JNT - FACIT BUSINESS AND TECHNOLOGY JOURNAL - ISSN: 2526-4281 - QUALIS B1
ANO 2025 – MÊS DE ABRIL - FLUXO CONTÍNUO – Ed. 61. Vol. 1. Págs. 105-130
DOI: 10.5281/zenodo.15303123

USO DE PLACAS 2.4 MM PARA RECONSTRUÇÃO DE FRATURAS MANDIBULARES: ANÁLISE DE RESULTADOS E APLICAÇÕES CLÍNICAS

USE OF 2.4 MM PLATES FOR RECONSTRUCTION OF MANDIBULAR FRACTURES: ANALYSIS OF OUTCOMES AND CLINICAL APPLICATIONS

Cláudia Elisa Pereira FRAGOSO
Faculdade de Ciências do Tocantins (FACIT)
E-mail: Claudia-fragoso@hotmail.com
ORCID: http://orcid.org/0009-0001-2675-1983

Julia Monteiro Fabrício SKRIVAN
Faculdade de Ciências do Tocantins (FACIT)
E-mail: juliaskrivan@gmail.com
ORCID: http://orcid.org/0009-0008-7710-7961

RESUMO

Introdução: A mandíbula, por sua mobilidade e localização, é frequentemente afetada por traumas de alta energia, como acidentes e violência, levando a fraturas cominutivas complexas. o uso de placas de reconstrução 2.4 mm surgiu como padrão para tratamento, oferecendo estabilidade mecânica e preservação funcional. **Objetivo:** o estudo tem como objetivo revisar a aplicação das placas de 2.4 mm na reconstrução mandibular, avaliando resistência, estabilidade pós-cirúrgica e complicações. **Métodos:** foi realizado uma revisão de literatura em bases como pubmed e lilacs (2012-2024), com palavras-chave: "cirurgia bucomaxilofacial", "fraturas cominutivas", "placas de reconstrução 2.4 mm". Incluíram-se 26 artigos, analisados qualitativamente. **Resultados:** os estudos avaliados mostraram que as placas de 2.4 mm, fabricadas em titânio, demonstraram alta resistência e biomcompatibilidade em fraturas cominutivas, reduziram taxas de infecção e não união, garantindo estabilidade mesmo em mandíbulas atrofiadas. O sistema "locking" minimizou a necessidade de ajuste perfeito ao osso, preservando a vascularização e complicações como fratura da placa e lesão nervosa são raras. A tomografia computadorizada e planejamento virtual otimizaram a precisão cirúrgica. **Conclusão:** a escolha das placas de 2.4 mm deve ser individualizada, considerando localização da fratura, carga biomecânica e condições clínicas. Sua aplicação em casos

complexos mostrou-se superior a técnicas tradicionais, com baixa morbidade e resultados estáveis. A integração entre tecnologia 3d, experiência cirúrgica e acompanhamento pós-operatório é essencial para sucesso.

Palavras-chave: Cirurgia bucomaxilofacial. Fixação rígida. Placas de reconstrução 2.4 mm. Complicações. Biomecânica.

ABSTRACT

Introduction: The mandible, due to its mobility and location, is frequently affected by high-energy traumas, such as accidents and violence, leading to complex comminuted fractures. The use of 2.4 mm reconstruction plates has emerged as a standard for treatment, offering mechanical stability and functional preservation. **Objective**: This study aims to review the application of 2.4 mm plates in mandibular reconstruction, evaluating resistance, post-surgical stability, and complications. **Methods**: A literature review was conducted on databases such as PubMed and LILACS (2012-2024), using keywords: "oral and maxillofacial surgery", "comminuted fractures", and "2.4 mm reconstruction plates". Twenty-six articles were included, analyzed qualitatively. **Results**: The evaluated studies showed that 2.4 mm plates, manufactured in titanium, demonstrated high resistance and biocompatibility. In comminuted fractures, they reduced infection rates (5-10%) and non-union (2-5%), ensuring stability even in atrophied mandibles. The "locking" system minimized the need for perfect adjustment to the bone, preserving vascularization. Complications such as plate fracture and nerve injury were rare. Computed tomography and virtual planning optimized surgical accuracy. **Conclusion**: The choice of 2.4 mm plates should be individualized, considering fracture location, biomechanical load, and clinical conditions. Their application in complex cases proved superior to traditional techniques, with low morbidity and stable results. The integration of 3D technology, surgical experience, and post-operative follow-up is essential for success.

Keywords: Oral and maxillofacial surgery. Rigid fixation. 2.4 mm reconstruction plates. Complications. Biomechanics.

INTRODUÇÃO

A mandíbula é um osso compacto e móvel composto por estruturas nobres que contribuem para a funcionalidade do sistema estomatognático, é um dos ossos faciais mais afetados em casos de lesões bucomaxilofaciais. O tipo de impacto pode determinar o dano ao osso; assim, colisões de baixa energia resultam em uma linha de fratura linear, sem deslocamentos. No entanto, impactos de alta intensidade podem levar a fraturas complexas, deslocadas e com cominuição, sendo os principais agentes causadores de fraturas mandibulares em todo o mundo são acidentes com veículos automotores e violência interpessoal[1,2]. No entanto, incidentes relacionados a atividades laborais, armas de fogo e condições patológicas também são fatores causais. Durante a avaliação inicial, a estabilidade sistêmica do paciente afetado por trauma facial deve ser priorizada, e quaisquer impasses que possam representar risco à vida do indivíduo devem ser resolvidos[1,2].

Na década de 1970, as pesquisas avançaram com a introdução das miniplacas por Michelet et al. em 1973[1], que revolucionaram o tratamento de fraturas mandibulares. Essas miniplacas eram monocorticais, flexíveis e de espessura reduzida, o que permitia sua inserção por meio de incisões intraorais, minimizando procedimentos invasivos. Também chamadas de placas de carga compartilhada, elas substituíram a compressão estática por uma dinâmica, aumentando a estabilidade. Esses avanços trouxeram benefícios como menor invasividade, preservação tecidual e maior eficácia na estabilização das fraturas[3,4]. Já que o sistema convencional apresenta várias limitações, como a compressão do parafuso contra a interface óssea e a necessidade de um ajuste preciso da placa ao osso. Para superar essas desvantagens, surgiram as placas de bloqueio (*locking plates*) de 2.4mm[5].

As placas de reconstrução mandibular 2.4mm são mais espessas, robustas e possuem maior distância entre os furos em comparação com as placas tradicionais, sendo projetadas para suportar cargas elevadas (*load bearing*[2]) em casos de falhas

[1] Michelet FX, Deymes J, Dessus B. Osteosynthesis with miniaturized screwed plates in maxillo-facial surgery. J Maxillofac Surg. 1973 Jun;1(2):79-84.

[2] Load bearing: (suporte de carga) refere-se à capacidade de uma estrutura de suportar e distribuir as forças mecânicas aplicadas, projetada para resistir às cargas funcionais sem sofrer deformação ou falha.

ósseas ou espaços amplos. Elas são amplamente utilizadas na reparação de defeitos mandibulares, tanto com quanto sem enxertos ósseos, e também no tratamento de fraturas cominutivas, instáveis ou em mandíbulas atróficas. Quando aplicadas para cobrir uma lacuna óssea, é recomendado fixar quatro parafusos em cada lado do defeito, garantindo que a placa absorva a maior parte, ou toda, a carga aplicada sobre a mandíbula. Essa técnica proporciona maior estabilidade e suporte em situações complexas[5].

O uso do sistema de placas de reconstrução mandibular 2.4 mm, possuem uma baixa taxa de complicações e alta taxa de sucesso, sendo indicadas em casos onde o osso não pode mais suportar forças compressivas como em casos de fraturas cominutivas, fraturas graves, fraturas com deslocamento, fraturas infectadas e fraturas em mandíbulas atróficas. Em áreas cominutivas, proporcionam melhor estabilização dos segmentos proximal e distal por meio de um ajuste passivo entre a placa e o osso, sem comprometer o suprimento vascular, permitindo uma cicatrização adequada[6].

As fraturas cominutivas da mandíbula (FCM) são fraturas que apresentam múltiplas linhas de fraturas resultando em vários fragmentos ósseos e representam 5% a 7% das fraturas mandibulares, associadas a impactos de alta energia, a exemplo de acidentes de trânsito, quedas e armas de fogo, apresentando maior dificuldade de tratamento, que objetiva o alinhamento e fixação dos segmentos fraturados, restaurar a anatomia, restabelecer a função mastigatória e aparência estética do paciente[8]. Portanto, o sistema de reconstrução mandibular com placas de 2.4mm, utilizado nestes tipos de fraturas graves não requerem grandes inclinações da placa para se adaptar ao osso, reduzindo o tempo cirúrgico e minimizando complicações e sequelas, como infecções e má união[6].

O manejo desses casos deve envolver a experiência do profissional e, principalmente, a complexidade da lesão, com uma avaliação precoce da extensão e gravidade do trauma, associada à sua intervenção, o que vai permitir uma baixa taxa de complicações e, especialmente, a resolução da causalidade e a remoção da sintomatologia dolorosa, levando assim a uma terapia cirúrgica bem-sucedida[2].

Este trabalho busca, por meio de uma revisão de literatura, descrever a aplicação das placas na reconstrução mandibular de 2.4mm, fornecendo subsídios

para a prática clínica e futuras pesquisas. A abordagem qualitativa adotada visa ampliar o conhecimento sobre as vantagens, desvantagens e indicações desse sistema, contribuindo para o aprimoramento do tratamento de fraturas mandibulares cominutivas complexas e a melhoria da qualidade de vida dos pacientes.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Revisar a aplicação das placas de 2.4 mm na reconstrução mandibular, avaliando resistência, estabilidade pós-cirúrgica e complicações.

Objetivos específicos

1) Avaliar a resistência e biomcompatibilidade das placas de 2.4 mm em titânio.

2) Analisar a eficácia das placas de 2.4 mm em reduzir taxas de infecção e não união em fraturas cominutivas.

3) Avaliar a estabilidade pós-cirúrgica e complicações associadas ao uso das placas de 2.4 mm.

4) Investigar a influência do sistema "locking" na necessidade de ajuste perfeito ao osso e na preservação da vascularização.

5) Determinar a melhor abordagem para a escolha das placas de 2.4 mm em casos complexos de reconstrução mandibular.

METODOLOGIA

A busca por estudos foi realizada em bases de dados eletrônicas de relevância internacional e nacional, incluindo Science Direct, Web of Science, PubMed e LILACS. Para garantir uma busca abrangente, as palavras-chave foram selecionadas com base na base de dados Descritores em Ciências da Saúde (DeCS), com as seguintes palavras-chave: "Cirurgia BucoMaxiloFacial", "Fraturas Mandibulares", “Cominutivas” "Placas de Reconstrução”, "Complicações Pós-Operatórias”**.**

A estratégia de busca foi adaptada para cada base de dados, considerando suas particularidades, e incluiu filtros para idioma (inglês e português) e período de

publicação (2012 a 2024). Foram estabelecidos critérios de inclusão e exclusão para selecionar estudos relevantes e de qualidade metodológica adequada: Critérios de Inclusão: Estudos que abordam o uso de placas de reconstrução mandibular 2.4mm; Artigos científicos, revisões de literatura e estudos clínicos; publicações em língua inglesa ou portuguesa.

Critérios de Exclusão: Estudos que não abordam diretamente o uso de placas de na reconstrução mandibular.

Após o processo de seleção e coleta de dados, 26 artigos foram selecionados para compor a revisão de literatura, atendendo aos critérios de elegibilidade e relevância para o tema.

A análise dos dados foi realizada de forma qualitativa, com foco na interpretação crítica dos resultados e na identificação de padrões e tendências nos estudos selecionados. Os dados foram organizados em três eixos temáticos principais: Fraturas mandibulares, sistemas de placas de 2.4mm na reconstrução mandibular, vantagens e desvantagens, resultados e complicações clínicas pós-cirúrgicas.

REVISÃO DE LITERATURA

Fraturas Mandibulares

O manejo das fraturas mandibulares tem passado por transformações significativas desde os primeiros registros na literatura egípcia, por volta de 1650 a.C., quando foram descritos exames, diagnósticos e tratamentos para essas lesões, embora as opções terapêuticas fossem escassas e muitas vezes fatais[3].

A reconstrução de defeitos segmentares da mandíbula é um dos tópicos mais desafiadores no campo da cirurgia bucomaxilofacial, passando por um estado contínuo de evolução e atualização para atender aos parâmetros contemporâneos. A ressecção de segmentos afetados da mandíbula geralmente resulta em morbidade morfológica e funcional. As cirurgias de reconstrução mandibular são realizadas com o objetivo inicial de preencher o defeito, mantendo a forma morfológica e o desempenho funcional do terço inferior da face. Uma placa de reconstrução mandibular é a principal opção para o preenchimento de defeitos segmentares, uma placa com perfil mais alto oferece maior durabilidade à fadiga[8].

A prioridade no atendimento a pacientes com trauma facial é garantir a estabilidade cardiopulmonar, assegurando vias aéreas desobstruídas e ventilação adequada. Sinais vitais, como frequência respiratória, pulsação e pressão arterial, devem ser monitorados. Hemorragias graves exigem medidas imediatas, como curativos compressivos ou pinçamento de vasos[4].

A avaliação neurológica e da coluna cervical é essencial, pois impactos fortes podem afetar ambas as áreas. Lesões de cabeça e pescoço são tratadas após a estabilização do paciente, embora intervenções emergenciais, como reposicionamento da mandíbula ou intubação, possam ser necessárias para manter as vias aéreas. Fraturas mandibulares graves podem causar obstrução respiratória, exigindo manejo imediato. Sangramentos e detritos devem ser removidos para evitar complicações. Em casos extremos, traqueostomia ou cricotireotomia podem ser necessárias. Após a estabilização, uma história clínica detalhada deve ser obtida, preferencialmente do paciente ou de acompanhantes[4]. Os autores destacam a evolução histórica e técnica no tratamento das fraturas mandibulares, enfatizando a importância da reconstrução funcional e estética com o uso de placas de perfil alto, que oferecem maior resistência. Eles reforçam a prioridade no atendimento inicial ao trauma facial, focando na estabilização do paciente e na manutenção das vias aéreas, com intervenções emergenciais quando necessário. A abordagem moderna combina precisão cirúrgica, tecnologias avançadas e cuidados pós-operatórios rigorosos para garantir resultados eficazes e seguros.

O principal objetivo da correção cirúrgica é reduzir adequadamente a fratura, posicionando os segmentos fraturados em sua relação correta. Em fraturas ósseas com presença de dentes, é crucial restaurar a oclusão que o paciente tinha antes do trauma. O simples realinhamento dos segmentos ósseos, sem a restauração da oclusão normal, dificilmente resultará em uma oclusão funcional satisfatória após a cirurgia. Portanto, a prioridade é garantir que a oclusão seja reestabelecida antes de fixar os segmentos fraturados[4].

A fratura mandibular mais comum observada na maioria dos centros médicos em países desenvolvidos é uma fratura do ângulo combinada com uma fratura contralateral do corpo ou sínfise mandibular. A fixação funcionalmente estável não é uma fixação rígida, mas sim a aplicação de vários esquemas de hardware que não

impedem a micromovimentação no local da fratura durante a função, mas permitem a cicatrização da fratura por meio de consolidação óssea secundária (com formação de calo) e sem uso de fixação intermaxilar (IMF). Exemplos de fixação não rígida que são funcionalmente estáveis incluem o uso de uma única miniplaca de titânio para uma fratura do ângulo da mandíbula (técnica de Champy) ou uma única miniplaca de titânio para uma fratura do corpo ou sínfise da mandíbula. Ao tratar fraturas mandibulares, a fixação rígida não é sempre necessária, e existem múltiplos esquemas de hardware funcionalmente estáveis que resultam em cicatrização e excelentes resultados pós-operatórios[9].

Uma avaliação pré-operatória meticulosa com a intenção de identificar condições clínicas modificáveis e entender a estratificação de riscos é imperativa para todos os pacientes submetidos a qualquer procedimento invasivo, incluindo cirurgia oral e maxilofacial. A intenção é minimizar a morbidade e mortalidade perioperatórias ao máximo possível, o passo mais importante para alcançar esse objetivo é que o cirurgião esteja conscientemente ciente do estado geral e do estado clínico do paciente, de modo que, em caso de um evento crítico, ele possa intervir de forma eficaz e pertinente[11].

As principais causas de fraturas mandibulares incluem acidentes de trânsito, violência interpessoal, quedas, lesões esportivas e traumas industriais. Fraturas do ângulo mandibular correspondem a 23-42% de todos os casos de fraturas mandibulares[11]. Nem todas as fraturas mandibulares exigem tratamento cirúrgico, mas o sucesso do tratamento depende da cicatrização adequada, na posição anatômica correta e em condições estáveis. A falha em atingir essas condições pode resultar em infecção, má oclusão, não união ou consolidação inadequada[11].

A mandíbula, sendo o único osso móvel da face, desempenha funções essenciais na mastigação, deglutição e fonação, além de influenciar a estética facial. Sua localização a torna frequentemente envolvida em fraturas, que ocupam o segundo lugar entre as lesões faciais[1]. Em casos de trauma de alta energia, como agressões ou acidentes, podem ocorrer fraturas múltiplas, levando a deformidades e sequelas funcionais ou estéticas se não tratadas adequadamente, onde os sintomas incluem dor, edema, assimetria facial e alterações oclusais, exigindo diagnóstico e intervenção

precoces para evitar complicações. O tratamento envolve redução e fixação dos fragmentos ósseos, visando restaurar a função e a estética[12].

As fraturas mandibulares podem ser categorizadas com base em critérios como localização anatômica (condilares, angulares, sinfisárias, alveolares, de ramo, de processo coronoide e de corpo mandibular), padrão da fratura (como "galho verde", simples, composta, única, múltipla, cominutiva, complexa, patológica, telescópica, por separação, por deslocamento, direta, indireta, parcial ou completa) e relação com a inserção muscular (favorável ou desfavorável). Fraturas múltiplas são definidas como aquelas que afetam duas ou mais regiões anatômicas distintas da mandíbula, comprometendo sua estrutura em diferentes áreas[12].

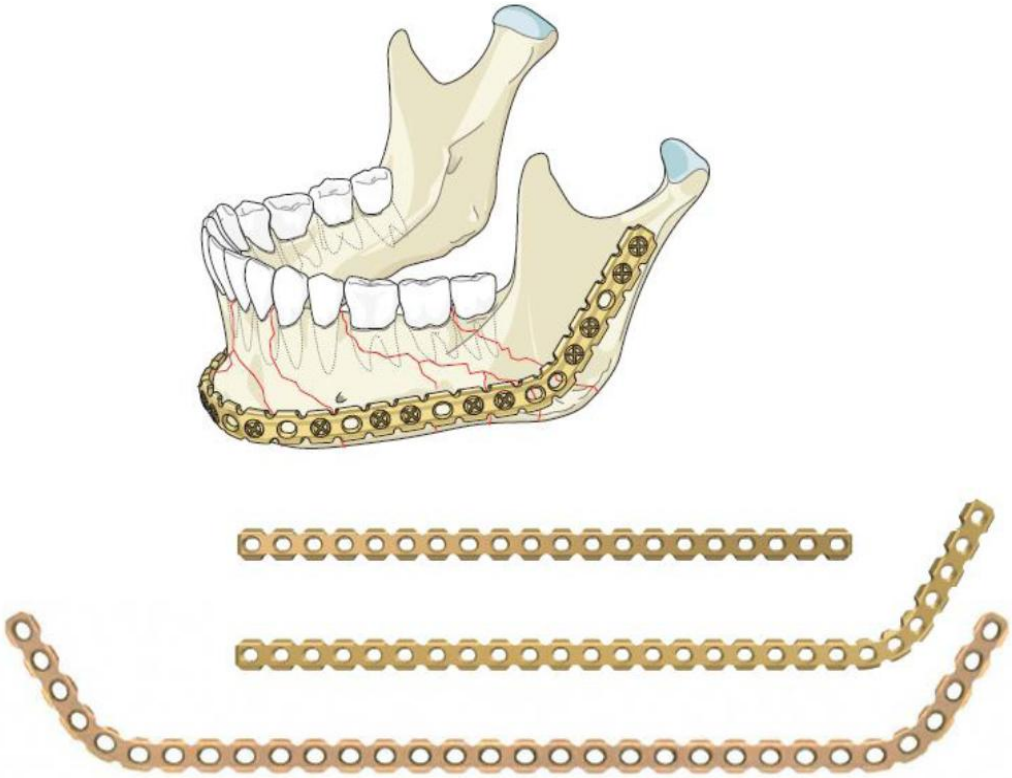
Os sintomas mais comuns associados às fraturas mandibulares incluem mobilidade anormal ao toque, dificuldade para abrir a boca, inchaço, manchas roxas (equimose), desalinhamento facial, mudanças na mordida e sensação de formigamento (parestesia) e para que ocorra um diagnóstico preciso e identificação da localização exata das fraturas, são empregados exames complementares, como radiografias panorâmicas, laterais oblíquas da mandíbula, posteroanteriores da mandíbula e a projeção de Towne reversa . No entanto, a tomografia computadorizada da face (TCF) tem sido considerada o método mais eficaz para detectar, avaliar a extensão e visualizar de forma tridimensional as fraturas[13]. Quando essas lesões não são detectadas ou são tratadas de forma inadequada, podem resultar em sérios prejuízos à saúde do paciente, levando a complicações significativas tanto na aparência quanto na funcionalidade[13].

Os autores destacam que o tratamento de fraturas mandibulares deve priorizar a redução anatômica e a restauração da oclusão pré-trauma, garantindo a função e a estética. Eles enfatizam que a fixação funcionalmente estável, como a técnica de Champy, pode ser suficiente para a cicatrização óssea, sem a necessidade de rigidez excessiva. Além disso, ressaltam a importância da avaliação pré-operatória detalhada e do diagnóstico preciso, utilizando métodos como a tomografia computadorizada, para evitar complicações e garantir resultados satisfatórios.

Fraturas Cominutivas

Em casos de fraturas cominutivas, é recomendável utilizar placas de maior comprimento para estabilizar as áreas fragmentadas (fig.1), garantindo pelo menos dois parafusos em cada lado da região afetada. Sempre que possível, os fragmentos ósseos devem ser mantidos e reposicionados corretamente. Quando os fragmentos são muito pequenos para serem fixados com placas e parafusos, a área cominutiva deve receber enxertos ósseos. O mesmo procedimento é indicado para defeitos nos pilares ósseos. Os enxertos devem ser fixados com parafusos de tração ou placas específicas, evitando-se enxertos "flutuantes" que não oferecem estabilidade. Caso as placas sejam usadas sem reconstruir os pilares ósseos, as forças mastigatórias podem causar fadiga, quebra das placas ou deslocamento[15].

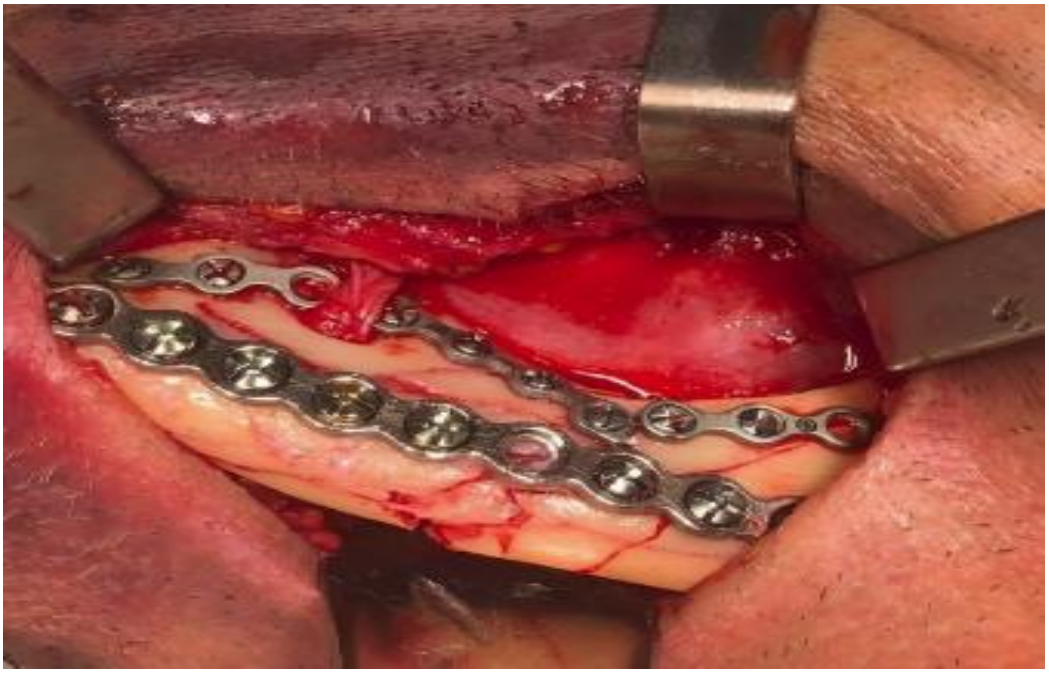
Figura 1: Placas de reconstrução 2.4mm[15].



As fraturas mandibulares podem ser chamadas de cominutivas quando afetam três ou mais partes fragmentadas na mesma região. As causas mais discutidas incluem acidentes automobilísticos, projéteis de arma de fogo, cenários patológicos e ocorrências no local de trabalho[2]. Em um caso de fratura cominutiva em um paciente

do sexo masculino, vítima de um acidente de trabalho, onde a região do corpo da mandíbula esquerda, foi tratada pelo método de redução aberta e fixação interna (RAFI), por meio de uma incisão extraoral. Trauma que foi necessário a fixação com suporte de carga, pois os fragmentos ósseos não são capazes de compartilhar cargas funcionais generalizadas durante o reparo. Para isso, foram utilizadas placas do sistema de 2,0 mm nas zonas de tensão, seguidas por uma placa de reconstrução do sistema de 2.4 mm (fig.2) com 11 orifícios e 10 parafusos na zona de compressão[2].

Figura 2: Uso de placas de 2mm nas zonas de tensão e 2.4mm zona de compressão[2].



Estudo que teve o objetivo de relatar caso clínico de um paciente submetido a cirurgia cominutiva aberta e fixação interna rígida com placas de 2.0 mm e 2.4mm e parafusos, alcançando a cicatrização óssea e resultados pós-operatórios favoráveis após 7 dias. Após esse prazo a sutura foi removida e observou-se cicatrização satisfatória, ausência de sinais de infecção e uma abertura bucal de aproximadamente 35mm. O paciente teve alta pela especialidade de cirurgia e traumatologia bucomaxilofacial e permaneceu em acompanhamento pós-operatório de 7 meses, sem sintomas dolorosos e limitação funcional, descrevendo uma melhora de 90% da parestesia e obtendo resultados estético-funcionais eficazes[2].

A fratura mandibular cominutiva possui a presença de múltiplas linhas de fratura, resultando em muitos fragmentos pequenos na mesma área da mandíbula (ângulo, corpo, ramo, sínfise). Nas práticas de tratamento anteriores, as fraturas cominutivas mandibulares eram tratadas principalmente pela técnica de redução fechada, a fim de evitar o descolamento do periósteo e a desvascularização dos fragmentos fraturados. Atualmente a tendência mudou, passando da redução fechada para a modalidade de redução aberta, com algumas técnicas avançadas de fixação rígida. A literatura evidencia que a redução aberta com fixação interna é uma opção de tratamento superior, pois causa menos complicações em comparação com o método de redução fechada. Contudo, a maioria dos clínicos acredita que a tomada de decisão clínica (sobre o que fazer) deve ser baseada nos achados clínicos e nas investigações relacionadas, ou seja, baseada em evidências[15].

Sistema de Placas de 2.4mm na Reconstrução Mandibular

As condições inadequadas do leito ósseo associadas a um ajuste impreciso da placa de fixação convencionais podem resultar em discrepâncias oclusais, instabilidade dos segmentos fraturados e infecção pós-operatória. Para superar essas desvantagens, propôs-se o uso de placas de bloqueio. O sistema de placas 2.4mm, denominados (*load-bearing*) consistem em dispositivos com resistência e rigidez suficientes para suportar todas as cargas funcionais da mandíbula, tem um princípio ideal de distribuição de carga na interface placa/parafuso, proporcionando grande rigidez do sistema, boa estabilidade dos segmentos fraturados e baixa incidência de afrouxamento dos parafusos. Além disso, não é necessário um ajuste preciso da placa ao osso, o que reduz o tempo cirúrgico[5].

As placas 2.4mm são feitas de titânio e atuam como uma fixação interna e proporcionam grande estabilidade às fraturas. As tensões no tecido ósseo são absorvidas pelo sistema de placas, o que reduz a mobilidade dos segmentos fraturados e o deslocamento secundário. O ajuste passivo entre a placa e o osso proporciona uma cicatrização óssea adequada, mesmo em situações críticas, o que minimiza complicações e sequelas[4].

Atualmente, existem dois modelos de placas/parafusos em uso: os sistemas "não bloqueantes" e "bloqueantes". No primeiro, a estabilidade é alcançada por meio

da compressão da cabeça do parafuso inserido na placa contra a interface óssea, em cada lado da fratura, com a desvantagem de possibilidade de instabilidade devido à perda da redução primária, uma vez que as forças incidentes são distribuídas na interface entre o parafuso e o osso. Além disso, pode haver comprometimento do suprimento sanguíneo, já que é necessário maior envolvimento do osso cortical, o que pode levar à tendência de reabsorção óssea e infecção (quando indicado incorretamente). No segundo caso, o parafuso exerce força compressiva na placa por meio de um sistema de bloqueio, o que torna muito improvável que se solte, criando uma reconstrução mais rígida com menor distorção dos fragmentos reduzidos, pois as forças são concentradas na interface placa/parafuso (fig. 3). Há uma melhor relação oclusal, menos obstáculos à circulação sanguínea e menor necessidade de precisão na adaptação da placa[6].

Figura 3: Acesso submandibular com redução da fratura utilizando sistema de placa e parafusos de 2 mm na região basilar para simplificação da fratura e placa de reconstrução bloqueante de 2.4 mm para estabilização final[6].

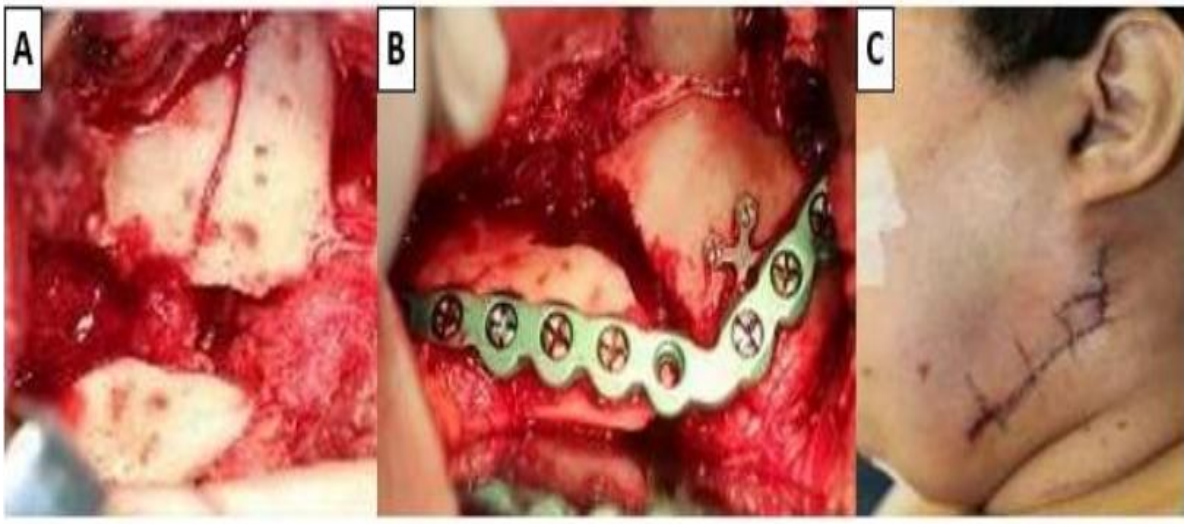
A placas de reconstrução maxilar de 2.4mm podem ser usadas para fixar fraturas de várias configurações, incluindo fraturas cominutivas, diástases e fraturas deslocadas. Existem vários tipos de placas de reconstrução maxilofacial de 2.4 mm disponíveis, incluindo: Placas retas: Usadas para fixar fraturas em linha reta; Placas em L: Usadas para fixar fraturas com configuração em L; Placas em T: Usadas para

fixar fraturas com configuração em T; Placas em Y: Usadas para fixar fraturas com configuração em Y[17].

A técnica cirúrgica para colocação da placa de reconstrução maxilofacial de 2.4 mm é a seguinte: faz uma incisão na pele sobre o local da fratura, o tecido mole é dissecado até o osso, os fragmentos da fratura são reduzidos e alinhados, a placa é então modelada para se adaptar aos ossos faciais, a placa é fixada ao osso com parafusos e para finalizar o tecido mole é fechado em camadas. O paciente é informado quanto aos cuidados pós-operatórios, que podem incluir controle da dor, antibióticos e consultas de acompanhamento[17].

A utilização de placas de 2.4 mm (fig.4) é amplamente recomendada na literatura para a fixação de fraturas cominutivas associadas à perda óssea, onde há a formação de um espaço (gap) entre os fragmentos, garantindo uma estabilização mais eficaz dos segmentos ósseos. Essas placas são especialmente vantajosas em casos complexos, pois promovem uma fixação robusta e duradoura, minimizando a movimentação dos fragmentos e favorecendo a consolidação óssea. Além disso, sua aplicação contribui para a redução de complicações pós-operatórias, como deslocamentos ou falhas na fixação, sendo uma opção confiável para cirurgiões que buscam resultados funcionais e estéticos satisfatórios. A escolha desse sistema de fixação é considerada uma estratégia eficiente e segura no tratamento de fraturas cominutivas com perda de substância óssea[18]. É essencial marcar a placa no local da fratura reduzida para garantir que ela seja posicionada corretamente e, crucialmente, que guie a redução e a angulação da fratura[19].

Figuras 4: Registros fotográficos do intraoperatório. A: Visualização dos fragmentos ósseos e do espaço (gap) entre eles. B: Fixação da fratura utilizando uma placa em X do sistema 2.0 mm combinada com uma placa de reconstrução 2.4 mm. C: Vista lateral da paciente no pós-operatório imediato, mostrando a região suturada e o resultado inicial[18].



Em um caso clínico de um paciente do sexo masculino, 18 anos, com fratura no corpo da mandíbula, ocorrido por um acidente de bicicleta. No exame físico, apresentava dor ao abrir a boca completamente, mobilidade e crepitação óssea no corpo mandibular esquerdo, desalinhamento oclusal, sensibilidade à palpação na região do corpo mandibular esquerdo, formigamento no nervo alveolar inferior esquerdo e uma lesão abrasiva na região do mento. Houve diagnóstico de fratura em região de corpo mandibular lado esquerdo. Após as avaliações clínica e imaginológica da fratura, foi planejada a abordagem cirúrgica para a redução e a fixação interna rígida com 1 placa de reconstrução e parafusos do sistema 2.4 mm (load bearing). Ao exame de Figura imediato (PA de mandíbula), observaram-se materiais de osteossíntese em posição, fratura adequadamente reduzida e ausência de sinais de deslocamento dos cotos fraturados. A aplicação de sistemas load-bearing, tem se mostrado eficaz na estabilização e na recuperação de fraturas, sendo recomendado especialmente em situações de fraturas deslocadas ou com interrupção da continuidade óssea[20].

Figura 5: Transoperatório - placa sistema 2.4 mm com intermediário[20].

Vantagens e Desvantagens

A placa de reconstrução maxilofacial de 2.4 mm apresentam várias vantagens como: Perfil baixo: A placa é projetada para se adaptar aos ossos faciais, resultando em um perfil baixo e visibilidade mínima; Biocompatibilidade: A placa é feita de titânio, um material biocompatível bem tolerado pelo corpo; Resistência: A placa é forte o suficiente para fornecer fixação estável dos fragmentos ósseos; Versatilidade: A placa pode ser usada para fixar fraturas de várias configurações e está disponível em diversos comprimentos, larguras e espessuras[17]. Como desvantagens tem-se o maior custo, já que é mais cara do que outros tipos de dispositivos; maior dificuldade de colocação, por ser difícil de modelar e posicionar em certas áreas da face, como o assoalho orbital e ainda a possibilidade de Infecção, o que pode levar a complicações[17].

A estabilidade dos segmentos fraturados proporcionada pelas placas de reconstrução 2.4mm é devido sua maior transmissão de carga, proporcionando ausência de pressão na interface placa/osso, não afetando o suprimento vascular e com excelente cicatrização óssea na área fraturada[17]. O sistema de 2.4 mm, reduz ainda o tempo cirúrgico e, consequentemente, diminui a exposição do paciente à anestesia geral, minimiza a perda de sangue, reduz o tempo de exposição da ferida[21].

No sistema de placas de 2.4mm, não é necessário um ajuste preciso na interface placa/osso, pois as forças são compartilhadas entre a parte roscada da placa e o parafuso. Portanto, não há compressão óssea, o que favorece o suprimento sanguíneo do osso, previne a reabsorção do osso cortical e minimiza o risco de infecção. No entanto, o custo do sistema de bloqueio é considerado uma desvantagem importante. Além disso, o cirurgião precisa de instrumentos adicionais, como um guia de fresagem, para instalar o parafuso perpendicularmente à placa[5].

O processo de moldagem e curvatura de uma placa com perfil mais alto para se ajustar à configuração curvilínea simétrica da mandíbula em forma de ferradura é demorado, árduo e propenso a falhas. Um grande estresse residual pode se acumular em áreas de curvatura abrupta da placa para corresponder à curva da mandíbula, esse estresse acumulado pode reduzir a resistência à fadiga obtida pelo aumento do perfil da placa. Além disso, o uso de uma placa com perfil mais espesso em procedimentos de reconstrução primária traz complicações significativas de moldagem e ajuste[8].

Resultados e Complicações Clínicas Pós-Cirúrgicas

Em um estudo que teve o objetivo descrever um caso clínico de uma paciente de 19 anos que apresentava uma fratura cominutiva com perda de tecido ósseo no corpo da mandíbula, resultante de um ferimento por projétil de arma de fogo. O tratamento foi realizado de forma imediata, utilizando fixação interna estável com um sistema de placa e parafuso de 2,0 mm para simplificar a fratura, seguido pela aplicação de uma placa de reconstrução bloqueante de 2.4 mm sobre a área de perda óssea. O uso de placas de reconstrução 2.4mm para fraturas cominutivas e/ou perda de substância é recomendado, assim como a antibioticoterapia pós-operatória. A adoção dessas medidas resultou em um tratamento bem-sucedido, sem nenhuma complicação[6].

Em um estudo que teve o objetivo de avaliar os requisitos de fixação interna para fraturas combinadas do ângulo mandibular e do corpo ou sínfise contralateral da mandíbula. Dois grupos de amostras de pacientes foram comparados quanto ao desenvolvimento de complicações maiores, definidas como a necessidade de outra intervenção cirúrgica. Os grupos foram divididos com base no tratamento recebido, seja com fixação rígida ou não rígida da fratura do corpo ou sínfise. Os resultados

mostraram que 966 pacientes foram tratados no grupo de fixação rígida, e 149 foram tratados no grupo de fixação não rígida. Houve uma taxa de complicações maiores de 4,9% no grupo de fixação rígida, em comparação com 15,4% no grupo de fixação não rígida (P < 0,001).

Os requisitos de fixação para pacientes tratados com fraturas duplas da mandíbula são diferentes daqueles para o tratamento de fraturas isoladas da mandíbula. Fraturas duplas exigem que pelo menos uma das fraturas seja submetida a fixação rígida para reduzir a incidência de complicações[9].

Em um estudo que teve como objetivo avaliar as características e os resultados de fraturas mandibulares duplas unilaterais, bilaterais e múltiplas, foi realizada uma análise retrospectiva observacional de 7 anos, e os dados relacionados às lesões foram coletados dos prontuários. Os resultados mostraram que 283 pacientes apresentaram fraturas mandibulares. Desses, 83 (29,7%) tinham fraturas duplas ou múltiplas da mandíbula e foram incluídos no estudo.

Fraturas duplas bilaterais foram mais prevalentes do que fraturas múltiplas ou duplas unilaterais. Fraturas múltiplas apresentaram associação significativa com a combinação de protocolos de fixação de carga (load-bearing) e compartilhamento de carga (load-sharing). A maioria dos casos (94,0%) aplicou pelo menos um tipo de sistema de fixação interna. No entanto, houve uma associação positiva entre fraturas do côndilo e tratamento não cirúrgico (p < 0,01). Além disso, fraturas do corpo da mandíbula foram associadas à fixação de carga (p < 0,01). Em 56 casos, não foram observadas complicações (67,5%). O estudo concluiu que fraturas duplas e múltiplas da mandíbula representaram quase um terço de todas as fraturas mandibulares, e, independentemente do protocolo de tratamento, não houve diferença em relação às complicações. Além disso, embora uma taxa considerável de complicações tenha sido encontrada, a maioria delas foi menor ou transitória[22].

Fraturas do ângulo mandibular estão associadas às maiores taxas de complicações, podendo chegar a 32%[11]. O acesso extraoral pode resultar em cicatrizes visíveis e apresenta risco de lesão ao nervo marginal mandibular. Em contrapartida, o acesso intraoral é feito por meio de uma incisão na mucosa, o que elimina cicatrizes externas e reduz o risco de danos ao nervo. Além disso, permite a visualização direta e a confirmação da oclusão adequada durante a fixação das placas e parafusos. Por

outro lado, esse método é considerado contaminado, aumentando o risco de infecção pós-operatória. A ausência de estabilização adequada pode desencadear inflamação crônica, prejudicando o processo de cicatrização e resultando em complicações como consolidação tardia, falha na união óssea e infecções. Fraturas múltiplas são particularmente propensas a esses problemas, agravados por fatores como a natureza do trauma, o intervalo entre a lesão e a intervenção cirúrgica, e a experiência do cirurgião[12].

As possíveis complicações associadas ao tratamento de fraturas cominutivas da mandíbula podem variar de acordo com o estado de saúde geral do paciente, os hábitos de higiene bucal, a complexidade da fratura, o tempo entre o trauma e o início do tratamento, além do tipo de material de fixação empregado[13]. É fundamental garantir que os parafusos e os furos estejam perfeitamente alinhados para minimizar o risco de complicações após a reconstrução com placas[23]. As complicações comuns com uso de placas de 2.4mm, são infecções e fraturas da placa e do parafuso[5]. Além da infecção podem ocorrer complicações como: má oclusão: A colocação inadequada da placa pode resultar em má oclusão e outros distúrbios oclusais; Falha do hardware: A placa pode fraturar ou afrouxar, levando à falha do dispositivo[17].

Antibióticos e analgésicos devem ser prescritos por 5 dias no pós-operatório, os pacientes devem ser orientados a seguir uma dieta pastosa por um mês após a cirurgia. Parâmetros como dor pós-operatória, abertura interincisal, amplitude de movimento mandibular (protrusão e laterotrusão) e força de mordida devem ser medidos em vários intervalos de tempo no pós-operatório. Uma ortopantomografia (OPG) pós-operatória deve ser realizada para avaliar a adequação da fixação das placas. O paciente deve ser acompanhado por um mínimo de 6 meses e as complicações intraoperatórias e pós-operatórias devem ser devidamente registradas[24].

O uso de materiais sintéticos para a fixação de fraturas, como mini placas e placas de reconstrução, pode gerar algumas complicações. Dentre as mais frequentes, estão a deiscência da ferida, a fratura da placa, o fracasso da rosca e a ocorrência de infecção. Desta forma, é necessário o avanço tecnológico para auxiliar na escolha dos melhores tipos de fixação para cada situação, a fim de garantir um tratamento mais eficaz, com menor risco de complicações pós-operatórias e menor morbidade para o

paciente. Ainda não existe um consenso sobre qual tipo de fixação interna estável é mais eficaz em análises biomecânicas. Também não há uma opinião amplamente aceita em relação a quais tipos específicos de placas e sistemas de fixação se destacam em termos de superioridade quando comparados entre si[25].

As fraturas cominutivas da mandíbula estão associadas a diversos problemas, como deformidade facial, má oclusão, trismo, consolidação inadequada, infecção no local cirúrgico e osteomielite. Essas fraturas podem apresentar instabilidade, levando à não união dos fragmentos. Quando há estabilidade por meio de redução anatômica e compressão, a reparação óssea ocorre por ossificação primária. Porém, em casos de múltiplos fragmentos, com mobilidade ou lacunas, a cicatrização é secundária. Infecções após fixação rígida geralmente resultam de falhas técnicas, como soltura de implantes, exigindo sua remoção para resolução[7].

Em um estudo que descreveu um caso clínico em que uma vítima de tentativa de homicídio necessitou de tratamento cirúrgico para redução e fixação de uma fratura cominutiva na mandíbula. O procedimento cirúrgico para o tratamento das fraturas foi realizado sob anestesia geral em ambiente hospitalar, iniciando com uma ampla desinfecção do campo operatório utilizando. Foi feita uma incisão retromandibular, seguida de dissecção por planos até a completa exposição dos fragmentos ósseos fraturados.

Para estabilização, foram utilizadas duas placas em "X" do sistema de 2,0 mm, visando simplificar e reduzir a fratura vertical no ramo mandibular, além de uma placa de reconstrução de 2.4 mm, fixada com parafusos bicorticais, abrangendo as regiões do corpo e do ramo mandibular. A paciente permaneceu internada por 72 horas e, após a alta, recebeu acompanhamento domiciliar para monitoramento da antibioticoterapia, sob supervisão de um infectologista, devido ao elevado risco de infecção associado a esse tipo de lesão, destacando a necessidade de acompanhamento a longo prazo. Após oito anos de acompanhamento pós-operatório, a paciente apresenta estabilidade na osteossíntese, oclusão funcional e desempenho adequado das funções do sistema estomatognático, evidenciando a eficácia da abordagem cirúrgica adotada e reforçando a importância de um manejo técnico e humanizado nesses casos[18].

Em um estudo que teve como objetivo relatar um caso de fratura de sínfise mandibular em um paciente totalmente desdentado com mandíbula atrófica, tratado por meio de cirurgia aberta com um dispositivo load-bearing, demonstrando o manejo e as características relevantes para esse tratamento. O paciente, do sexo masculino, 59 anos, melanoderma, vítima de um acidente de motocicleta, causando trauma na face. O exame físico revelou, entre outros sinais clínicos, maxila instável e mobilidade atípica ao manipular a mandíbula.

Nos exames de imagem, foram observados sinais sugestivos de fratura da sínfise mandibular, ossos nasais, complexo zigomático-orbitário e fratura maxilar tipo Le Fort I. A abordagem cirúrgica permitiu a redução e fixação interna rígida com placa e parafusos do sistema 2.4 mm, enquanto as fraturas do terço médio seguiram uma linha de tratamento conservador. No acompanhamento pós-operatório, houve redução adequada da fratura e nenhum sinal de deslocamento dos cotos fraturados. Além disso, o paciente apresentou recuperação clínica satisfatória. Na literatura, não há consenso sobre a abordagem cirúrgica e o tratamento de fraturas de mandíbula atrófica, exceto pelo uso de sistemas de fixação rígida com dispositivos load-bearing, que se mostraram uma alternativa eficaz para a estabilização e consolidação de fraturas em casos de atrofia mandibular[26].

Os autores destacados no estudo enfatizaram que as placas de reconstrução mandibular 2.4 mm representam um avanço significativo no tratamento de fraturas complexas, oferecendo maior estabilidade e rigidez sem a necessidade de um ajuste perfeito ao osso. Eles reforçam que essa tecnologia reduz complicações pós-operatórias, como infecções e deslocamentos, e promove uma cicatrização mais eficaz, mesmo em casos desafiadores. A escolha desse sistema reflete uma evolução na cirurgia maxilofacial, priorizando resultados funcionais e estéticos com menor morbidade.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Os autores citados no presente estudo[1-26], abordaram o manejo das fraturas mandibulares sob diferentes perspectivas, destacando a evolução histórica, as técnicas cirúrgicas modernas e os desafios associados ao tratamento dessas lesões. Ressaltaram[3] a transformação significativa no tratamento das fraturas mandibulares

desde os primeiros registros egípcios, apontando para a evolução das opções terapêuticas, que, embora rudimentares no passado, hoje são altamente especializadas. Corroboraram[8] destacando a evolução e a importância das placas de reconstrução mandibular de perfil alto para a estabilização de defeitos segmentares, oferecendo maior durabilidade e resistência à fadiga. No entanto, enfatizaram[3] a escassez de opções terapêuticas no passado. Focaram[8] nas soluções modernas, como as placas de reconstrução, que minimizam a morbidade funcional e estética.

Abordaram[4,9] a prioridade no atendimento inicial ao trauma facial, destacando a necessidade de estabilização cardiopulmonar e avaliação neurológica antes de proceder ao tratamento cirúrgico. Ambos concordam que a restauração da oclusão pré-trauma é essencial para o sucesso do tratamento, mas divergem quanto à necessidade de fixação rígida.

Defendeu[9] a fixação funcionalmente estável, como a técnica de Champy, que permite micromovimentação e cicatrização por formação de calo. Enfatizaram[4] a importância da fixação rígida em casos complexos, como fraturas deslocadas ou com perda de continuidade óssea. Essa divergência reflete a falta de consenso na literatura sobre a abordagem ideal, dependendo das características da fratura e do paciente.

Reforçaram[10] a importância da avaliação pré-operatória detalhada para minimizar riscos perioperatórios. Destacaram[11] a necessidade de diagnóstico preciso e tratamento adequado para evitar complicações como infecção e má oclusão. Focaram[11] na estratificação de riscos e no estado clínico do paciente, Enfatizaram[11] a importância da cicatrização óssea em posição anatômica correta, especialmente em fraturas do ângulo mandibular, que apresentam altas taxas de complicações.

Discutiram[1,12] a complexidade das fraturas mandibulares devido à mobilidade da mandíbula e sua influência na estética e função facial. Ambos concordam que o tratamento deve visar a redução e fixação dos fragmentos ósseos para restaurar a função e a estética, destacaram[12] a importância de categorizar as fraturas com base em critérios anatômicos e padrões de fratura, o que pode influenciar a escolha do tratamento. Complementaram[13] essa discussão ao destacar a tomografia computadorizada como o método mais eficaz para diagnóstico preciso, especialmente em fraturas complexas.

No que diz respeito às fraturas cominutivas, concordaram[2,14,15] que a redução aberta com fixação interna rígida é superior à redução fechada, minimizando complicações. No entanto, destacaram[2] o uso de placas de 2,0 mm e 2.4 mm para estabilização. Enfatizaram[15] a necessidade de decisões baseadas em evidências clínicas, sugerindo que a escolha do tratamento deve ser individualizada.

Discutiram[4,15] as vantagens das placas de bloqueio de 2.4 mm, como a distribuição de carga na interface placa/parafuso e a redução do tempo cirúrgico. Ambos concordam que essas placas oferecem maior rigidez e estabilidade. Apontaram[17] desvantagens, como o custo elevado e a dificuldade de colocação em áreas complexas. Complementaram[6] essa discussão ao destacar a eficácia das placas de 2.4 mm em fraturas cominutivas, mas alertam para o risco de infecção e falha do hardware.

Reforçaram[18,26] a eficácia das placas de 2.4 mm em casos complexos, como fraturas com perda óssea ou atrofia mandibular, destacando a importância do acompanhamento pós-operatório para evitar complicações. No entanto, alertaram[7] para o risco de infecção e não união dos fragmentos, especialmente em fraturas instáveis, sugerindo que a escolha do tratamento deve considerar fatores como o estado de saúde do paciente e a complexidade da fratura.

Os autores apresentados nesta revisão de literatura, concordaram que o tratamento das fraturas mandibulares deve priorizar a redução anatômica, a restauração da oclusão e a estabilização dos fragmentos, mas divergem quanto à necessidade de fixação rígida versus funcionalmente estável. Enquanto alguns defendem o uso de placas de 2.4 mm como uma solução eficaz para casos complexos, outros destacam as limitações e riscos associados a essas técnicas. A falta de consenso reflete a complexidade do tema e a necessidade de individualização do tratamento com base nas características do paciente e da fratura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As placas de reconstrução mandibular de 2.4 mm destacam-se por oferecer maior estabilidade, resistência e fixação passiva, preservando o suprimento vascular e proporcionando versatilidade para casos complexos, o que reduz o tempo cirúrgico e melhora os resultados funcionais e estéticos. Com uma baixa taxa de complicações,

como infecções e falhas na fixação, essas placas consolidam-se como padrão no tratamento de fraturas cominutivas, garantindo resultados previsíveis e duradouros que contribuem significativamente para a qualidade de vida dos pacientes. Embora sua colocação exija técnica cirúrgica especializada e haja riscos associados, como infecção e lesão nervosa, a placa de reconstrução maxilofacial de 2.4 mm é uma ferramenta indispensável e altamente eficaz no manejo de fraturas faciais, representando um avanço importante na cirurgia maxilofacial.

REFERÊNCIAS

1. Medeiros RC, Moura AL, Rodrigues DC, Mendes MBM, Sawazaki R, Moreira RWF. Fractographic analysis of 2.0-mm plates with a screw locking system in simulated fractures of the mandibular body. J Oral Maxillofac Surg. 2014;72(5):1130-1137.

2. Oliveira UC, Santos Júnior CH, Godoi ES, Rocha PVG, Jesus RS, Oliveira VM. Diagnosis and treatment of the mandible comminuted fracture: case report. Braz J Surg Clin Res. 2023 Jun-Aug;43(1):28-31.

3. Fonseca RJ, Barber HD, Powers MP, Frost DE. Trauma bucomaxilofacial. 4ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2013. Cap. 14, p. 200-220.

4. Hupp JR, Ellis E, Tucker MR. Cirurgia oral e maxilofacial contemporânea. 7ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2021. 2001 p.

5. Pereira CCS, Santos PL, Jardim ECG, Garcia Júnior IR, Shinohara EH, Araujo MM. The use of 2.4-mm locking plate system in treating comminuted mandibular fracture by firearm. Craniomaxillofac Trauma Reconstr. 2013;5(2):91-99.

6. Souza Júnior EF, Morais HHA, Lucena EES, Cavalcanti JRLP, Guzen FP, Araújo DP. State of the art in the treatment of mandibular fractures caused by firearms: case report. RGO Rev Gaúch Odontol. 2018;66(1):88-95.

7. Meneses-Santos D, Oliveira MMM, Sol I, Rodrigues C. Tratamento cirúrgico de fratura cominutiva de mandíbula envolvendo simplificação com miniplacas: relato de dois casos. Res Soc Dev. 2020 Dec;9(12): e 43991211398. doi: 10.33448/rsd-v9i12.11398.

8. Dessoky NY, El-Mahalawy Y, ElAshwah AA, Fahmy NMH, Al-Mahalawy H. Low-profile reconstruction plates for mandibular reconstruction. Is it a practical alternative? J Oral Maxillofac Surg. 2022;13(3):137-143.

9. Ellis E. Open reduction and internal fixation of combined angle and body/symphysis fractures of the mandible: how much fixation is enough? J Oral Maxillofac Surg. 2013;71(8):1-6.

10. Krishnan B, Parida S. Preoperative evaluation and investigations for maxillofacial surgery. J Assoc Oral Maxillofac Surg India. 2021;1(1):11-24.

11. Degala S, Das A, Shetty SK, Singh PK, Rai VS. A new design titanium miniplat versus conventional 4-hole titanium miniplat for management of mandibular angle fractures: a comparative study. Int J Adv Res. 2017;5(9):679-688.

12. Alencar MGM, Rebelo HL, Silva Júnior EZ, Brêda Júnior MA, Medeiros Júnior MD. Tratamento de fratura complexa de mandíbula por abordagem transcervical: relato de caso. Rev Cir Traumatol Buco-Maxilo-Fac. 2015;15(4):43-48.

13. Uchôa CP, Rodrigues EDR, Torres LHS, Dib CFLB, Silva EDOS. Fixação funcionalmente estável no tratamento de sequela de fratura cominutiva de mandíbula por PAF. RFO. 2020;25(2):247-247.

14. Ehrenfeld M, Manson PN, Prein J. Princípios de fixação interna do esqueleto craniomaxilofacial: trauma e cirurgia ortognática. 1ª ed. Stuttgart: Thieme; 2012. 432 p.

15. Al-Rahbi LM, Gamel MAMF, Al-Shamahy HA, Al-Ashwal AA. Treatment of comminuted mandibular fracture with closed reduction and mandibular fixation versus open reduction and internal fixation. Univers J Pharm Res. 2024;9(5):8-14.

16. Sharma A, Sharma K, Panwar VR, Kamal N, Gurjar M. Evaluation of 2 mm locking plates for treating mandibular fractures. Int J Res Med Sci. 2020 Feb;8(2):566-569.

17. Sharma A, Sharma K, Panwar VR, Kamal N, Gurjar M. Evaluation of 2 mm locking plates for treating mandibular fractures. Int J Res Med Sci. 2020 Feb;8(2):566-569.

18. Ribeiro KHC, Roseno ACB, Corrêa APS, Menezes FRA, Matsumoto MA, Goto AAA. Tratamento de fratura de mandíbula por ferimento de arma de fogo em decorrência de violência doméstica. Res Soc Dev. 2021;10(4).

19. Scott N, Drake D, Evans P. The bucket handle fracture: reducing the stress. Br J Oral Maxillofac Surg. 2014;52(1):30-31.

20. Araújo FA, Costa JF, Gontijo GM, Buso JS, Pereira SR, Ramos JER, Oliveira VM, Toledo IC. Uso do sistema tipo load bearing para fixação de fratura mandibular: relato de caso. Braz J Surg Clin Res. 2020 Dez-Fev;33(1):19-21.

21. Palmeira JT, Lima DL, Gondim RF, Menezes Junior JMS, Pinto CMSA. Bilateral comminuted mandibular fracture caused by gunshot wound: case report using prototyping to assist surgical planning. Braz J Case Rep. 2025;5(1):1-7.

22. Moura LB, Trento GS, Carvalho PHA, Granucci M, Oliveira JCS, Pereira-Filho VA. Double unilateral, bilateral, and multiple mandibular fractures: an observational study. Oral Maxillofac Surg. 2018;1(1):1-7.

23. Pulino BF. Estudo comportamental das placas de reconstrução sob análise de elementos finitos em mandíbulas atróficas de baixa qualidade óssea segmentadas [tese]. Araçatuba: Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista (UNESP); 2024. 75 p.

24. Yadav A. Principles of internal fixation in maxillofacial surgery. J Assoc Oral Maxillofac Surg India. 2021;1(1):1039-51.

25. Patussi C. Avaliação de diferentes tipos de fixação interna estável em fraturas desfavoráveis de ângulo de mandíbula sob análise de elementos finitos [dissertação]. Curitiba (PR): Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Odontologia; 2016. 46 p.

26. Silva AP, Michel AFE, Santos EA, Rodrigues RD, Carvalho RS. Abordagem de fratura de mandíbula atrófica por sistema do tipo carga suportada: relato de caso. Rev Uningá. 2022;59: e UJ4283.