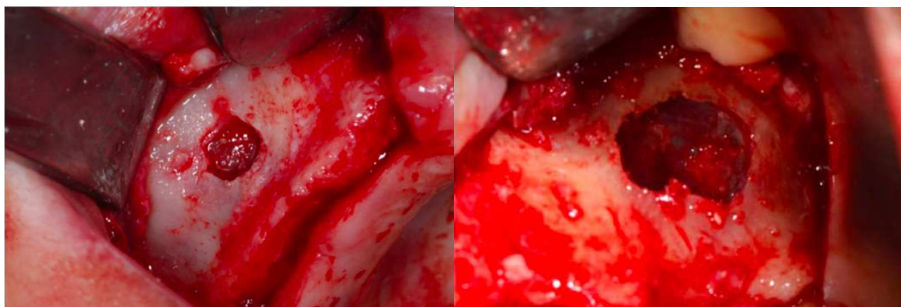


Figura 18: Mini Janela 6 x 6 mm VS Janela de 10 x 8 m. Imagens retiradas de (Baldini e al., 2017).

Mais recentemente, em 2021, Zhu e al. publicaram um artigo para investigar a formação óssea precoce em beagles com elevação do pavimento do seio da mini-janela lateral e colocação simultânea de implantes. Os resultados sugerem que a abordagem da mini-janela lateral pode melhorar a taxa de formação óssea e induzir uma formação óssea precoce superior no local do enxerto. De fato, ao preservar mais parede óssea, isso permite que osteoblastos ricos, que participam da formação óssea vital e da colonização do enxerto, migrem para o seio. No entanto, há que ter em conta as limitações deste artigo, quer em relação ao período do estudo (apenas 8 semanas) como também por se tratar de um estudo em cães. Portanto, mais estudos de vários intervalos de cura com grandes tamanhos de amostra são necessários para aumentar a confiabilidade das conclusões (Zhu et al., 2021).

3.1.3 Cirurgia guiada

Atualmente, a cirurgia guiada para a colocação de implantes está em crescimento. O planeamento cirúrgico e o estudo escrupuloso da anatomia do local cirúrgico permitem otimizar o sucesso da elevação do seio nas melhores condições possíveis. Com efeito, reduz o risco de complicações ao identificar possíveis obstáculos, como septos ou o circuito de vascularização. Em 2008, Mandelaris e Rosenfeld apresentaram um protótipo de guia de corte para facilitar a osteotomia e definir com precisão os limites laterais do seio maxilar. Para fazer isso, eles usam imagens de Tomografia Computorizada e um software de computador para delinear os limites laterais do seio maxilar antes da cirurgia. Modelos e guias de corte com suporte ósseo são então criados pelo processo de estereolitografia para posicionamento guiado e preciso da janela lateral (Mandelaris, 2008).

Mais tarde, Osman e al. (2018) comparam a eficácia de guias de corte em comparação com a técnica convencional em termos de incidência de perfuração da membrana com colocação simultânea de implantes. Para isso, uma série de 20 casos foi dividida em 2 grupos: o primeiro recebeu uma elevação do pavimento do seio guiada por computador com colocação simultânea de implantes enquanto o segundo grupo recebeu uma elevação padrão do pavimento do seio da parede lateral, com colocação simultânea de implantes. A guia cirúrgica foi criada usando um modelo virtual construído por software de computador após o processamento de dados radiográficos. Sua finalidade é guiar as bordas da osteotomia da janela lateral para elevação do seio e posições do implante. O desenho dos guias leva em consideração a anatomia de cada paciente, ou seja, a presença de septos, irregularidades morfológicas e as dimensões das paredes ósseas. O guia cirúrgico é então adaptado firmemente à maxila e fixado com mini-parafusos de titânio enquanto se verifica a sua estabilidade (Figura 18). Após o corte da janela óssea, o guia cirúrgico é removido e a membrana sinusal é cuidadosamente elevada. A preparação dos locais de implante será feita com o guia de volta no lugar (Osman et al., 2018).

No grupo que se beneficiou do guia, 3 em cada 10 casos apresentavam septo. Em todos os casos, a membrana Schneideriana foi elevada com sucesso, exceto em um caso, em que a membrana foi perfurada durante uma tentativa de elevação com a guia colocada. No grupo controle ocorreram 3 perfurações de membrana, 2 das quais complicadas pela presença de septo ósseo. Apesar da amostra pequena, o uso de guia parece limitar os riscos como a perfuração da membrana. No entanto, continua a ser um procedimento mais ou menos invasivo devido à necessidade de fixar a guia com parafusos (Osman et al., 2018).

3.2 Abordagem crestal

3.2.1 Cirurgia guiada

O uso de uma guia também pode ser útil durante as elevações do seio pela abordagem crestal. Pozzi e Moy introduziram em 2014 uma nova técnica de enxerto de seio transcrestal minimamente invasiva com colocação imediata de implante e carga imediata. Esta técnica chama-se *Transcrestal Guided Sinus Lift* (TGSL). É uma abordagem

cirúrgica assistida por guia em combinação com brocas e osteótomos de expansão-condensação (Pozzi & Moy, 2014).

As posições e angulações dos implantes tridimensionais virtuais foram determinadas de acordo com a prótese confeccionada a partir do modelo radiográfico. Uma vez que o plano de tratamento esteja pronto, o modelo cirúrgico é gerado por estereolitografia, que registra as localizações planejadas dos implantes. Os locais de implante são preparados através do guia sem retalho. Coloca-se um travão nas brocas de forma a limitar a profundidade da ação. A fratura do pavimento do seio é feita com osteótomos calibrados cujo diâmetro é 0,1mm menor que os orifícios de perfuração. O material de preenchimento é colocado e, em seguida, o implante é colocado. Esta técnica tem uma taxa de sobrevivência do implante de 98,53% após 3 anos (Pozzi & Moy, 2014).

Em 2015, em um estudo clínico de 36 meses, Spinelli também destacou o aspecto menos invasivo dessa técnica. Seu estudo se concentrou na TGSL sem enxerto ósseo (Spinelli, 2015).

A principal vantagem deste guia é, portanto, a abordagem sem retalho que permite a manutenção da vascularização necessária para o material obturador, para limitar o sangramento e a reabsorção óssea. Do lado do paciente, oferece mínimo desconforto pós-operatório uma vez que todos os pacientes relataram baixos níveis de dor. No entanto, a principal indicação para o procedimento TGSL é o tratamento com implantes unitários na região posterior da maxila (Pozzi & Moy, 2014; Spinelli, 2015).

3.2.2 Técnica hidráulica

Diferentes métodos usando pressão hidráulica foram desenvolvidos para aumentar a altura do osso por abordagem crestal.

Em 2005, Chen e Cha introduziram pressão hidráulica através da peça de mão cirúrgica. Através de pressão constante no pedal da peça de mão, a pressão hidráulica é introduzida durante a osteotomia usando uma broca redonda de 2 mm que passa o pavimento do seio. Um pequeno orifício é assim formado permitindo o acesso ao seio. Através deste, a pressão hidráulica permitirá o desprendimento da membrana de Schneider de forma atraumática. Para evitar enfisema provocado pelo ar emitido pela peça de mão, a pressão da água deve estar no máximo, o que também permitirá que ela penetre lentamente pela

perfuração antes que a broca penetre no pavimento do seio. Em seguida, o material de enxerto é introduzido com um condensador com diâmetro maior que a perfuração (3mm) para evitar que penetre na cavidade sinusal e perfure a membrana. O implante é então colocado (Chen & Cha, 2005).

Esta técnica oferece várias vantagens:

- O fato de o osso cortical ser perfurado em vez de fraturado torná-la menos traumática.
- Segundo os autores, esta técnica pode ser utilizada em casos onde há pouca altura óssea residual.
- Um seio inclinado não é um obstáculo para esta técnica.
- O risco de perfuração da membrana Schneideriana é reduzido (Chen & Cha, 2005).

No estudo de Chen e Cha, a taxa de sucesso foi de 99,99% com apenas 8 de 1.557 implantes perdidos em um período de 8 anos. Esta, portanto, parece ser uma técnica eficaz e segura que permite a preservação da membrana, mesmo no caso de características particulares que podem representar um obstáculo durante outros métodos de elevação do seio (Chen & Cha, 2005).

Ainda com o objetivo de reduzir o risco de perfuração da membrana de Schneider, Bensaha, em 2011, usou um sistema de elevação com água composta por dois elementos. Primeiramente, há um pequeno parafuso intraósseo de titânio perfurado em todo o seu comprimento. É necessário para ancoragem óssea e está disponível em diferentes diâmetros e comprimentos. Colocado no parafuso de titânio, temos então um conector hermético, que é utilizado para injetar o líquido através do elemento intraósseo. Após os retalhos de espessura total terem sido elevados para expor o rebordo alveolar e parte da parede lateral, a osteotomia para posicionamento do aparelho é realizada com trefina usando um piezótomo. Uma broca redonda é usada para romper o pavimento do seio com acesso mínimo que fornece acesso à membrana do seio. A ausência de perfuração da membrana é verificada pela manobra de Valsalva. Se nenhuma perfuração for observada, o parafuso de titânio, no qual o conector é montado, é colocado no lugar. A membrana sinusal é empurrada para cima e o espaço é preenchido com pressão hidráulica externa de infusão de metronidazol. O biomaterial de preenchimento é então colocado e o local é preparado para o diâmetro do implante antes de sua colocação. Ele também apresentou o uso deste dispositivo com uma técnica sem retalho (Bensaha, 2011).

As vantagens desse método são o uso do piezótomo, que é atraumático em relação aos tecidos moles, e a pressão hidráulica que descola a membrana por forças horizontais e verticais ao longo das paredes ósseas do seio. O estresse exercido sobre a membrana e o risco de perfuração são reduzidos (Bensaha, 2011).

Baseado no mesmo princípio descrito anteriormente, Jesch et al. introduziu em 2013 o *Jeder-System*, que consiste em uma broca Jeder, uma bomba Jeder e um conjunto de tubos de conexão (Figura 19). Na verdade, é um gerador de alta pressão hidráulica conectado a um contra-ângulo cuja função é empurrar para trás a membrana sinusal, afastando-a da broca à menor perfuração do osso. A bomba também gera vibrações hidráulicas para elevar e separar ainda mais a membrana do osso. Todo o procedimento é controlado medindo constantemente a pressão e o volume de soro fisiológico injetado (Jesch et al., 2013).



Figura 19: O dispositivo Jeder-System. (Retirado de: <https://jedersystem.com/en/system/>)

Neste processo o soro fisiológico levanta a membrana através da perfuração óssea e garante que a broca não perfure a membrana. Uma queda de pressão relatada no gerador informa ao cirurgião que a primeira entrada no seio foi bem-sucedida. Vibrações são adicionadas para promover o desprendimento da membrana pelo soro (Figura 20). Assim, cria-se um espaço para o material de aumento e o implante. Após a aspiração do soro com a bomba Jeder, o material de aumento e o implante são inseridos. A perfuração da membrana é limitada pelo fornecimento de uma pequena quantidade de fluido, apesar da alta pressão, pois o gerador inclui um sistema de segurança que limita o volume de injeção de soro a 0,2 mL a cada pressão no pedal. Apesar da pequena amostra deste estudo de coorte (20 casos), o Jeder-System pode ser considerado minimamente invasivo com uma

taxa de sucesso do implante de 92,8%. Observa-se um ganho ósseo médio de $9,2 \pm 1,7$ mm. No entanto, estudos adicionais são necessários para um melhor acompanhamento clínico (Jesch et al., 2013).

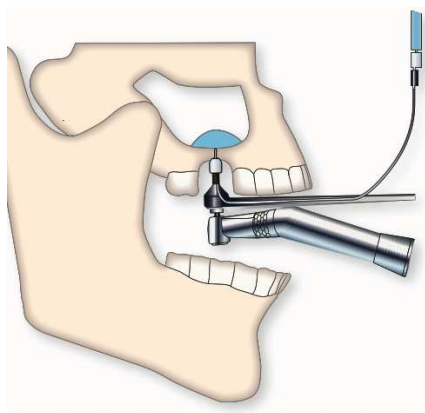


Figura 20: Desprendimento da membrana por pressão hidráulica. (Retirado de: <https://jedersystem.com/en/system/>)

Todos estes novos métodos exigem um investimento para adquirir os equipamentos necessários. Por outro lado, os materiais com propriedades viscoelásticas oferecem uma solução mais barata. Neste exemplo, os atributos viscoelásticos do material ósseo aloplástico tipo « putty » são explorados. A aplicação de pressão hidráulica sobre o material de preenchimento viscoso permitirá que ele se comporte como um fluido incompressível, permitindo que a membrana do seio se descole ao mesmo tempo que o fornecimento de biomaterial. Trata-se de um putty aloplástico viscoelástico à base de fosfocálcio disponível em cartuchos ou “*cartridges*” (Kotsakis & Mazor, 2015).

Nesta técnica, uma pequena quantidade de biomateriais é colocada para amortecer os impactos do osteótomo durante a fratura do pavimento. Isso reduzirá o risco de perfuração da membrana e o risco de eventos adversos associados à técnica tradicional. A cânula curva do sistema de entrega do cartucho de enxerto é colocada no local da osteotomia. O cartucho direciona o fluxo para a membrana Schneideriana. Assim, é injetado no local até que a pressão hidráulica do biomaterial viscoso provoque elevação atraumática da membrana sinusal até a altura desejada. O desprendimento ocorre na superfície de contato entre o material e a membrana, via forças laterais; ao contrário da técnica de osteótomo convencional onde as forças são apenas verticais. O implante é então colocado com estabilidade primária (Kotsakis & Mazor, 2015).

A vantagem mais significativa do uso dessa técnica é que ela atinge uma altura óssea comparável ao obtido com o uso da abordagem de janela lateral, mantendo os benefícios da abordagem transalveolar menos invasiva (Kotsakis & Mazor, 2015).

Além disso, Kim e al. publicaram em 2013 o *Crestal Approach System* também chamado CASkit. São os implantes OSSTEM que introduziram o CAS kit como um método para preparar a osteotomia e elevar a membrana através da pressão hidráulica. O CASkit consiste em um conjunto de brocas de ponta segura (*CAS-Drill*), travões de metal, medidor de profundidade, empurrador hidráulico, porta-enxerto ósseo, condensador e um espalhador de osso (Figura 21). O *CAS-Drill* permite a formação de um revestimento ósseo que impede o contato direto entre a broca e a membrana de Schneider (Y.-K. Kim et al., 2013).

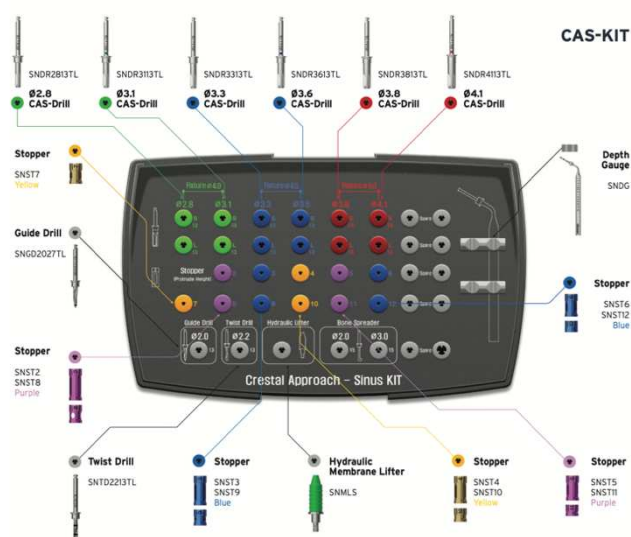


Figura 21: O CAS-Kit e seus diferentes componentes. (Retirado de: <https://www.osstemuk.com/surgery-kits/cas-kit-sinus-lifting-implantology-dental-implants/>)

O design atraumático da ponta da broca permite uma cirurgia mesmo com o pavimento do seio plano, inclinado e de um septo (Figura 22). É sua forma cônica invertida que formará uma abertura cônica no osso ao perfurar para levantar a membrana com segurança (Y.-K. Kim et al., 2013).

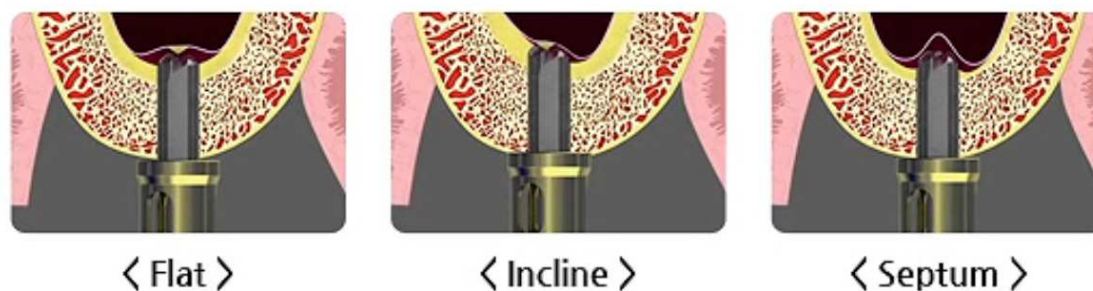


Figura 22: A CAS-Drill através de um pavimento do seio plano, inclinado e de um septo. (Retirado de: <https://www.osstemuk.com/surgery-kits/cas-kit-sinus-lifting-implantology-dental-implants/>)

Além disso, as partículas de osso geradas durante a perfuração são projectadas para dentro, produzindo uma função de elevação automática da membrana. O procedimento inicia-se com uma broca helicoidal com travão de profundidade e que é seguida por novas brocas até ao tamanho do implante a ser colocado. Coloca-se o elevador hidráulico na perfuração óssea e injecta-se soro fisiológico para elevar a membrana do seio até se atingir a elevação desejada. O material de enxerto é colocado com um condensador e em seguida coloca-se o implante (Figura 23). Neste estudo, a taxa de perfuração da membrana sinusal foi de 4,1% e os cirurgiões participantes ficaram 92,9% satisfeitos com este método (Y.-K. Kim et al., 2013).

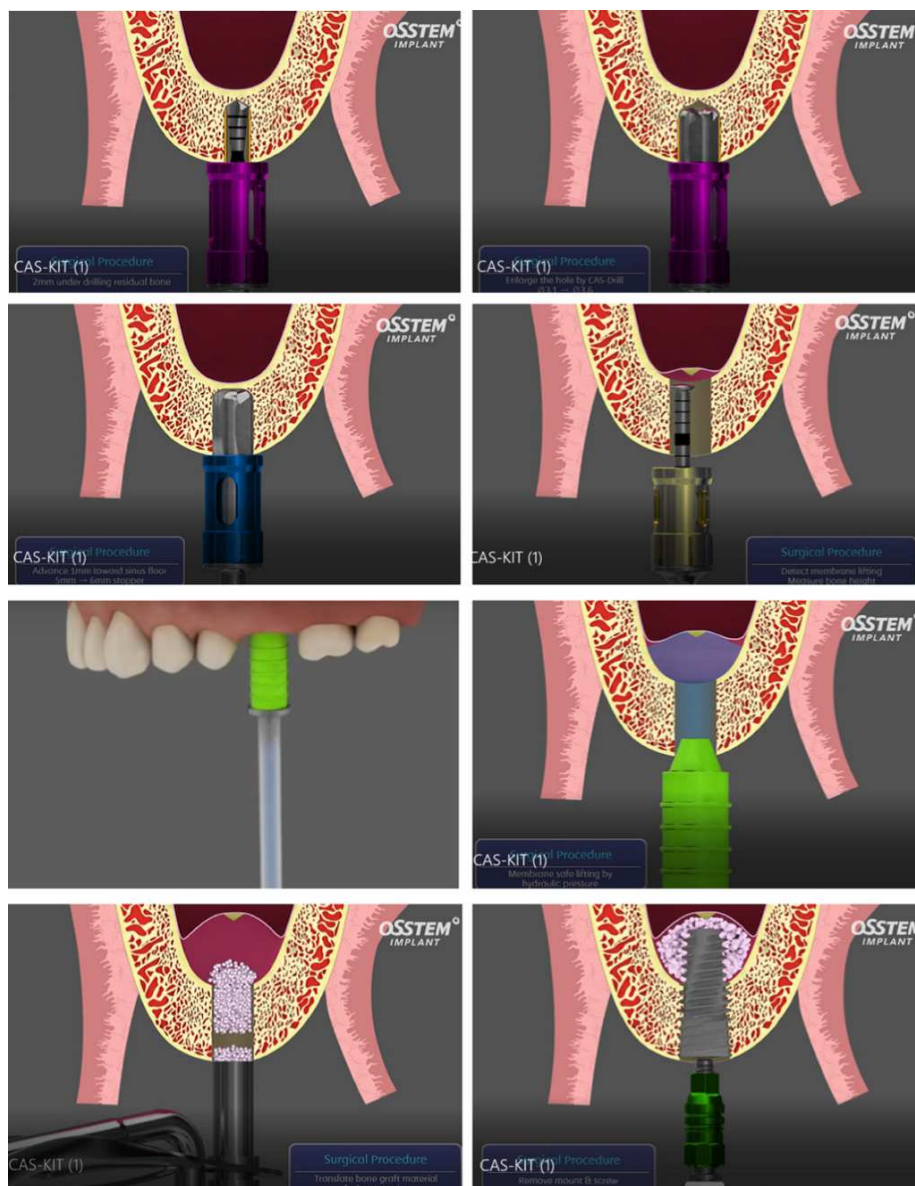


Figura 23: Protocolo do CAS-kit. (Retirado de: <https://www.osstemuk.com/surgery-kits/cas-kit-sinus-lifting-implantology-dental-implants/>)

3.2.3 Técnica de elevação da membrana antral com um balão

A técnica do balão, chamada MIAMBE em inglês para *Minimally Invasive Antral Balloon Elevation*, foi introduzido em 2005 por Soltan e Smiler. Inicialmente para a abordagem lateral, o método foi então adaptado para a elevação do seio através da abordagem crestal. Consiste na elevação da membrana sinusal por meio da insuflação de um balão de látex ou silicone sob pressão hidráulica (Soltan et al., 2011; Soltan & Smiler, 2005).

Peñarrocha-Diago et al. descreveram o protocolo cirúrgico. O início da cirurgia ocorre de acordo com a técnica tradicional da abordagem crestal. A fratura do pavimento do seio é, portanto, feita por osteótomo e a integridade da membrana é então verificada. O balão de látex é anexado a um cateter usado para insuflar o balão. Este é então inserido no espaço subantral, 1 mm além do pavimento, realizando insuflações progressivas, lentas e controladas com soro fisiológico, descolando a membrana e verificando-se a sua integridade por visão direta (Figura 24). O material de enxerto é então colocado seguindo-se o implante. A vantagem da técnica do balão é que ela pode ser aplicada em rebordos alveolares medindo 3 mm ou menos. De fato, a técnica do balão pode permitir elevações da membrana sinusal de até 10 mm (Penarrocha-Diago et al., 2012).

Segundo Asmael (2018), a taxa de sobrevivência dos implantes associados à técnica MIAMBE varia de 90 a 100% com média de 96,62% e o ganho ósseo pode chegar a mais de 10 mm (3 a 10,8 mm com média de 6,96 mm). A perfuração da membrana Schneideriana com a técnica foi de 6,76% e é associado a poucas complicações pós-operatórias. A quantidade de osso adquirida é previsível e comparável à quantidade de osso adquirida com a técnica de janela lateral mais invasiva (Asmael, 2018).

As desvantagens dessa técnica são o risco de perfuração se o balão for inflado muito rapidamente ou por osteótomo, necessidade de investimento em equipamentos específicos e curva de aprendizagem (Asmael, 2018; Penarrocha-Diago et al., 2012).

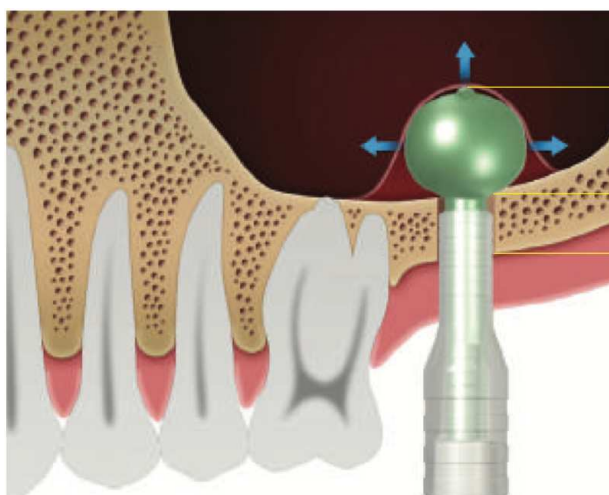


Figura 24: Técnica MIAMBE. (Retirado de: <https://www.dentogem-dentium.com/img/cms/Catalogues/Why%20Dentium.pdf>)

3.2.4 Tecnologias magnetodinâmicas

Em 2012, Crespi descreveu pela primeira vez o uso de martelos magnéticos em procedimentos de implantes orais. De fato, o dispositivo Magnetic Mallet (Meta Ergonomica, Milão, Itália) explora a tecnologia magnetodinâmica na cirurgia odontológica (Figura 25). É uma peça de mão magnetodinâmica com design ergonômico acionada por um dispositivo de controle de potência, fornecendo forças por tempo de aplicação (Crespi et al., 2013; Visale et al., 2021).



Figura 25: O dispositivo Magnetic Mallet. (Retirado de: <https://www.osseotouch.com/en/magnetic-mallet/>)

No caso de uma elevação do seio por abordagem crestal, os osteótomos são presos à peça de mão que provoca uma onda de choque em sua extremidade, o que aumenta seu potencial. Existem diferentes inserções e modos de força que variam de 75 a 260 daN. A onda magnética e a onda de choque são calibradas de acordo com o momento de aplicação da força e induzem movimentos axiais e radiais aplicados na ponta do osteótomo com força rápida. Eles se movem para cima e para baixo até o orifício no osso, fornecendo um mecanismo para movimentos longitudinais (Bennardo et al., 2022).

Os martelos magnéticos fornecem assim uma força até 6 a 7 vezes maior que a dos martelos tradicionais, permanecendo menos invasivos que as últimas. De fato, o tempo de impacto é de apenas 80 μ s, enquanto com um martelo tradicional é de 350 a 400 μ s. Portanto, apesar da aplicação de maior força, o tempo extremamente curto de aplicação da força reduz significativamente o desconforto do paciente (Visale et al., 2021).

No estudo de Crespi, objetivou-se comparar o uso do martelo manual com o martelo elétrico. Os pacientes de Magnetic Mallet não apresentaram queixas. A explicação provável é o modo de operação do dispositivo que reduz as forças apenas a uma área-alvo (Crespi et al., 2013).

Como visto anteriormente, uma das principais complicações pós-operatórias da elevação do seio por abordagem crestal é a vertigem posicional paroxística benigna. De fato, com o martelo tradicional a força do golpe pode deslocar os ossículos auditivos causando tontura após a cirurgia. Portanto, há um risco aumentado para os pacientes desenvolverem o VPPB. Essa consequência pode ser evitada com o uso de martelos magnéticos. A maior parte da força de impacto é direcionada para a alteração plástica do local do osso que está sendo trabalhado e apenas uma pequena parte da força move o crânio. Isso é oposto no caso dos osteótomos tradicionais, onde uma quantidade maior de força é direcionada para mover o crânio e apenas uma força mínima é usada para manipulação óssea, reduzindo assim a eficiência do procedimento (Visale et al., 2021).

O Magnetic Mallet oferece várias vantagens, incluindo:

- O procedimento de elevação do seio é facilitado. À medida que a membrana sinusal sobe, o osso também é condensado. Isso é vantajoso para a colocação imediata de implantes com melhor estabilidade primária e pouco ou nenhum uso de biomateriais.
- A fricção mecânica entre o instrumento e o osso ocorre em poucos microssegundos. O aumento da temperatura óssea é assim limitado.
- Não há geração de calor, portanto não é necessária irrigação. Os elementos ósseos necessários para a ossificação são preservados. Como não é necessário irrigação e apenas uma mão é necessária para uso, o clínico tem melhor visibilidade do local cirúrgico.
- Melhor acesso possível na maxila posterior graças ao uso de uma ponta curva.
- Os procedimentos são menos invasivos, resultando em uma recuperação mais rápida do paciente (Visale et al., 2021).

Ao usar martelos magnéticos, as forças são aplicadas com mais precisão, consistência e previsibilidade. Isso proporciona ao clínico maior controle ao realizar o procedimento. Este é um conceito importante porque o osso geralmente é formado de densidade diferente e o expansor tende a ser desviado à medida que se move de uma parte do osso de densidade específica para outra parte do osso com densidade diferente (Visale et al., 2021).

3.3 Novas sistemas de brocas

3.3.1 *Dentium Advanced Sinus Kit (DASK)*

Em 2011, uma série de brocas e curetas cirúrgicas especialmente projetadas, o *Dentium Advanced Sinus Kit (DASK)*, foi publicada por Lozada et al. A técnica DASK foi desenvolvida para criar uma técnica não piezoelétrica alternativa para elevação do seio maxilar que tem a capacidade de reduzir as complicações dos tecidos moles. Este kit pode ser usado para abordagens laterais e transcrestais. Para a abordagem lateral, são pontas diamantadas não agressivas de 6 e 8 mm de diâmetro e em forma de cúpula arredondada de 4 mm de altura com irrigação interna e externa para resfriamento, na velocidade de 800 a 1200 rpm (Figura 26) (Lozada et al., 2011; Valentini & Artzi, 2022).



Figura 26: Brocas DASK para a abordagem lateral. (Retirado de: <https://pdf.medicaexpo.com/pdf/dentium/dask-1402/72062-137345.html>)

A broca é utilizada com leve pressão e com movimentos rotatórios sob irrigação abundante permitindo o afinamento progressivo do osso da parede lateral. A sombra azul da membrana sinusal torna-se cada vez mais aparente. Com técnica adequada, uma camada muito fina de osso permanece aderida à membrana sinusal. A fina camada óssea e a membrana podem ser elevadas como uma unidade ou os fragmentos ósseos podem ser removidos suavemente com uma cureta do mesmo kit, criando uma osteotomia completa, permitindo acesso e visão ideais para elevar a membrana sinusal (Figura 27a). Ou, uma ilha óssea arredondada da parede lateral é cortada até que a sombra da membrana sinusal seja visível (Figura 27b). Em seguida, a ilha óssea é levantada da parede vizinha com uma cureta de muda ou um elevador periosteal. A ilha óssea é reposicionada em sua posição original após o aumento ósseo (Lozada et al., 2011; Wallace et al., 2012).

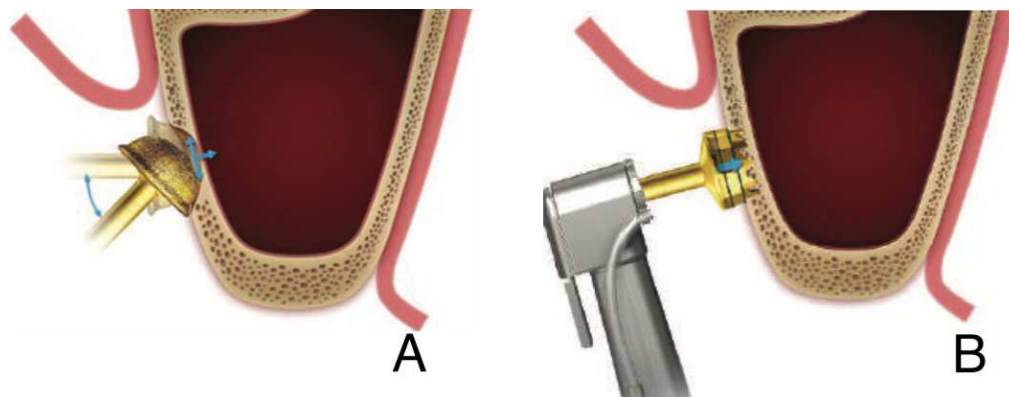


Figura 27: Técnica DASK "Thin-out" (imagem A) VS "wall off" (imagem B). (Retirado de: <https://pdf.medicaexpo.com/pdf/dentium/dask-1402/72062-137345.html>)

Existem brocas especiais para a abordagem crestal de 3,3 e 3,7 mm de diâmetro usadas para remover o osso remanescente sob o pavimento do seio. Usando pressão mínima para guiar a broca apicalmente, o pavimento do seio é acessível, permitindo o uso de curetas de seio crestal especialmente projetadas para completar o deslocamento da membrana do seio maxilar através do local da osteotomia (Figura 28) (Lozada et al., 2011).

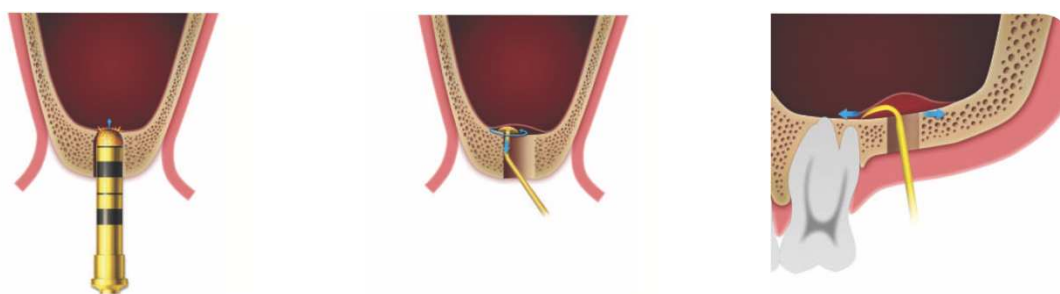


Figura 28: Abordagem Crestal com brocas e curetas DASK. (Retirado de: <https://pdf.medicaexpo.com/pdf/dentium/dask-1402/72062-137345.html>)

Segundo vários autores, esse procedimento está associado a uma curva de aprendizado rápida (Mohan et al., 2015; Wallace et al., 2012).

Segundo o autor Harry Dym (2015), o sistema DASK melhorou muito os resultados cirúrgicos durante o procedimento de elevação do seio. Sua principal vantagem sobre os

instrumentos piezoelétricos é que não prolonga o tempo da operação cirúrgica. Também, pode reduzir o risco de perfuração e de ruptura da membrana de Schneider (Mohan et al., 2015).

3.3.2 O sistema *Smart Lift*

A técnica *Smart Lift* foi desenvolvida pelo Centro de Pesquisa da Universidade de Ferrara e pelo Departamento de Odontostomatologia, “Casa Sollievo della Sofferenza” em Itália e foi relatada pela primeira vez em 2008 pelos autores Trombelli e al. (Trombelli et al., 2018).

Este é um kit cirúrgico de brocas e osteótomos especialmente projetado para levantamento do seio maxilar usando a abordagem transcrestal. Uma das vantagens dessa técnica é que todos os instrumentos manuais e rotatórios possuem travões ajustáveis, que são escolhidos de acordo com a quantidade vertical de osso residual. O uso do dispositivo de travagem limita a ação de trabalho das brocas e osteótomos à quantidade vertical de osso residual. Isso evita a penetração acidental de instrumentos na cavidade sinusal. Uma vez determinado o local do implante, o osso é perfurado até o fundo do seio com uma broca trefina e, em seguida, usado para fraturar o fundo do seio por pressão hidráulica através de osteótomos (Trombelli et al., 2018).

No caso de uma sequência convencional, ou seja, com altura óssea residual de pelo menos 3 mm, a primeira broca, também chamada de broca de posicionamento, é utilizada para perfurar a cortical óssea no local onde o implante deve ser colocado. A segunda broca, a broca sonda, ajudará a definir a posição e a orientação do implante. Tem um diâmetro de 1,2mm e tem a particularidade de cortar apenas o bordo superior. É usado com um travão ajustável definido pelo menos 1 mm mais curto do que o comprimento de trabalho radiográfico para minimizar o risco de perfuração da membrana. O osteótomo da sonda (sempre com diâmetro de 1,2 mm) é então inserido apicalmente e suavemente no local até atingir a resistência da cortical óssea do pavimento do seio. É, portanto, este osteótomo que fornece o comprimento de trabalho cirúrgico. Este comprimento de trabalho será o mesmo para todos os instrumentos que serão utilizados após esta etapa, graças ao dispositivo de parada ajustável. A broca do kit *Smart Lift* pode então ser inserida. O núcleo ósseo residual e o restante do substituto ósseo são condensados para fraturar o

pavimento do seio usando um osteótomo calibrado, este é o elevador *Smart Lift* disponível nas mesmas dimensões da broca guia. Dependendo do volume de aumento ósseo vertical a ser obtido, um enxerto ósseo pode ou não ser necessário (Figura 29). Este método permite assim controlar os movimentos ao longo da intervenção e limitar o risco de perfuração, garantindo ao operador um limite físico. A duração média do procedimento de elevação do pavimento do seio com o uso do kit *Smart lift* varia entre 19 e 32 min. As taxas de sobrevivência do implante variam de 94 a 100%. A extensão da elevação do seio varia de 5,38 a 7,7 mm. A perfuração da membrana foi a complicação mais frequente, com incidência variando de 0 a 13% (Trombelli et al., 2018).

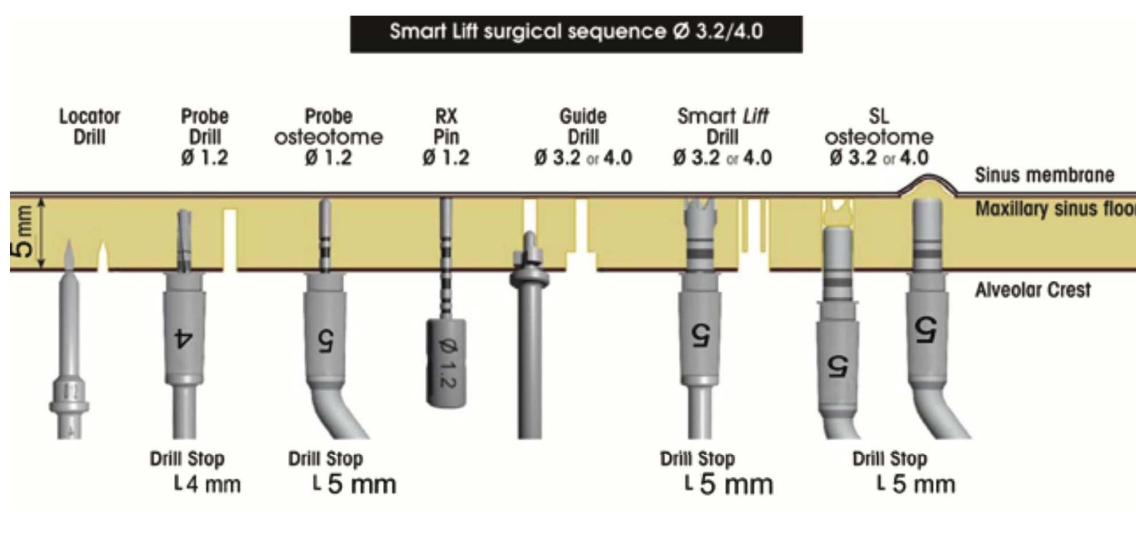


Figura 29: Sequência convencional da técnica Smart Lift. (Retirado de:

<https://directdentalsupplies.nl/storage/uploads/products/brochure-smart-lift-ing-20180320-1438.pdf>)

3.3.3 Sinus Crestal Approach kit (SCAkit)

O SCAKit é composto por uma broca inicial de 2mm de diâmetro, broca S-reamer de vários diâmetros que variam de 2,4 a 3,6 mm, *stoppers* ou travões de vários tamanhos com diâmetro de 3,5 mm, de um medidor de profundidade e suportes para biomaterial e condensadores. A particularidade deste kit deve-se principalmente aos S-reamers. Sua cabeça tem uma estrutura de lâmina especial projetada para perfurar o osso cortical do seio inferior sem rasgar a membrana do seio. Este instrumento cria um disco ósseo fino entre a membrana e o escareador. Como o escareador não toca diretamente na membrana

sinusal, é mais seguro. O kit fornece um procedimento de perfuração de alta velocidade sem qualquer dano à membrana sinusal (Neobiotech, 2023).

Com este sistema, uma broca inicial esférica de 2 mm marca o osso cortical, seguida pelas brocas necessárias para o implante desejado, parando a 2 mm do pavimento do seio. Este é elevado com a broca S-Reamer de 2,8 mm de diâmetro e os travões foram trocados passo a passo para elevar a membrana sinusal aproximadamente de 1,0 mm cada vez até que a elevação desejada seja alcançada. O resto da intervenção é clássica (Figura 30). O esquema mostrou que esta técnica minimamente invasiva modificada poderia elevar com segurança o pavimento do seio usando brocas S-reamer especialmente projetadas (Zhou et al., 2017).

Em 2017, a equipe de Xian Zhou e al. publica os resultados de um estudo sobre o uso do sistema SCAKit. Esta é uma série de casos de 11 pacientes cuja altura óssea residual média foi de 6,4 mm. A altura média de elevação foi de 4,8 mm. Dos 11 pacientes do estudo, não houve perfuração da membrana (Zhou et al., 2017).

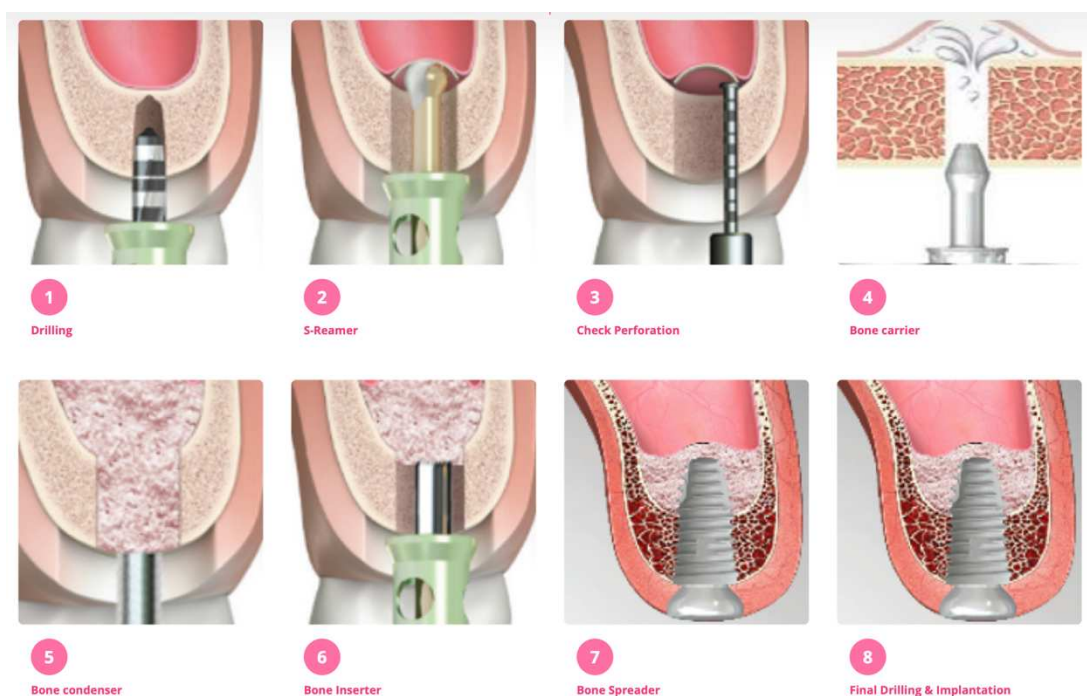


Figura 30: Sequência convencional da técnica SCAkit. (Retirado de: <https://www.neobiotech.com/product-detail/sca-kit>)

4 Alternativas à elevação do seio maxilar

Em alguns casos em que o volume ósseo não é suficiente para receber implantes *standard*, procedimentos cirúrgicos para aumento ósseo e elevação do seio maxilar podem ser a solução. No entanto, essas técnicas estão associadas a maior morbidade pós-operatória, maiores custos e maiores riscos de complicações durante a reabilitação do paciente. O cirurgião e o paciente podem, portanto, recorrer a soluções alternativas para evitar a elevação do seio (Neugebauer et al., 2016; Esposito et al., 2009).

4.1 Implantes curtos

Implantes curtos ou mesmo ultracurtos podem apresentar uma alternativa confiável e menos invasiva para rebordos alveolares reabsorvidos se a largura do rebordo alveolar for suficiente para permitir o uso efetivo de um implante de 3,75 mm de diâmetro. Eles também são usados para suportar sobre dentaduras removíveis e restaurações únicas ou múltiplas nas zonas anteriores dos maxilares (Neugebauer et al., 2016; Romeo et al., 2010).

A definição de um implante de acordo com seu tamanho tem sido um assunto amplamente debatido na literatura. A 11ª Conferência de Consenso Europeu do 6 de fevereiro de 2016 (EuCC), sobre implantes curtos, angulados e de diâmetro reduzido define implantes curtos como sendo ≤ 8 mm de comprimento e $\geq 3,75$ mm de diâmetro, sendo os implantes *standard* os de comprimento > 8 mm e diâmetro $\geq 3,75$ mm e implantes ultracurtos de comprimento < 6 mm (Neugebauer et al., 2016).

Implantes curtos envolvem uma invasão mínima comparado com os implantes padrão após elevação do seio. Com efeito temos um risco reduzido de superaquecimento durante a osteotomia, de contato com estruturas anatômicas, de parestesia devido a uma lesão do nervo dentário ou de contato com os raízes dentárias adjacentes. Tudo isso reduz o risco de complicações e, portanto, de perfurar o seio maxilar. Também temos menor desconforto pós-operatório com tempo e custo de tratamento reduzido (Torres-Aleman et al., 2020).

De acordo com a EuCC, vários autores formularam recomendações sobre a maneira de evitar complicações biomédicas essenciais quando utilizamos implantes curtos. Os

implantes curtos só devem ser usados se a qualidade óssea for favorável e para restaurações com coroas unitárias. Devemos evitar superfícies guias para movimentos laterais e implantes curtos com superfície mecanizada. A inserção deve ser no nível do osso ou abaixo dele com desenho de pilar cônico. Por fim, o cirurgião de implantes e o dentista restaurador devem ter treinamento adequado (Neugebauer et al., 2016).

De acordo com o estudo de Torres-Aleman et al. (2020) sobre comportamento clínico de implantes dentários curtos, estes têm uma taxa de sobrevivência e perda óssea semelhante aos de comprimento convencional. O diâmetro e a relação coroa/implante dos implantes curtos não foram estabelecidos como estatisticamente significativos em termos de sua influência na perda óssea ou do implante. No entanto, há uma ausência de estudos longitudinais de longo prazo de mais de 10 anos em implantes curtos, é difícil definir se a passagem do tempo afeta a taxa de sobrevivência de implantes curtos (Torres-Aleman et al., 2020).

4.2 Implantes angulados

Outra alternativa a procedimentos mais invasivos como a elevação do seio maxilar são os implantes angulados. Um implante angulado é um implante com uma angulação normalmente de 30 graus ou mais em relação aos implantes posicionados axialmente ou verticalmente (Ata-Ali et al., 2012).

Em 2003, Maló defendeu a utilização destes implantes para o conceito « all on four » em que dois implantes verticais são colocados na região anterior e dois implantes na região posterior com uma angulação de 35-40 graus (Maló et al., 2003).

Existem várias vantagens com os implantes angulados, uma delas é a estabilidade mesmo em um volume ósseo mínimo ancorando em mais de uma camada cortical. De fato, implantes mais longos podem ser usados com a vantagem de aumentar o contato osso-implante e reduzir a necessidade de aumento vertical do osso, uma vez que o enxerto ósseo é invasivo. Também tem a capacidade de evitar estruturas anatômicas. Até agora podemos dizer que é uma alternativa eficaz e segura aos procedimentos de elevação do seio maxilar e à pneumatização do seio maxilar com bons resultados clínicos, requerendo geralmente guias computadorizadas para a colocação dos implantes em posição correta (Asawa et al., 2015; Ata-Ali et al., 2012).

Para evitar complicações, uma estabilidade primária suficiente é essencial para permitir a colocação de implantes angulados se forem submetidos a carga imediata. Restaurações unitárias e pontes cantiléver sobre implantes angulados devem ser evitadas, e o objetivo deve ser a ferulização dos implantes. Um diagnóstico pré-operatório tridimensional e situações de qualidade óssea favorável são recomendados para o uso de implantes angulados. Angulações extremas devem ser evitadas para não aumentar os níveis de força nas interfaces implante/osso e implante/pilar (Neugebauer et al., 2016; Asawa et al., 2015).

De acordo com o EuCC, no caso da reabilitação de mandíbulas edêntulas atrofiadas, várias meta-análises não mostram diferença na taxa de sobrevivência ou perda óssea crestal em comparação com a colocação/carga de implantes convencionais com próteses dentárias fixas e implantes angulados (Neugebauer et al., 2016; Ata-Ali et al., 2012).

4.3 Implantes zigomáticos

Em 1997 Branemark desenvolveu o implante zigomático para fornecer soluções fixas mesmo quando não havia boas condições para a colocação de implantes na maxila posterior. Este desenvolvimento tecnológico oferece alternativas aos procedimentos de enxerto ósseo ou elevação do seio maxilar. Eles representam uma solução para pacientes após infecção local, reabsorção óssea grave ou cirurgia de ressecção oncológica e permitem a entrega de uma prótese provisória imediata dentro de 24 horas após a cirurgia (Sharma & Rahul, 2013).

Há várias dimensões que vão de 30 a 52,5 mm com diâmetro de 4,5 mm e uma cabeça de 45 graus para compensar a angulação entre o zigoma e a maxila (Sharma & Rahul, 2013). Os implantes zigomáticos podem ser colocados de diferentes maneiras, dependendo da anatomia local da maxila e dos volumes ósseos disponíveis. Podemos assim encontrar dois implantes zigomáticos bilaterais, um implante bilateral, um ou dois implantes unilaterais e em conjunto com implantes dentários convencionais (Solà Pérez et al., 2022). A técnica original e mais utilizada é a técnica convencional, descreve a passagem do implante pelo seio maxilar. Uma janela óssea lateral é feita ao nível do seio para empurrar a membrana para dentro e preparar o local do implante. Este implante deve ser inserido na região do segundo pré-molar, através do seio maxilar até o osso compacto do zigoma. Novos métodos permitem a passagem extra-sinusal (Sharma & Rahul, 2013).

De acordo com o estudo sobre a taxa de sucesso dos implantes zigomáticos de S. Pérez et al (2022), a taxa de sobrevivência é superior a 96,1% após cinco anos de seguimento. No entanto, muitas vezes há complicações, a mais comum delas é a rinossinusite mas podemos também encontrar deiscência de partes moles, falhas protéticas ou sangramento (Solà Pérez et al., 2022).

A prevenção e tratamento de complicações é um desafio em aberto com diversas linhas de pesquisa em andamento. Diferentes abordagens visam reduzir e prevenir as complicações dos tecidos moles. Uma nova metodologia conhecida como *Zygoma Anatomy-Guided Approach* (ZAGA) para fornecer tratamento específico a cada paciente. O ZAGA envolve uma variedade de possibilidades de trajetória do implante desde o intra sinus até uma eventual passagem extra sinusal de acordo com as variações da anatomia do paciente. Além disso, em algumas situações anatômicas, a técnica extra maxilar permite manter intacta a membrana sinusal e, assim, evitar complicações rinossinusais. Finalmente, espera-se que um posicionamento protético do implante com um design biomecânico otimizado da prótese reduza as complicações protéticas. É um tratamento muito sensível e classificado como cirurgia de grande porte com muitos riscos anatômicos a serem considerados. Essa técnica requer longa curva de aprendizado e experiência avançada do cirurgião porque tem uma dimensão invasiva (Solà Pérez et al., 2022).

III CONCLUSÃO

Os implantes oferecem uma solução terapêutica fixa e confiável para edentulismo parcial ou total. No entanto, as regiões posteriores da maxila frequentemente revelam insuficiência óssea vertical que pode complicar a colocação do implante. Com efeito, essa região é particularmente sujeita à reabsorção do rebordo alveolar acompanhada de pneumatização do seio devido à perda de dentes. Com o passar do tempo, observamos uma altura óssea residual e uma densidade óssea cada vez menor, o que representa um grande obstáculo para a estabilidade primária no caso de colocação de implantes. Na tentativa de resolver esse problema, nasceu o *sinus lift*. Tatum e Summers são os respectivos precursores das abordagens lateral e crestal para elevação do seio maxilar. Cada técnica tendo indicações específicas, como vimos, cabe também ao cirurgião-dentista escolher aquela com a qual se sente mais confortável de acordo com o perfil do paciente também.

Nos últimos 30 anos, a elevação do seio maxilar foi estabelecida como um padrão aceito para o tratamento da maxila edêntula. Esta cirurgia está em constante evolução. Ela conhece um bom número de técnicas diferentes, sempre com o objetivo de torná-la menos invasiva, mais agradável para o paciente ou para facilitar a intervenção do cirurgião. Estas novas abordagens envolvem, em particular, a inovação de novos instrumentos e novos dispositivos.

Após a técnica padrão de Summer para a abordagem transalveolar, várias modificações foram descritas na literatura. Um dos objetivos de todas essas técnicas é reduzir ou eliminar golpes de martelo e, portanto, reduzir o desconforto do paciente. Técnicas baseadas em osteótomos, que ainda usam osteótomos para fraturas do pavimento do seio, aliviam esse problema, mas outras técnicas eliminam essa etapa.

Ao longo do tempo, vimos o aparecimento no mercado de novos kits de brocas, dispositivos que operam por pressão hidráulica ou a implantação dos instrumentos piezoelétricos ou magnetodinâmicos. Esses novos métodos têm todas as suas vantagens e desvantagens e alguns ainda carecem de acompanhamento e estudos de longo prazo e com maior número de doentes e de implantes colocados.

Ao nível dos materiais de preenchimento, o autoenxerto tem sido considerado o *Gold standart* desde que cumpriu as 3 funções ideais de um material de enxerto, osteogênese,

osteoidução e osteocondução. Sua alta morbidade, disponibilidade limitada e significativa reabsorção do enxerto levaram ao desenvolvimento de outros tipos de enxertos. Na prática clínica, podem ser encontrados em particular autoenxertos, aloenxertos, xenoenxertos, materiais de enxerto aloplásticos, a combinação de diferentes materiais de enxerto e fatores de crescimento. Nos casos em que a altura do osso residual o permite, vemos cada vez mais elevações do seio sem enxerto ósseo.

Com ou sem enxerto ósseo, observam-se boas taxas de sobrevivência dos implantes. A elevação do seio maxilar é uma cirurgia que pode ser realizada no consultório dentário sob anestesia local e com complicações limitadas. Embora existam contraindicações relativas ao procedimento, quase não há contraindicações absolutas.

Existem alternativas a esta cirurgia, como os implantes curtos e embora estes se tenham mostrado eficazes a curto prazo, ainda carecem de estudos de longo prazo para apoiar o uso rotineiro. As abordagens laterais e crestal com ou sem preenchimento ósseo tornaram-se prática comum na cirurgia oral moderna com resultados clinicamente muito interessantes do ponto de vista cirúrgico e protético. A cirurgia de elevação do seio é uma solução confiável para pacientes cujo objetivo é restaurar o sorriso.

BIBLIOGRAFIA

- Ariji, Y., Kuroki, T., Moriguchi, S., Ariji, E., & Kanda, S. (1994). Age changes in the volume of the human maxillary sinus: a study using computed tomography. *Dentomaxillofacial Radiology*, 23(3), 163–168. <https://doi.org/10.1259/dmfr.23.3.7835518>
- Asawa, N., Bulbule, N., Kakade, D., & Shah, R. (2015). Angulated implants: An alternative to bone augmentation and sinus lift procedure: Systematic review. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 9(3), ZE10–ZE13. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2015/11368.5655>
- Asmael, H. M. (2018). Is antral membrane balloon elevation truly minimally invasive technique in sinus floor elevation surgery? A systematic review. *International Journal of Implant Dentistry*, 4(1), 12. <https://doi.org/10.1186/s40729-018-0123-9>
- Ata-Ali, J., Peñarrocha-Oltra, D., Candel-Marti, E., & Peñarrocha-Diago, M. (2012). Oral rehabilitation with tilted dental implants: A metaanalysis. *Medicina Oral, Patologia Oral y Cirugia Bucal*, 17(4). <https://doi.org/10.4317/medoral.17674>
- Baldini, N., D'Elia, C., Bianco, A., Goracci, C., de Sanctis, M., & Ferrari, M. (2017). Lateral approach for sinus floor elevation: large versus small bone window – a split-mouth randomized clinical trial. *Clinical Oral Implants Research*, 28(8), 974–981. <https://doi.org/10.1111/clr.12908>
- Bennardo, F., Barone, S., Vocaturo, C., Nucci, L., Antonelli, A., & Giudice, A. (2022). Usefulness of Magnetic Mallet in Oral Surgery and Implantology: A Systematic Review. In *Journal of Personalized Medicine* (Vol. 12, Issue 1). MDPI. <https://doi.org/10.3390/jpm12010108>
- Bensaha, T. (2011). Evaluation of the capability of a new water lift system to reduce the risk of Schneiderian membrane perforation during sinus elevation. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 40(8), 815–820. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2011.04.005>
- Bhalla, N., & Dym, H. (2021). Update on Maxillary Sinus Augmentation. In *Dental Clinics of North America* (Vol. 65, Issue 1, pp. 197–210). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2020.09.013>

- Boyne, P. J., & James, R. A. (1980). Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. *Journal of Oral Surgery (American Dental Association : 1965)*, 38(8), 613–616.
- Browaeys, H., Bouvry, P., & De Bruyn, H. (2007). A literature review on biomaterials in sinus augmentation procedures. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 9(3), 166–177. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2007.00050.x>
- Chan, H. L., & Wang, H. L. (2011). Sinus pathology and anatomy in relation to complications in lateral window sinus augmentation. *Implant Dentistry*, 20(6), 406–412. <https://doi.org/10.1097/ID.0b013e3182341f79>
- Chen, L., & Cha, J. (2005). An 8-Year Retrospective Study: 1,100 Patients Receiving 1,557 Implants Using the Minimally Invasive Hydraulic Sinus Condensing Technique. *Journal of Periodontology*, 76(3), 482–491. <https://doi.org/10.1902/jop.2005.76.3.482>
- Crespi, R., Capparè, P., & Gherlone, E. (2013). Electrical Mallet Provides Essential Advantages in Maxillary Bone Condensing. A Prospective Clinical Study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 15(6), 874–882. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2011.00432.x>
- Danesh-Sani, S. A., Engebretson, S. P., & Janal, M. N. (2017). Histomorphometric results of different grafting materials and effect of healing time on bone maturation after sinus floor augmentation: a systematic review and meta-analysis. In *Journal of Periodontal Research* (Vol. 52, Issue 3, pp. 301–312). Blackwell Munksgaard. <https://doi.org/10.1111/jre.12402>
- Danesh-Sani, S. A., Loomer, P. M., & Wallace, S. S. (2016). A comprehensive clinical review of maxillary sinus floor elevation: anatomy, techniques, biomaterials and complications. In *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* (Vol. 54, Issue 7, pp. 724–730). Churchill Livingstone. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2016.05.008>
- Dentium. (2023). *MIAMBE* [image]. Retirado de: <https://www.dentogem-dentium.com/img/cms/Catalogues/Why%20Dentium.pdf>
- Dentium. (2023). *DASK* [image]. Retirado de: <https://pdf.medicalexpo.com/pdf/dentium/dask-1402/72062-137345.html>
- Esposito, M., Grusovin, M. G., Felice, P., Karatzopoulos, G., Worthington, H. V., & Coulthard, P. (2009). Interventions for replacing missing teeth: horizontal and vertical bone

- augmentation techniques for dental implant treatment. Cochrane Database of Systematic Reviews. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003607.pub4>
- Esposito, M., Lecturer, S., Surgery, M., Oral, C., Professor, A., Gabriella Grusovin, M., Karasoulos, D., Felice, P., Alissa, R., Student in Oral, D., Rees, J., Worthington, H., & Coulthard, P. (2010). Effectiveness of sinus lift procedures for dental implant rehabilitation: a Cochrane systematic review Key words bone augmentation, dental implant, randomised controlled clinical trial, sinus lift, systematic review Conflict-of-interest statement: Introduction n. In REVIEW Eur J Oral Implantol (Vol. 3, Issue 1). www.cochrane.org/
- Göçmen, G., & Özkan, Y. (2017). Maxillary Sinus Augmentation for Dental Implants. In Paranasal Sinuses. InTech. <https://doi.org/10.5772/intechopen.69063>
- Insua, A., Monje, A., Chan, H. L., & Wang, H. L. (2018). Association of Inflammatory Status and Maxillary Sinus Schneiderian Membrane Thickness. Clinical Oral Investigations, 22(1), 245–254. <https://doi.org/10.1007/s00784-017-2105-3>
- Iwanaga, J., Wilson, C., Lachkar, S., Tomaszewski, K. A., Walocha, J. A., & Tubbs, R. S. (2019). Clinical anatomy of the maxillary sinus: Application to sinus floor augmentation. Anatomy and Cell Biology, 52(1), 17–24. <https://doi.org/10.5115/acb.2019.52.1.17>
- Jeder. (2021) *Jeder-System* [image]. Retirado de: <https://jedersystem.com/en/system/>
- Jesch, P., Bruckmoser, E., Bayerle, A., Eder, K., Bayerle-Eder, M., & Watzinger, F. (2013). A pilot-study of a minimally invasive technique to elevate the sinus floor membrane and place graft for augmentation using high hydraulic pressure: 18-month follow-up of 20 cases. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology, 116(3), 293–300. <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2013.05.014>
- Jordi, C., Mukaddam, K., Lambrecht, J. T., & Kühl, S. (2018). Membrane perforation rate in lateral maxillary sinus floor augmentation using conventional rotating instruments and piezoelectric device—a meta-analysis. International Journal of Implant Dentistry, 4(1), 3. <https://doi.org/10.1186/s40729-017-0114-2>
- Kan, J. Y. K., Rungcharassaeng, K., Lozada, J. L., & Goodacre, C. J. (1999). Effects of smoking on implant success in grafted maxillary sinuses. The Journal of Prosthetic Dentistry, 82(3), 307–311. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(99\)70085-5](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(99)70085-5)
- Kao, D. W. K. (2014). Clinical Maxillary Sinus Elevation Surgery.

- Kim, H. J., Yea, S., Kim, K., Lee, Y., Ku, Y., Rhyu, I., & Seol, Y. (2020). A retrospective study of implants placed following 1-stage or 2-stage maxillary sinus floor augmentation by the lateral window technique performed on residual bone of ≤ 4 mm: Results up to 10 years of follow-up. *Journal of Periodontology*, 91(2), 183–193. <https://doi.org/10.1002/JPER.19-0066>
- Kim, J., & Jang, H. (2019). A review of complications of maxillary sinus augmentation and available treatment methods. *Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 45(4), 220–224. <https://doi.org/10.5125/jkaoms.2019.45.4.220>
- Kim, J.-W., & Kwon, T.-G. (2014). Bisphosphonate-Related Osteonecrosis of the Jaw at a Previously Grafted Sinus. *Implant Dentistry*, 23(1), 18–21. <https://doi.org/10.1097/ID.0000000000000005>
- Kim, Y.-K., Cho, Y.-S., & Yun, P.-Y. (2013). Assessment of dentists' subjective satisfaction with a newly developed device for maxillary sinus membrane elevation by the crestal approach. *Journal of Periodontal & Implant Science*, 43(6), 308. <https://doi.org/10.5051/jpis.2013.43.6.308>
- Kotsakis, G. A., & Mazor, Z. (2015). A simplified approach to the minimally invasive antral membrane elevation technique utilizing a viscoelastic medium for hydraulic sinus floor elevation. *Oral and Maxillofacial Surgery*, 19(1), 97–101. <https://doi.org/10.1007/s10006-014-0473-2>
- Krennmair, G., Ulm, C. W., Lugmayr, H., & Solar, P. (1999). The Incidence, Location, and Height of Maxillary Sinus Septa in the Edentulous and Dentate Maxilla. In *J Oral Maxillofac Surg* (Vol. 671).
- Kumar, Ds., Jayakumar, N., Padmalatha, O., Sankari, M., & Varghese, S. (2013). Effect of maxillary sinus floor augmentation without bone grafts. *Journal of Pharmacy And Bioallied Sciences*, 5(3), 176. <https://doi.org/10.4103/0975-7406.116795>
- Lafzi, A., Atarbashi-Moghadam, F., Amid, R., & Sijanivandi, S. (2021). Different techniques in transalveolar maxillary sinus elevation: A literature review. *Journal of Advanced Periodontology & Implant Dentistry*, 13(1), 35–42. <https://doi.org/10.34172/japid.2021.004>
- Lozada, J. L., Goodacre, C., Al-Ardah, A. J., & Garbacea, A. (2011). Lateral and crestal bone planing antrostomy: A simplified surgical procedure to reduce the incidence of membrane

- perforation during maxillary sinus augmentation procedures. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 105(3), 147–153. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(11\)60020-6](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(11)60020-6)
- Maló, P., Rangert, B., & Nobre, M. (2003). “All-on-Four” Immediate-Function Concept with Brånemark System® Implants for Completely Edentulous Mandibles: A Retrospective Clinical Study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 5, 2–9. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2003.tb00010.x>
- Mandelaris, G. A. (2008). A novel approach to the antral sinus bone graft technique: The use of a prototype cutting guide for precise outlining of the lateral wall. A case report. <https://www.researchgate.net/publication/23790108>
- Martins, M., de Andrade Vieira, W., Paranhos, L. R., Motta, R. H. L., dos Santos-Ribeiro da Silva, C. E. X., Rodriguez, A. C., & Ramacciato, J. C. (2021). Compariso of piezosurgery and conventional rotary instruments in schneider’s membrane sinus lifting: A pilot randomized trial. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 13(8), 802–808. <https://doi.org/10.4317/jced.57953>
- Mectron. (2023). *PIEZOSURGERY* ® [Image]. Retirado de: <https://dental.mectron.com/products/piezosurgery/>
- META. (2023). *Smart Lift* [Image]. Retirado de: <https://directdentalsupplies.nl/storage/uploads/products/brochure-smart-lift-ing-20180320-1438.pdf>
- Micheau, A., & Hoa, D. (2023). *Atlas d’anatomie de la cavité nasale et des sinus de la face*. IMAIOS. https://www.imaios.com/fr/e-anatomy/tete-et-cou/cavite-nasale?mic=nose-nasal-cavity-illustrations&afi=12&is=780&il=fr&l=fr_FR&ul=true
- Mohan, N., Wolf, J., & Dym, H. (2015). Maxillary Sinus Augmentation. In *Dental Clinics of North America* (Vol. 59, Issue 2, pp. 375–388). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2014.10.001>
- Molina, A., Sanz-Sánchez, I., Sanz-Martín, I., Ortiz-Vigón, A., & Sanz, M. (2022). Complications in sinus lifting procedures: Classification and management. In *Periodontology 2000* (Vol. 88, Issue 1, pp. 103–115). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1111/prd.12414>
- Neobiotech. (2023). *SCA Kit*. [image] Retirado de: <https://www.neobiotech.com/product-detail/sca-kit>

- Neugebauer, J., Nickenig, H.S., Zöller, J.E. (2016). Update on short, angulated and diameter-reduced implants. 11th European Consensus Conference (EuCC) 2016 in Cologne Guideline, 6 February 2016.
- Osman, A. H., Mansour, H., Atef, M., & Hakam, M. (2018). Computer guided sinus floor elevation through lateral window approach with simultaneous implant placement. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 20(2), 137–143. <https://doi.org/10.1111/cid.12559>
- Osseotouch. (2022). *Magnetic Mallet* [image]. Retirado de: <https://www.osseotouch.com/en/magnetic-mallet/>
- OSSTEM. (2023). *CAS kit* [image]. Retirado de : <https://www.osstemuk.com/surgery-kits/cas-kit-sinus-lifting-implantology-dental-implants/>
- Pariente, L., Dada, K., & Daas, M. (2014). Mini-lateral windows for minimally invasive maxillary sinus augmentation: Case series of a new technique. *Implant Dentistry*, 23(4), 371–377. <https://doi.org/10.1097/ID.0000000000000119>
- Penarrocha-Diago, M., Galan-Gil, S., Carrillo-Garcia, C., Penarrocha-Diago, D., & Penarrocha-Diago, M. (2012). Transcrestal sinus lift and implant placement using the sinus balloon technique. *Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal*, e122–e128. <https://doi.org/10.4317/medoral.17268>
- Pozzi, A., & Moy, P. K. (2014). Minimally invasive transcrestal guided sinus lift (TGSL): A clinical prospective proof-of-concept cohort study up to 52 months. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 16(4), 582–593. <https://doi.org/10.1111/cid.12034>
- Raja, S. V. (2009). Management of the Posterior Maxilla With Sinus Lift: Review of Techniques. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 67(8), 1730–1734. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2009.03.042>
- Romeo, E., Bivio, A., Mosca, D., Scanferla, M., Ghisolfi, M., & Storelli, S. (2010). The use of short dental implants in clinical practice: literature review. *Minerva Stomatologica*, 59(1–2), 23–31.
- Rosano, G., Taschieri, S., Gaudy, J. F., Weinstein, T., & Del Fabbro, M. (2011). Maxillary sinus vascular anatomy and its relation to sinus lift surgery. *Clinical Oral Implants Research*, 22(7), 711–715. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2010.02045.x>

- Rosen, P. S., Summers, R., Mellado, J. R., Salkin, L. M., Shanaman, R. H., Marks, M. H., & Fugazzotto, P. A. (1999). The bone-added osteotome sinus floor elevation technique: multicenter retrospective report of consecutively treated patients. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 14(6), 853–858.
- Schwartz-Arad, D., Herzberg, R., & Dolev, E. (2004). The Prevalence of Surgical Complications of the Sinus Graft Procedure and Their Impact on Implant Survival. *Journal of Periodontology*, 75(4), 511–516. <https://doi.org/10.1902/jop.2004.75.4.511>
- Sharan, A., & David Madjar, /. (2008). Maxillary Sinus Pneumatization Following Extractions: A Radiographic Study (Vol. 23, Issue 1).
- Sharma, A., & Rahul, G. R. (2013). Zygomatic implants/fixture: A systematic review. In *Journal of Oral Implantology* (Vol. 39, Issue 2, pp. 215–224). <https://doi.org/10.1563/AAID-JOI-D-11-00055>
- Sindel, A., Mustafa Özarslan, M., & Özalp, Ö. (2019). Management of the Complications of Maxillary Sinus Augmentation. In *Challenging Issues on Paranasal Sinuses*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.80603>
- Solà Pérez, A., Pastorino, D., Aparicio, C., Pegueroles Neyra, M., Khan, R. S., Wright, S., & Ucer, C. (2022). Success Rates of Zygomatic Implants for the Rehabilitation of Severely Atrophic Maxilla: A Systematic Review. In *Dentistry Journal* (Vol. 10, Issue 8). MDPI. <https://doi.org/10.3390/dj10080151>
- Soltan, M., & Smiler, D. G. (2005). Antral Membrane Balloon Elevation. *Journal of Oral Implantology*, 31(2), 85–90. <https://doi.org/10.1563/0-773.1>
- Soltan, M., Smiler, D., Ghostine, M., Prasad, H. S., & Rohrer, M. D. (2011). The Crestal Approach: Antral Membrane Elevation Via a Post Graft. *Implant Dentistry*, 20(3), e53–e60. <https://doi.org/10.1097/ID.0b013e31821819de>
- Spinelli, D. (2015). Transcrestal guided sinus lift without grafting materials: a 36 months clinical prospective study. *Oral & Implantology*. <https://doi.org/10.11138/orl/2015.8.2.074>
- Srouji, S., Kizhner, T., Ben David, D., Riminucci, M., Bianco, P., & Livne, E. (2009). The schneiderian membrane contains osteoprogenitor cells: In vivo and in vitro study. *Calcified Tissue International*, 84(2), 138–145. <https://doi.org/10.1007/s00223-008-9202-x>

- Stern, A., & Green, J. (2012). Sinus Lift Procedures: An Overview of Current Techniques. *Dental Clinics of North America*, 56(1), 219–233. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2011.09.003>
- Stumbras, A., Krukis, M. M., Januzis, G., & Juodzbaly, G. (2019). Regenerative bone potential after sinus floor elevation using various bone graft materials: a systematic review. *Quintessence International* (Berlin, Germany : 1985), 50(7), 548–558. <https://doi.org/10.3290/j.qi.a42482>
- Summers, R. B. (1998). Sinus floor elevation with osteotomes. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 10(3), 164–171. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.1998.tb00352.x>
- Tan, W. L., Wong, T. L. T., Wong, M. C. M., & Lang, N. P. (2012). A systematic review of post-extractional alveolar hard and soft tissue dimensional changes in humans. *Clinical Oral Implants Research*, 23, 1–21. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2011.02375.x>
- Tatum, H. (1986). Maxillary and sinus implant reconstructions. *Dental Clinics of North America*, 30(2), 207–229.
- Testori, T. (n.d.). Maxillary sinus surgery: Anatomy and advanced diagnostic imaging. www.implantologiaitalia.it.
- Torres-Aleman, A., Fernández-Estevan, L., Agustín-Panadero, R., Montiel-Company, J. M., Labaig-Rueda, C., & Mañes-Ferrer, J. F. (2020). Clinical behavior of short dental implants: Systematic review and meta-analysis. In *Journal of Clinical Medicine* (Vol. 9, Issue 10, pp. 1–16). MDPI. <https://doi.org/10.3390/jcm9103271>
- Trombelli, L., Farina, R., Peñarrocha Oltra, D., & Franceschetti, G. (2018). A minimally invasive technique for transcrestal sinus floor elevation. *J Oral Science Rehabilitation*, 4(4), 26–36.
- Valentini, P., & Artzi, Z. (2022). Sinus augmentation procedure via the lateral window technique—Reducing invasiveness and preventing complications: A narrative review. In *Periodontology 2000*. John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1111/prd.12443>
- Van Den Bergh, J. P. A., Ten Bruggenkate, C. M., Disch, F. J. M., & Tuinzing, D. B. (2000). Anatomical aspects of sinus floor elevations. *Clinical Oral Implants Research*, 11(3), 256–265. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.2000.011003256.x>

- Vercellotti, T., De Paoli, S., & Nevins, M. (2001). The piezoelectric bony window osteotomy and sinus membrane elevation: introduction of a new technique for simplification of the sinus augmentation procedure. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 21(6), 561–567.
- Visale, K., Manimala, V., Vidhyasankari, N., & Shanmugapriya, S. V. (2021). Magnetic mallets – A stroke of luck in implantology: A review. *Journal of Academy of Dental Education*, 7, 6. https://doi.org/10.25259/JADE_5_2021
- Wallace, S. S., & Froum, S. J. (2003). Effect of Maxillary Sinus Augmentation on the Survival of Endosseous Dental Implants. *A Systematic Review* (Vol. 8, Issue 1).
- Wallace, S. S., Tarnow, D. P., Froum, S. J., Cho, S. C., Zadeh, H. H., Stoupel, J., Fabbro, M. Del, & Testori, T. (2012). Maxillary sinus elevation by lateral window approach: Evolution of technology and technique. *Journal of Evidence-Based Dental Practice*, 12(3 SUPPL.), 161–171. [https://doi.org/10.1016/S1532-3382\(12\)70030-1](https://doi.org/10.1016/S1532-3382(12)70030-1)
- Woo, I., & Le, B. T. (2004). Maxillary sinus floor elevation: Review of anatomy and two techniques. In *Implant Dentistry* (Vol. 13, Issue 1, pp. 28–32). <https://doi.org/10.1097/01.ID.0000116369.66716.12>
- Zagalo, C., Santos, J. M., Cavacas, A., Silva, A. J. S., Evangelista, J. G., Oliveira, P., & Tavares, V. (2010). *Anatomia da cabeça e pescoço e anatomia dentária*. (Egas Moniz Publicações, Ed.; 1st edition).
- Zhou, X., Hu, X. L., Li, J. H., & Lin, Y. (2017). Minimally Invasive Crestal Sinus Lift Technique and Simultaneous Implant Placement. *The Chinese Journal of Dental Research : The Official Journal of the Scientific Section of the Chinese Stomatological Association (CSA)*, 20(4), 211–218. <https://doi.org/10.3290/j.cjdr.a39220>
- Zhu, L., Yang, J., Gong, J., Zhang, C., Ganss, B., & Wang, H. (2021). Early bone formation in mini-lateral window sinus floor elevation with simultaneous implant placement: An in vivo experimental study. *Clinical Oral Implants Research*, 32(4), 448–459. <https://doi.org/10.1111/clr.13714>
- Zitzmann, N. U., & Schärer, P. (1998). Sinus elevation procedures in the resorbed posterior maxilla. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 85(1), 8–17. [https://doi.org/10.1016/S1079-2104\(98\)90391-2](https://doi.org/10.1016/S1079-2104(98)90391-2)