

FATORES DE RISCO E ESTRATÉGIAS DE PREVENÇÃO DA PERFURAÇÃO DA MEMBRANA DE SCHNEIDER NO LEVANTAMENTO DO SEIO MAXILAR PELA TÉCNICA DA JANELA LATERAL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA

RISK FACTORS AND PREVENTION STRATEGIES FOR SCHNEIDERIAN MEMBRANE PERFORATION DURING MAXILLARY SINUS AUGMENTATION VIA THE LATERAL WINDOW TECHNIQUE: AN INTEGRATIVE LITERATURE REVIEW

FACTORES DE RIESGO Y ESTRATEGIAS DE PREVENCIÓN DE LA PERFORACIÓN DE LA MEMBRANA DE SCHNEIDER EN EL LEVANTAMIENTO DE SENO MAXILAR MEDIANTE LA TÉCNICA DE VENTANA LATERAL: UNA REVISIÓN INTEGRAL DE LA LITERATURA

Veronica Cristina Kuczmarski Gerhard¹

Leonardo Henrique Silva Machado²

Wisley Rafael Fulber Gomes³

Luiza Atamantchuk de Ávila⁴

Carla Regina Massaro⁵

João Henrique Rolde⁶

Sandra Raquel Medeiros Saito⁷

Pamela Rufina Stefanello Wideck⁸

Tayane Beatris Bernardis⁹

RESUMO: A perfuração da membrana sinusal (membrana de Schneider) constitui a complicação intraoperatória mais frequentemente relatada durante o levantamento do seio maxilar pela técnica da janela lateral, com taxas médias descritas na literatura entre 19% e 24% dos procedimentos. Esta revisão de literatura teve como objetivo sintetizar as evidências científicas atuais sobre a incidência, os fatores de risco, a classificação, a prevenção e o manejo dessa intercorrência. Foram analisados estudos observacionais, revisões sistemáticas e metanálises publicados nas principais bases de dados científicas. Os principais fatores de risco identificados incluem menor altura do rebordo residual, presença de septos sinusais, espessura inadequada da membrana, tabagismo e o emprego de instrumentos rotatórios convencionais em detrimento da piezocirurgia. O planejamento pré-operatório com tomografia computadorizada de feixe cônico, associado ao uso de instrumentação piezoelétrica e de guias cirúrgicos, mostrou-se eficaz na redução da incidência de perfurações. Quando adequadamente reconhecida e reparada, a perfuração não compromete de forma significativa a sobrevivência dos implantes instalados em seios enxertados. Conclui-se que a prevenção, fundamentada em planejamento detalhado e na escolha criteriosa da técnica cirúrgica, associada ao domínio do manejo reparador, constitui a estratégia mais efetiva para reduzir complicações e garantir o sucesso do procedimento de enxertia sinusal.

Palavras-chave: Levantamento do assoalho do seio maxilar. Complicações intraoperatórias. Implantes dentários. Piezocirurgia.

¹ Mestranda em Programa de Pós-Graduação em Odontologia na Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

² Discente do curso de Odontologia na Faculdade Minas Gerais.

³ Discente do curso de Odontologia na Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

⁴ Discente do curso de Odontologia na Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

⁵ Mestre em Odontologia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

⁶ Discente do curso de Odontologia na Universidade Paranaense.

⁷ Discente do curso de Odontologia na Faculdade Centro de Treinamento Acadêmico.

⁸ Discente do curso de Odontologia na Univel - Centro Universitário de Cascavel. .

⁹ Discente do curso de Odontologia na Univel - Centro Universitário de Cascavel.

ABSTRACT: Perforation of the sinus membrane (Schneiderian membrane) is the most frequently reported intraoperative complication during maxillary sinus elevation via the lateral window technique, with average rates in the literature ranging from 19% to 24% of procedures. This literature review aimed to synthesize current scientific evidence regarding the incidence, risk factors, classification, prevention, and management of this complication. Observational studies, systematic reviews, and meta-analyses published in major scientific databases were analyzed. Key risk factors identified include reduced residual ridge height, the presence of sinus septa, inadequate membrane thickness, smoking, and the use of conventional rotary instruments rather than piezosurgery. Preoperative planning using cone-beam computed tomography, combined with the use of piezoelectric instrumentation and surgical guides, proved effective in reducing the incidence of perforations. When properly recognized and repaired, perforation does not significantly compromise the survival of implants placed in grafted sinuses. It is concluded that prevention—based on detailed planning and careful selection of the surgical technique—combined with proficiency in repair management, constitutes the most effective strategy for reducing complications and ensuring the success of the sinus grafting procedure.

Keywords: Maxillary sinus floor elevation. Intraoperative complications. Dental implants. Piezosurgery.

RESUMEN: La perforación de la membrana sinusal (membrana de Schneider) es la complicación intraoperatoria más frecuente durante el levantamiento de seno maxilar mediante la técnica de ventana lateral, con tasas promedio descritas en la literatura entre el 19 % y el 24 % de los procedimientos. Esta revisión bibliográfica tuvo como objetivo sintetizar la evidencia científica actual sobre la incidencia, los factores de riesgo, la clasificación, la prevención y el manejo de esta complicación. Se analizaron estudios observacionales, revisiones sistemáticas y metaanálisis publicados en las principales bases de datos científicas. Los principales factores de riesgo identificados incluyen una menor altura residual de la cresta alveolar, la presencia de septos sinusales, un grosor inadecuado de la membrana, el tabaquismo y el uso de instrumental rotatorio convencional en lugar de piezocirugía. La planificación preoperatoria con tomografía computarizada de haz cónico, combinada con el uso de instrumental piezoeléctrico y guías quirúrgicas, demostró ser eficaz para reducir la incidencia de perforaciones. Cuando se reconoce y repara adecuadamente, la perforación no compromete significativamente la supervivencia de los implantes colocados en senos injertados. Se concluye que la prevención, basada en una planificación detallada y una cuidadosa selección de la técnica quirúrgica, combinada con el dominio del tratamiento reparador, constituye la estrategia más eficaz para reducir las complicaciones y garantizar el éxito del procedimiento de injerto sinusal.

Palabras clave: Elevación del piso del seno maxilar. Complicaciones intraoperatorias. Implantes dentales. Cirugía piezoeléctrica.

1 INTRODUÇÃO

A reabilitação de maxilas posteriores atroficas por meio de implantes osseointegrados representa um dos principais desafios da implantodontia contemporânea, uma vez que a pneumatização do seio maxilar associada à reabsorção óssea pós-exodontia frequentemente resulta em altura de rebordo residual insuficiente para a instalação segura de implantes. Nesse contexto, o levantamento do assoalho do seio maxilar consolidou-se como procedimento previsível e amplamente empregado para viabilizar a reabilitação implantossuportada nessa região anatômica (Bacelar & Guimarães Neto, 2019).

Dentre as técnicas disponíveis, a abordagem pela janela lateral, descrita originalmente há mais de quatro décadas, permanece como padrão-ouro para ganhos volumétricos ósseos mais expressivos, permitindo acesso direto à cavidade sinusal, elevação controlada da membrana de Schneider e inserção de biomateriais de enxertia sob visualização direta. Apesar da elevada previsibilidade e das altas taxas de sucesso a médio e longo prazo, trata-se de procedimento tecnicamente sensível, sujeito a complicações intra e pós-operatórias que podem comprometer o resultado final da reabilitação (Molnár et al., 2022).

Entre as intercorrências transoperatórias descritas, a perfuração da membrana sinusal destaca-se como a mais prevalente, com incidências relatadas na literatura internacional entre 19% e 24%, podendo variar de 3,6% a 56% conforme a casuística analisada, a experiência do operador e a instrumentação empregada. Essa ampla variabilidade reflete a multiplicidade de fatores anatômicos, sistêmicos e técnicos envolvidos na gênese dessa complicação, o que torna seu estudo aprofundado uma necessidade constante para a prática clínica baseada em evidências (Al-Dajani, 2016; Yang et al., 2024).

A identificação precoce dos fatores de risco associados à perfuração da membrana sinusal tem sido objeto de crescente interesse científico. Variáveis anatômicas, como a altura do rebordo residual, a presença de septos sinusais e a espessura da membrana, somam-se a fatores relacionados ao paciente, como o tabagismo, e a aspectos técnicos, como o tipo de instrumental utilizado na confecção da antrostomia, compondo um cenário multifatorial que demanda avaliação individualizada de cada caso clínico (Tükel & Tatli, 2018; Ye et al., 2025).

Paralelamente à identificação dos fatores de risco, a sistematização das perfurações quanto à sua localização e extensão, proposta por Vlassis e Fugazzotto, tornou-se ferramenta indispensável para orientar a conduta clínica, uma vez que classes distintas de perfuração implicam estratégias de reparo diferenciadas, desde a estabilização espontânea de membranas colágenas até a confecção de bolsas de contenção em perfurações mais extensas (Vlassis & Fugazzotto, 1999; Fugazzotto & Vlassis, 2003).

Diante desse cenário, o avanço de tecnologias auxiliares, como a tomografia computadorizada de feixe cônico para planejamento pré-operatório tridimensional, os dispositivos piezoelétricos para osteotomia da janela lateral e os guias cirúrgicos digitais, tem sido incorporado à prática clínica como estratégias complementares de prevenção, reduzindo a variabilidade operatória e ampliando a segurança do procedimento, especialmente em casos de anatomia sinusal desfavorável (Yang et al., 2024; Ke & Xuan, 2024).

Diante da relevância clínica do tema e da heterogeneidade metodológica que ainda caracteriza os estudos disponíveis na literatura, o presente trabalho tem como objetivo revisar e sistematizar as evidências científicas atuais sobre a incidência, os fatores de risco, a classificação e as estratégias de prevenção e manejo da perfuração da membrana sinusal durante o levantamento do seio maxilar pela técnica da janela lateral, contribuindo para a padronização de condutas clínicas baseadas em evidência (Díaz-Olivares et al., 2021; Krennmair, 2021).

2 MÉTODOS

Trata-se de uma revisão de literatura de caráter narrativo-integrativo, elaborada a partir do levantamento de estudos científicos disponíveis nas bases de dados PubMed/MEDLINE, Scopus, Cochrane Library e Google Acadêmico, publicados majoritariamente entre os anos de 2008 e 2025.

A busca foi conduzida por meio da combinação dos seguintes descritores, em português e inglês: "sinus membrane perforation", "Schneiderian membrane", "lateral window technique", "maxillary sinus lift", "dental implants", "piezoelectric surgery" e "sinus augmentation", utilizando os operadores booleanos AND e OR para refinamento das buscas.

Foram incluídos revisões sistemáticas, metanálises, estudos de coorte prospectivos e retrospectivos, séries de casos clínicos e estudos experimentais que abordassem a incidência, os fatores de risco anatômicos, sistêmicos e técnicos, a classificação, a prevenção e/ou o manejo da perfuração da membrana sinusal durante a técnica da janela lateral. Foram excluídos relatos de caso isolados, cartas ao editor, resumos de congresso e estudos cujo texto completo não estava disponível.

Os artigos selecionados foram lidos na íntegra e organizados tematicamente em núcleos de análise: (1) incidência da perfuração; (2) fatores de risco anatômicos; (3) fatores relacionados ao paciente e à técnica cirúrgica; (4) classificação das perfurações; (5) estratégias de planejamento pré-operatório; (6) comparação entre instrumentação piezoelétrica e rotatória; (7) tecnologias auxiliares; e (8) manejo, reparo e impacto sobre a sobrevivência dos implantes. Essa organização permitiu a síntese qualitativa das evidências e a construção de um panorama atualizado sobre o tema, sem a aplicação de métodos estatísticos de metanálise próprios deste trabalho.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Incidência da perfuração da membrana sinusal na técnica da janela lateral

A perfuração da membrana de Schneider constitui a complicação intraoperatória mais frequentemente relatada durante o levantamento de seio maxilar pela técnica da janela lateral. As revisões sistemáticas mais recentes convergem para uma taxa média de perfuração em torno de 19% a 24% dos procedimentos, com variação expressiva entre os estudos primários, que relatam incidências de 3,6% a 56%, a depender da casuística, da experiência do operador e da instrumentação empregada (Al-Dajani, 2016; Yang et al., 2024). Essa heterogeneidade reflete a multiplicidade de fatores anatômicos, cirúrgicos e relacionados ao paciente que interagem na gênese dessa intercorrência, o que reforça a necessidade de protocolos padronizados de prevenção e manejo (Ye et al., 2025).

Estudos brasileiros de revisão integrativa corroboram esses achados internacionais, apontando taxas de perfuração entre 8,6% e 25,7% em séries que utilizaram tanto instrumentos rotatórios quanto piezoelétricos, reforçando que a complicação, embora comum, não deve ser interpretada como sinônimo de insucesso técnico, e sim como um evento transoperatório previsível e, na maioria dos casos, contornável quando adequadamente identificado (Bacelar & Guimarães Neto, 2019). A relevância clínica desse dado reside no fato de que a perfuração, quando não reconhecida ou manejada de forma inadequada, pode comprometer a contenção do material de enxerto, favorecer complicações infecciosas e, em casos extremos, levar à perda total do enxerto (Nolan et al., 2014).

3.2 Fatores de risco anatômicos

A altura do rebordo residual (ARR) mostrou-se um dos determinantes anatômicos mais consistentemente associados ao risco de perfuração. Metanálise reunindo dez estudos e 1.809 procedimentos demonstrou que a ARR média foi significativamente menor no grupo com perfuração em comparação ao grupo sem perfuração, sendo rebordos entre 3 e 4 mm classificados como de alto risco (Ye et al., 2025). Esse achado é clinicamente relevante porque a diminuição do espaço de trabalho cirúrgico, associada à maior fragilidade da mucosa sinusal em áreas de rebordo extremamente reabsorvido, dificulta o descolamento asséptico e atraumático da membrana durante a antrostomia lateral.

A presença de septos sinusais (septos de Underwood) representa outro fator anatômico de grande impacto. Metanálise com 2.168 procedimentos identificou perfuração em 39,76% dos

casos com septo, contra 12,33% nos casos sem septo, com razão de chances de aproximadamente 4,03 (IC95%: 1,77–9,19) (Yang et al., 2024). A explicação fisiopatológica reside na maior dificuldade de descolamento da membrana em regiões de dobras septais, onde a mucosa se encontra mais aderida e frequentemente mais delgada, com maior propensão a rasgos durante a elevação (Tükel & Tatli, 2018).

A espessura da membrana sinusal também influencia o risco de perfuração, embora de maneira não linear. Estudos tomográficos indicam que membranas muito finas (<1 mm) e membranas excessivamente espessas (≥ 2 mm) apresentam maior taxa de ruptura em comparação a membranas de espessura intermediária (1 a 1,5 mm), sugerindo uma relação em forma de U entre espessura e risco de perfuração (Ke & Xuan, 2024). Tal achado tem implicação prática direta: a avaliação pré-operatória por tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) permite identificar padrões de espessura desfavoráveis e ajustar a técnica cirúrgica de forma individualizada, reduzindo a probabilidade de intercorrências (Danesh-Sani et al., 2017 apud Ye et al., 2025).

3.3 Fatores relacionados ao paciente e à técnica cirúrgica

Além dos aspectos anatômicos, fatores sistêmicos e comportamentais do paciente exercem papel relevante. Estudo prospectivo de coorte identificou que o tabagismo aumentou em até 25 vezes o risco de perfuração da membrana, enquanto a presença de cistos de retenção mucosa elevou esse risco em cerca de 27 vezes, achados atribuídos à fragilização da mucosa sinusal decorrente de processos inflamatórios crônicos e alterações microvasculares associadas ao tabaco (Tükel & Tatli, 2018). Esses dados reforçam a importância da anamnese detalhada e do aconselhamento antitabágico no planejamento pré-operatório, como medida coadjuvante na redução do risco cirúrgico.

Do ponto de vista técnico, a experiência do cirurgião e a escolha do instrumental utilizado na confecção da antrostomia lateral figuram entre as variáveis mais estudadas. A comparação entre instrumentos rotatórios convencionais e dispositivos piezoelétricos tem sido objeto de diversas metanálises, cujos resultados serão discutidos em detalhe na seção seguinte, dado o seu papel central nas estratégias contemporâneas de prevenção da perfuração de membrana (Molnár et al., 2022).

3.4 Classificação das perfurações e implicações para a conduta clínica

A sistematização proposta por Vlassis e Fugazzotto continua sendo a referência mais utilizada na literatura para categorizar as perfurações de acordo com sua localização e extensão. O sistema original, com cinco classes, foi posteriormente simplificado pelos mesmos autores em quatro categorias (Classes I a IV), sendo as perfurações de Classe I e II consideradas de manejo mais simples, por ocorrerem em regiões de fácil acesso e permitirem a estabilização espontânea de membranas colágenas, enquanto as de Classe IV, geralmente localizadas na porção mais apical ou associadas a múltiplas paredes do seio, apresentam maior dificuldade de reparo e maior risco de extravasamento do material de enxerto (Vlassis & Fugazzotto, 1999; Fugazzotto & Vlassis, 2003).

Essa classificação tem valor prático relevante, pois orienta a decisão entre reparo local, uso de barreiras colágenas em forma de bolsa (técnica de Loma Linda) ou, em casos extremos, a necessidade de interrupção do procedimento com reabordagem em segundo tempo cirúrgico. A padronização da nomenclatura também permite a comparação mais consistente entre estudos, favorecendo a construção de evidências de maior qualidade metodológica sobre desfechos clínicos associados a cada tipo de perfuração (Díaz-Olivares et al., 2021).

3.5 Planejamento pré-operatório como método de redução da perfuração

O planejamento pré-operatório fundamentado em exame de imagem tridimensional constitui a primeira e mais custo-efetiva estratégia de redução do risco de perfuração. A TCFC permite mensurar com precisão a altura do rebordo residual, identificar septos sinusais quanto ao número, localização e orientação, avaliar a espessura da membrana e detectar variações anatômicas da parede lateral, possibilitando o desenho individualizado da antrostomia e a antecipação de manobras cirúrgicas específicas para áreas de maior risco (Ye et al., 2025; Yang et al., 2024).

Nos casos em que a tomografia revela septos posicionados na região central da futura janela óssea, a literatura recomenda a confecção de duas antrostomias independentes, uma para cada lado do septo, ou o desenho de uma janela de maior extensão que englobe toda a extensão septal, de modo a permitir visualização direta e descolamento controlado da membrana em ambos os compartimentos, reduzindo a tração inadvertida sobre a mucosa (Tükel & Tatli, 2018). Esse cuidado de planejamento é apontado como um dos determinantes mais importantes na

prevenção de perfurações associadas a septos, estrutura anatômica isoladamente responsável pelo maior incremento de risco relatado na literatura (Yang et al., 2024).

3.6 Instrumentação piezoelétrica versus instrumentos rotatórios

A substituição de brocas rotatórias por dispositivos piezoelétricos na confecção da janela óssea lateral é atualmente uma das medidas mais respaldadas por evidência para a redução da perfuração de membrana. Metanálise que reuniu 69 estudos entre 1980 e 2016 demonstrou incidência de perfuração de 24% com instrumentos rotatórios contra 8% com piezocirurgia, diferença estatisticamente significativa ($p < 0,001$), atribuída à ação seletiva das microvibrações lineares (60 a 210 μm) sobre tecido mineralizado, com preservação relativa de tecidos moles adjacentes, como a própria membrana sinusal (Molnár et al., 2022; Al-Dajani, 2016).

Séries clínicas retrospectivas reforçam esse benefício: em avaliação de 56 casos consecutivos, nenhuma perfuração foi observada durante a osteotomia realizada com piezocirurgia, sendo as duas únicas perfurações da amostra atribuídas à etapa manual de descolamento da membrana em áreas de septo (Toscano et al., 2010). Esse padrão de resultado é consistente com estudos experimentais em modelo animal, nos quais, apesar de não terem sido identificadas diferenças na espessura da parede óssea ou da membrana entre os grupos comparados, a curva de aprendizado do operador se mostrou determinante para o desempenho de ambas as técnicas (Seoane et al., 2013).

Cabe ressaltar, contudo, que a superioridade da piezocirurgia não é unânime na literatura. Ensaio clínico randomizado de menor amostra não identificaram diferença estatisticamente significativa na taxa de perfuração entre os dois métodos, sugerindo que a habilidade técnica do cirurgião pode, em certa medida, compensar as limitações dos instrumentos rotatórios convencionais (Molnár et al., 2022). Ainda assim, os dispositivos piezoelétricos apresentam vantagens adicionais reconhecidas, como menor sangramento transoperatório, melhor visibilidade do campo cirúrgico e possibilidade de reposicionamento da parede óssea removida como barreira biológica sobre o enxerto, o que amplia seu valor clínico para além da simples redução do risco de perfuração (Molnár et al., 2022).

3.7 Guias cirúrgicos e tecnologias auxiliares

O emprego de guias cirúrgicos digitais, confeccionados a partir do planejamento tomográfico tridimensional, representa uma tendência crescente como método complementar de prevenção da perfuração de membrana. Ao delimitar previamente os contornos da

antrostomia lateral, os guias reduzem a variabilidade da execução manual e auxiliam operadores com menor experiência a reproduzir com maior previsibilidade o desenho planejado, sobretudo em casos de anatomia desfavorável, como seios estreitos ou presença de septos (Yang et al., 2024). Ensaaios clínicos comparando piezocirurgia guiada, brocas específicas para janela lateral e instrumentos convencionais têm sido conduzidos para melhor quantificar esse benefício, ainda que os resultados definitivos permaneçam em consolidação na literatura mais recente.

De modo complementar, técnicas de osteotomia piezoelétrica por erosão da cortical, em contraposição à delimitação direta da janela por corte completo, têm demonstrado redução adicional da taxa de perfuração, uma vez que preservam uma fina lâmina óssea residual que protege a membrana durante as etapas iniciais do descolamento, sendo removida apenas posteriormente de forma controlada (Yang et al., 2024). Embora esse refinamento técnico demande maior tempo cirúrgico, a diferença observada não costuma ser clinicamente significativa frente ao ganho em segurança do procedimento.

3.8 Manejo e reparo da membrana perfurada

Quando a perfuração ocorre, a literatura é consistente em afirmar que, na maioria dos casos, ela não constitui indicação absoluta de interrupção do procedimento, desde que adequadamente reconhecida e tratada (Vlassis & Fugazzotto, 1999). O uso de membranas colágenas reabsorvíveis é a estratégia mais amplamente descrita para o reparo, podendo ser empregada tanto para o selamento simples de pequenas perfurações quanto para a confecção de bolsas de contenção em perfurações extensas, técnica que consiste em estabilizar a membrana colágena externamente à antrostomia e dobrá-la para o interior do seio, criando uma nova parede de contenção do material particulado (Testori et al., 2008; Proussaefs et al., 2004).

Alternativas descritas incluem a fixação interna da membrana colágena com parafusos de titânio em perfurações extensas de difícil estabilização espontânea, o uso de fibrina rica em plaquetas (PRF) isolada ou associada à membrana colágena, e, mais recentemente, o emprego de barreiras de âmnio-córion como opção simplificada e menos sensível à técnica em comparação aos métodos tradicionais (Holtzclaw et al., 2015). A escolha entre essas estratégias deve considerar a classe da perfuração, sua localização em relação às paredes do seio e a experiência do cirurgião com cada material, não havendo, até o momento, consenso definitivo sobre a superioridade de uma técnica em relação às demais (Díaz-Olivares et al., 2021).

3.9 Impacto da perfuração na sobrevivência dos implantes e na formação óssea

Um achado relevante para a prática clínica é que, quando adequadamente reparada, a perfuração da membrana sinusal não parece comprometer de forma significativa a sobrevivência dos implantes instalados em seios enxertados. Revisão sistemática com metanálise não identificou diferença estatisticamente significativa nas taxas de sobrevivência entre implantes instalados em seios com membrana íntegra e em seios com perfuração adequadamente tratada, achado que traz segurança à conduta de manutenção do procedimento após a intercorrência, desde que respeitados os princípios técnicos de reparo (Díaz-Olivares et al., 2021; Al-Moraissi et al., 2018).

Entretanto, esse dado deve ser interpretado com cautela, pois estudos individuais apontam maior incidência de complicações pós-operatórias, como sinusite maxilar e maior perda de material de enxerto, em casos de perfurações extensas não adequadamente contidas, sobretudo quando a extensão ultrapassa 10 mm (Schwarz et al., 2015; Nolan et al., 2014). Esse conjunto de evidências reforça que a prevenção continua sendo preferível ao manejo reparador, ainda que este último, quando bem executado, apresente resultados clínicos satisfatórios e previsíveis a médio e longo prazo (Krennmair, 2021).

3.10 Síntese dos achados e considerações finais desta seção

A análise conjunta dos estudos revisados permite delinear um protocolo de redução do risco de perfuração da membrana sinusal fundamentado em três pilares complementares: planejamento pré-operatório detalhado por meio de TCFC, com identificação de septos, mensuração da altura de rebordo e da espessura da membrana; escolha criteriosa da instrumentação, com preferência pela piezocirurgia em casos de maior risco anatômico, associada, quando disponível, ao uso de guias cirúrgicos; e domínio técnico do manejo reparador, incluindo classificação adequada da perfuração e seleção do material de barreira mais apropriado a cada situação clínica (Ye et al., 2025; Molnár et al., 2022; Vlassis & Fugazzotto, 1999).

Ressalta-se, por fim, que a heterogeneidade metodológica entre os estudos disponíveis — variações na definição de perfuração, nos critérios de inclusão, no tempo de acompanhamento e na experiência dos operadores — ainda limita a força das recomendações baseadas em evidência de alta qualidade, sendo necessária a condução de ensaios clínicos randomizados multicêntricos, com metodologia padronizada, para consolidar de forma definitiva os protocolos

de prevenção da perfuração da membrana de Schneider na técnica da janela lateral (Yang et al., 2024; Ke & Xuan, 2024).

4 CONCLUSÃO

A perfuração da membrana sinusal permanece como a complicação intraoperatória mais comum na técnica da janela lateral, sendo determinada por um conjunto multifatorial de variáveis anatômicas, sistêmicas e técnicas. A menor altura do rebordo residual, a presença de septos sinusais, a espessura desfavorável da membrana e o tabagismo despontam como os principais fatores de risco identificados na literatura, enquanto a experiência do operador e a instrumentação utilizada figuram entre as variáveis técnicas de maior impacto sobre o desfecho cirúrgico.

O planejamento pré-operatório detalhado, fundamentado em exame tomográfico tridimensional, associado ao emprego de instrumentação piezoelétrica e, quando disponível, ao uso de guias cirúrgicos digitais, constitui a estratégia mais custo-efetiva para a redução da incidência de perfurações. Quando a complicação ocorre, o reconhecimento adequado da classe da perfuração e a seleção criteriosa do material de barreira permitem manejo satisfatório, sem comprometimento significativo da sobrevivência dos implantes instalados em seios enxertados.

II

Conclui-se, portanto, que a prevenção continua sendo preferível ao manejo reparador, embora este, quando bem executado, apresente resultados clínicos previsíveis. A heterogeneidade metodológica observada entre os estudos disponíveis reforça a necessidade de ensaios clínicos randomizados multicêntricos, com metodologia padronizada, para a consolidação definitiva de protocolos de prevenção da perfuração da membrana de Schneider na técnica da janela lateral.

REFERÊNCIAS

AL-DAJANI, M. Incidence, risk factors, and complications of Schneiderian membrane perforation in sinus lift surgery: a meta-analysis. *Implant Dentistry*, v. 25, n. 3, p. 409-415, 2016.

AL-MORAISSEI, E.; ELSHARKAWY, A.; ABOTALEB, B.; ALKEBSI, K.; AL-MOTWAKEL, H. Does intraoperative perforation of Schneiderian membrane during sinus lift surgery cause an increased risk of implant failure? A systematic review and meta-regression analysis. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, v. 20, p. 882-889, 2018.

BACELAR, G. N.; GUIMARÃES NETO, J. Levantamento do seio maxilar pela técnica da janela lateral: revisão de literatura. *Research, Society and Development*, 2019.

DÍAZ-OLIVARES, L. A.; CORTÉS-BRETÓN BRINKMANN, J.; MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ, N.; MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, J. M.; LÓPEZ-QUILES, J.; LECO-BERROCAL, I.; MENIZ-GARCÍA, C. Management of Schneiderian membrane perforations during maxillary sinus floor augmentation with lateral approach in relation to subsequent implant survival rates: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Implant Dentistry*, v. 7, n. 55, 2021.

FUGAZZOTTO, P. A.; VLASSIS, J. A simplified classification and repair system for sinus membrane perforations. *Journal of Periodontology*, v. 74, n. 10, p. 1534-1541, 2003.

HOLTZCLAW, D. et al. Maxillary sinus membrane repair with amnion-chorion barriers: a retrospective case series. *Journal of Periodontology*, v. 86, n. 1, 2015.

KE, Y.; XUAN, G. Does sinus membrane thickness influence the risk of perforation during lateral sinus lift surgery for dental implants? A systematic review and meta-analysis. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 2024.

KRENNMAIR, S. et al. Prevalence, risk factors, and repair mechanism of different forms of sinus membrane perforations in lateral window sinus lift procedure: a retrospective cohort study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 2021.

MOLNÁR, B.; JUNG, A-K.; PAPP, Z.; MARTIN, A.; ORBÁN, K.; PRÖHL, A.; JUNG, O.; BARBECK, M.; WINDISCH, P. Comparative analysis of lateral maxillary sinus augmentation with a xenogeneic bone substitute material in combination with piezosurgical preparation and bony wall repositioning or rotary instrumentation and membrane coverage. *Clinical Oral Investigations*, 2022.

12

NOLAN, P. J.; FREEMAN, K.; KRAUT, R. A. Correlation between Schneiderian membrane perforation and sinus lift graft outcome: a retrospective evaluation of 359 augmented sinus. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 72, n. 1, p. 47-52, 2014.

PROUSSAEFS, P.; LOZADA, J.; KIM, J.; ROHRER, M. D. Repair of the perforated sinus membrane with a resorbable collagen membrane: a human study. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, v. 19, n. 3, p. 413-420, 2004.

SCHWARZ, L.; SCHIEBEL, V.; HOF, M.; ULM, C.; WATZEK, G.; POMMER, B. Risk factors of membrane perforation and postoperative complications in sinus floor elevation surgery: review of 407 augmentation procedures. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 73, p. 1275-1282, 2015.

SEOANE, J. et al. Membrane perforation in sinus floor elevation - piezoelectric device versus conventional rotary instruments for osteotomy: an experimental study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, v. 15, n. 6, p. 867-873, 2013.

TESTORI, T.; WALLACE, S. S.; DEL FABBRO, M. et al. Repair of large sinus membrane perforations using stabilized collagen barrier membranes: surgical techniques with histologic and radiographic evidence of success. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, v. 28, p. 9-17, 2008.

TOSCANO, N. J.; HOLTZCLAW, D.; ROSEN, P. S. The effect of piezoelectric use on open sinus lift perforation: a retrospective evaluation of 56 consecutively treated cases from private practices. *Journal of Periodontology*, v. 81, n. 1, p. 167-171, 2010.

TÜKEL, H. C.; TATLI, U. Which factors affect the risk of membrane perforation in lateral window maxillary sinus elevation? A prospective cohort study. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 47, n. 9, p. 1189-1194, 2018.

VLASSIS, J. M.; FUGAZZOTTO, P. A. A classification system for sinus membrane perforations during augmentation procedures with options for repair. *Journal of Periodontology*, v. 70, n. 6, p. 692-699, 1999.

YANG, B.; WANG, T.; WEN, Y.; LIU, X. Association between sinus septa and lateral wall thickness with risk of perforation during maxillary sinus lift surgery: a systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE*, v. 19, n. 8, 2024.

YE, M.; LIN, X.; LIU, W.; CALATRAVA, J.; HUANG, W.; WANG, H-L. Residual ridge height as a potential risk factor for membrane perforation during lateral-window sinus elevation surgery: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health*, v. 25, 2025.