

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE ODONTOLOGIA

CARLOS EDUARDO TURATTO FREITAS

FIXAÇÃO INTERNA RÍGIDA PARA CIRURGIA ORTOGNÁTICA: UMA  
COMPARAÇÃO DOS DIFERENTES MÉTODOS

Porto Alegre

2017

CARLOS EDUARDO TURATTO FREITAS

FIXAÇÃO INTERNA RÍGIDA PARA CIRURGIA  
ORTOGNÁTICA: UMA COMPARAÇÃO DOS  
DIFERENTES MÉTODOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Cirurgião-Dentista.

Orientador: Angelo Luiz Freddo

Porto Alegre

2017

## CIP - Catalogação na Publicação

Freitas, Carlos Eduardo Turatto

Fixação interna rígida para cirurgia ortognática:  
uma comparação dos diferentes métodos / Carlos  
Eduardo Turatto Freitas. -- 2017.  
44 f.

Orientador: Angelo Luiz Freddo.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade  
de Odontologia, Curso de Odontologia, Porto Alegre,  
BR-RS, 2017.

1. Cirurgia ortognática. 2. Fixação interna rígida.  
3. Placas de titânio. 4. Parafusos bicorticais. 5.  
Placas bioabsorvíveis. I. Freddo, Angelo Luiz,  
orient. II. Título.

## RESUMO

Uma grande parte da população possui alguma deformidade dentofacial, em diversos graus de severidade e comprometimento, podendo interferir negativamente funções do ser humano como respiração, fala, deglutição bem como o aspecto emocional e estético envolvido nessas alterações. A correção dessas discrepâncias demanda um planejamento muito bem elaborado entre os profissionais envolvidos, cirurgião bucomaxilofacial e ortodontista, desde a ortodontia pré-cirúrgica com a descompensação dos movimentos dentários, passando pela fase cirúrgica e posteriormente pela parte ortodôntica pós-operatória. O tratamento não finaliza tão logo essas três etapas terminam, pois é necessário um acompanhamento do paciente por mais tempo para avaliar os resultados a longo prazo e observar se o tratamento obteve o sucesso planejado ou se tivemos recidivas de movimentação. Esta revisão de literatura se foca na fase cirúrgica, mais especificamente no momento da fixação e estabilização dos segmentos ósseos após as osteotomias que deverão garantir a estabilidade duradoura do procedimento.

Palavras-chave: Cirurgia ortognática. Fixação interna rígida. Placas de titânio. Parafusos bicorticais. Placas bioabsorvíveis.

## **ABSTRACT**

A large part of the population has some dentofacial deformity, in varying degrees of severity, and it can interfere negatively in fundamental human functions such as breathing, speech and swallowing, as well the emotional and aesthetic aspects involved in these alterations. Correction of these discrepancies demands a great planning between the professionals involved, oral and maxillofacial surgeon and orthodontist, from the pre-surgical orthodontics with the decompensation of the dental movements, through the surgical phase and later by the postoperative orthodontic part. The treatment does not end as soon as these three stages end, as it is necessary to follow the patient longer to evaluate the long-term results and to see if the treatment was successfully planned or if there were recurrences of movement. This literature review focuses on the surgical phase, more specifically at the moment of fixation and stabilization of the bone segments after the osteotomies that should guarantee the long-term stability of the procedure.

**Keywords:** Orthognathic surgery. Rigid internal fixation. Titanium plates. Bicortical screws. Resorbable plates.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Osteotomia sagital de mandíbula fixada com placa e parafusos monocorticais de titânio.....	14
Figura 2 - Uso de 3 parafusos bicorticais de titânio para fixação de osteotomia sagital de mandíbula .....	15
Figura 3 - Apresentação do material de fixação absorvível.....	17
Figura 4 - Placa de 2,4mm composta por PLLA e PDLA (70/30) em fixação de osteotomia sagital de andíbula.....	19

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BMM	Bloqueio Maxilo-Mandibular
FIR	Fixação Interna Rígida
kGy	Kilo Gray (unidade de dose de radiação absorvida no SI)
PDLA	Ácido poli-D-lático
PGA	Ácido Poliglicólico
PLA	Ácido Polilático
PLLA	Ácido poli-L-lático
SR-PLLA	Ácido poli-L-lático Auto Reforçado

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	10
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	11
<b>4</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	12
4.1	HISTÓRICO DA FIXAÇÃO INTERNA RÍGIDA .....	12
<b>5</b>	<b>VANTAGENS</b> .....	20
5.1	MATERIAL BIOABSORVÍVEL .....	20
5.2	DISPOSITIVOS DE TITÂNIO.....	22
<b>6</b>	<b>DESVANTAGENS</b> .....	25
6.1	MATERIAL BIOABSORVÍVEL .....	25
6.2	DISPOSITIVOS DE TITÂNIO.....	27
<b>7</b>	<b>ESTABILIDADE</b> .....	30
<b>8</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	35
<b>9</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	39
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	40



## 1 INTRODUÇÃO

A harmonia do corpo humano é algo fascinante e digna de ser prestigiada, com suas curvas e sutilezas que culminam na aparência física; os órgãos, músculos, ossos, dentes e articulações que interagem incessantemente proporcionando ao indivíduo a capacidade de realizar tarefas cotidianas sem nem mesmo perceber, pensar e interagir com outras pessoas formando redes sociais e ampliando seus vínculos. O sistema estomatognático mostra-se de suma importância nesse aspecto sendo responsável por mastigação, deglutição, fonação e respiração (HUPP, 2009).

Existem diferenças na harmonia facial de cada indivíduo, algumas sutis, quase imperceptíveis e que não acarretam em nenhum prejuízo ao sistema estomatognático, outras, porém, más formações craniofaciais que além de debilitar as capacidades de mastigação, deglutição, fonação e respiração, alterar a auto-estima do indivíduo e a forma com que o mesmo se vê perante aos demais, sendo assim, um forte fator psicossocial (BAHERIMOGHADDAM et al., 2015). A harmonia é observada no sorriso, na variação de exposição gengival, nas anormalidades entre maxila e mandíbula, comprimento do lábio superior, tamanho das coroas dos incisivos superiores e na magnitude da elevação do lábio superior durante o sorriso (ARNETT; MCLAUGHLIN, 2004).

Deformidades dentofaciais afetam cerca de 20% da população, que apresenta diversos graus de comprometimento funcional, que pode ser restrito a um único maxilar ou até todo complexo craniofacial. A cirurgia ortognática pode ser recomendada nestes casos pelo seu potencial para reestabelecer oclusão funcional combinada com melhor estética facial (DANTAS et al., 2015).

Um dos maiores desafios em cirurgia ortognática é a estabilidade após realizar os movimentos necessários para a correção de deformidades e como mantê-los em longo prazo, resistindo à recidivas e forças musculares. Para isso o desenvolvimento tecnológico vem trazendo melhorias significativas na fixação interna rígida e nas técnicas operatórias, tornando possível melhorar os seus resultados (ROCHA, 2015).

As placas e parafusos de titânio são considerados o padrão ouro em fixação para cirurgia ortognática, sendo amplamente utilizados e com uma estabilidade adequada e confiável. O uso de parafusos bicorticais também é muito utilizado

cl clinicamente com ótimos resultados e pouca ocorrência de complicações pós-operatórias (PAENG, 2011).

Mais recentemente as placas bioabsorvíveis, que vêm ganhando espaço e preferência de alguns profissionais apesar de já haver registros desse tipo de fixação em cirurgias ortopédicas, além de cirurgias craniofaciais e osteotomias com resultados positivos (CHEUNG, 2008). É possível encontrar casos de fraturas zigomáticas tratadas com dispositivos biodegradáveis datados do ano de 1971, e em cirurgia ortognática mais especificamente, na década de 90 (SUURONEN, 1992).

Diante dos materiais disponíveis atualmente é preciso saber qual a melhor indicação para cada um deles, suas especificidades, características físicas e mecânicas, qual a técnica necessária para utilizá-los garantindo melhores resultados com menores taxas de recidiva e complicações trans e pós-operatórias.

Considerando a literatura existente sobre o contexto métodos de fixação interna rígida após cirurgia ortognática propôs-se estabelecer uma criteriosa avaliação acerca dos benefícios e desvantagens de cada técnica para fornecer ao profissional informações preciosas no momento de planejamento de uma cirurgia desse porte.

## 2 OBJETIVOS

Esta revisão de literatura tem como objetivo analisar três diferentes dispositivos de fixação interna rígida utilizados após cirurgia ortognática: parafusos com placas de titânio, parafusos bicorticais e placas bioabsorvíveis.

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Serão avaliados estabilidade, indicações, vantagens e desvantagens, complicações e técnicas operatórias de placas e parafusos monocorticais de titânio;
- Serão avaliados estabilidade, indicações, vantagens e desvantagens, complicações e técnicas operatórias de parafusos bicorticais de titânio;
- Serão avaliados estabilidade, indicações, vantagens e desvantagens, complicações e técnicas operatórias de placas com parafusos monocorticais e bicorticais de materiais reabsorvíveis.

### **3 METODOLOGIA**

A revisão de literatura será baseada em pesquisas em bases de dados Pubmed, Scielo, Lilacs, bem como periódicos da área de cirurgia e traumatologia bucomaxilofaciais tendo como palavras chave Cirurgia Ortognática, Fixação Interna Rígida, Placas de Titânio, Parafusos Bicorticais e Placas Bioabsorvíveis, além de livros já consolidados na literatura. A pesquisa fez o levantamento de estudos publicados em inglês e português, de 1981 até 2016, avaliando os métodos de fixação interna rígida dos últimos 35 anos, período de grande inovação neste meio.

## 4 REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1 HISTÓRICO DA FIXAÇÃO INTERNA RÍGIDA

O cirurgião Hansmann (1886) foi o primeiro a desenvolver um procedimento para fixação subcutânea de fragmentos ósseos com sistema de placas e parafusos, e além disso, o pioneiro em realizar uma osteossíntese com placa em mandíbula. Hansmann primeiramente deixava exposta a fratura e então reposicionava e esplintava os fragmentos com bandas estreitas de metal revestido de níquel que possuíam orifícios para receber parafusos. Tanto a placa como os parafusos ficavam para fora da ferida e eram removidos com 4 a 8 semanas. (SAUERBIER et al., 2008).

Key, em 1932 notou que a consolidação dos fragmentos da fratura é acelerada quando ambas as extremidades estão pressionadas uma com a outra. Bagby e Janes desenvolveram uma placa de compressão e estudaram os efeitos da compressão na cicatrização da fratura em 1958 (KAI TU; TENHULZEN, 1985).

Na década de 70 a abordagem de fraturas craniofaciais era baseada em redução aberta e fixação interna da borda infraorbital com fios intraósseos para evitar achatamento do osso malar e preservar o volume orbital após fraturas zigomáxicomaxilares, o terço inferior era tratado com fios de suspensão e bloqueio intermaxilar para manter a altura facial e estabilizar a oclusão. Apesar de tudo esse sistema não fornecia a estabilidade necessária, causando seqüelas como deformidades rotacionais, enoftalmia, achatamento de malar e não união da fratura. Como a estabilidade da técnica era limitada o tempo de BMM se prolongava, prejudicando a nutrição do paciente (CAMPBELL; KANT; LIN, 2009).

A osteotomia sagital bilateral da mandíbula, descrita inicialmente por Trauner e Obwegeser em 1957 é uma técnica rotineiramente aplicada em cirurgia ortognática, sendo modificada posteriormente por outros pesquisadores como Dal Pont (1961), Epker (1977), Hunsuck (1968) e Puricelli (2007). Inicialmente as extremidades proximais e distais dos segmentos mandibulares eram fixados com um fio enrolado ao redor do ramo, tendo auxílio do bloqueio maxilo-mandibular (BMM) que permanecia por 5 a 6 semanas para manter a estabilidade (TRAUNER; OBWEGESER, 1957).

Em 1974, Spiessl introduziu a fixação rígida na forma de parafusos bicorticais evitando a necessidade de utilizar BMM, sua técnica envolvia o uso de três

parafusos bicorticais na região da osteotomia, sendo dois acima do feixe neurovascular e um abaixo para estabilizar os segmentos, como mostrado na figura 2. Alguns anos depois Lindorff trouxe o conceito de parafusos posicionados estrategicamente sem compressão para prevenir danos ao nervo alveolar inferior. A fixação interna rígida foi popularizada por Champy e colaboradores e se tornou uma forma bastante eficiente de estabilizar os segmentos mandibulares após osteotomias sagitais bilaterais de mandíbula (KALLELA, 1998; VERWEIJ et al., 2014).

Desde o início dos anos 70 a osteossíntese em forma de placas mini e micro provaram seu sucesso no tratamento de lesões da região craniofacial, a vantagem desse método sobre a até então utilizada é bastante ampla, apesar das suturas com fios metálicos poderem ser utilizadas para adaptar pequenos fragmentos ósseos na região orbito-nasal, elas não produzem uma estabilidade tridimensional, sendo necessárias várias abordagens com suturas e podendo danificar a superfície do tecido ósseo (JOOS; GILSBACH; OTTEN, 1989).

No final dos anos 80 as miniplacas foram introduzidas também para fixação de osteotomias sagitais de mandíbula em cirurgia ortognática, como mostra a figura 1. A mesma possuía duas vantagens significativas sobre os fios transósseos e bloqueio intermaxilar: primeiramente evitava o BMM e promovia melhor estabilidade intersegmental e assim contribuindo para o processo de reparo ósseo sem formação de um calo (RUBENS et al., 1988).

Nas últimas três décadas muitos avanços foram feitos na área de sistemas de fixação óssea dentro da cirurgia bucomaxilofacial e assim como as práticas cirúrgicas evoluíram, as complicações inerentes a elas mudaram de acordo com essa evolução. O problema que no passado era a instabilidade interfragmentária com o fio de osteossíntese passou a ser o risco de exposição, infecção e palpabilidade do sistema de placas e parafusos. Apesar da redução do tamanho dos dispositivos de fixação que vieram a diminuir a sensação de palpabilidade e exposição dos mesmos, agora foram encontradas limitações na sua aplicação em relação aos estímulos fisiológicos dos músculos da mastigação e da cicatrização óssea (CAMPBELL; KANT; LIN, 2009).

Figura 1 – Osteotomia sagital de mandíbula fixada com placa e parafusos monocorticais de titânio.



Fonte: Sato et al., 2014.

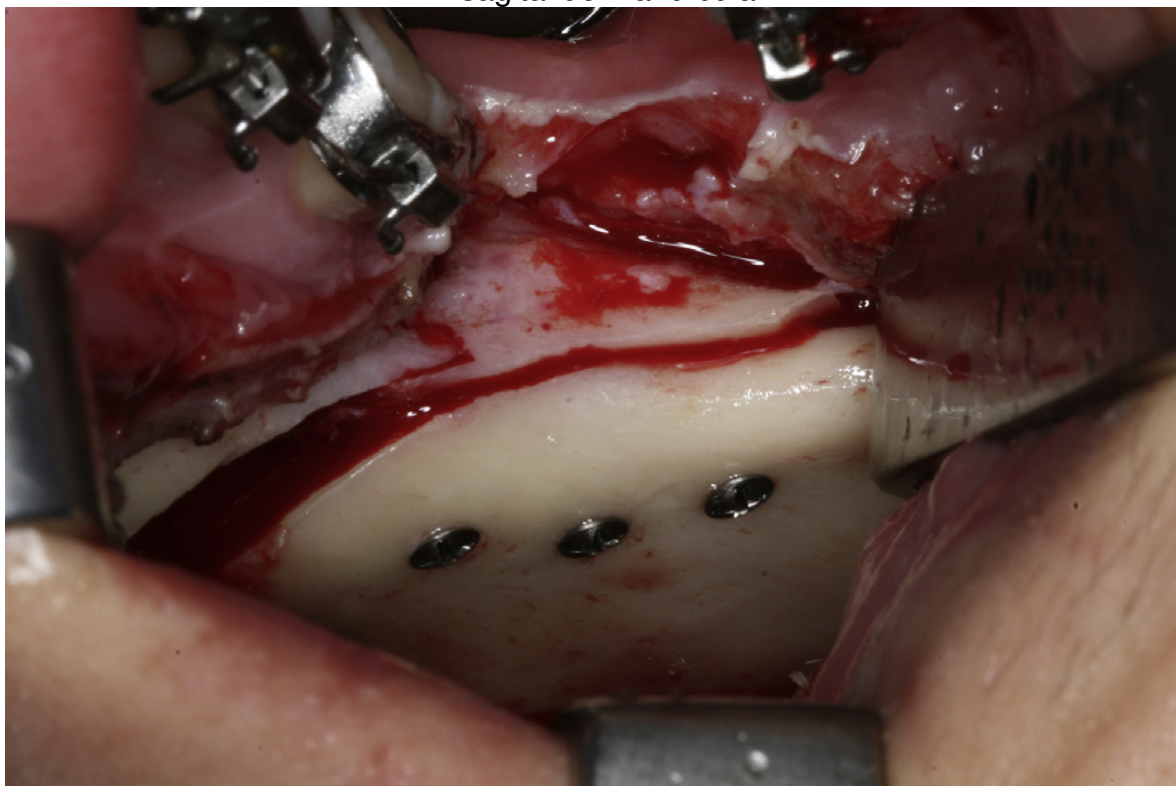
Os primeiros registros do uso de placas e parafusos bioabsorvíveis no âmbito da cirurgia maxilofacial apareceram em 1971, quando Cutright utilizou o ácido polilático (PLA) como alternativa para o tratamento e estabilização de fraturas faciais (YOUNG, 2015). Em 1974 Petersen publicou o tratamento de dois casos de fraturas desfavoráveis de ângulo de mandíbula em pacientes jovens com sutura de ácido poliglicólico associado ao bloqueio intermaxilar por 6 semanas e após 1 ano de acompanhamento os indícios clínicos e radiográficos demonstravam sucesso no tratamento (PETERSEN, 1974).

Em 1987, Bos et al aplicaram materiais de fixação reabsorvível para fixação de fraturas zigomáticas. Niederdellmann & Bührmann relataram o uso de sistemas de fixação biodegradáveis para o tratamento de fraturas mandibulares em 1983, na época as propriedades mecânicas do material aparentavam ser insuficientes, sendo necessário BMM pós-operatório. Desde a década de 80 pesquisas foram feitas para aumentar a força estrutural dos sistemas de fixação interna rígida reabsorvíveis, incluindo técnicas com fibras poliméricas reforçadas (SUURONEN et al., 1992).

Para suprir as necessidades de um material de fixação biodegradável ideal alguns requisitos precisam ser preenchidos, tais como: manter o fragmento ósseo

estável durante o período cicatricial, ser reabsorvido completamente uma vez que este processo esteja finalizado e seus metabólitos resultantes não devem causar reações adversas locais ou sistêmicas e deve ser de pequena proporção e flexível a ponto de ser aplicado em diferentes locais do complexo maxilofacial. Com base nessa lista três polímeros reabsorvíveis foram introduzidos: ácido poliglicólico (PGA), ácido poli-L-láctico (PLLA), e ácido poli-D-láctico (PDLA), exemplificados na figura 3 (YOUNG, 2015).

Figura 2 – Uso de 3 parafusos bicorticais de titânio para fixação de osteotomia sagital de mandíbula.



Fonte: Sato et al., 2014

Preocupado com as propriedades mecânicas do material, alguns autores desta linha de pesquisa criaram uma técnica de sinterização e reforço estrutural do PGA no começo da década de 90, que consistia em reorganizar os cristais que estavam dispostos aleatoriamente em fibras altamente orientadas, gerando o PGA auto reforçado (SR-PGA) (TORMALA et al., 1991).

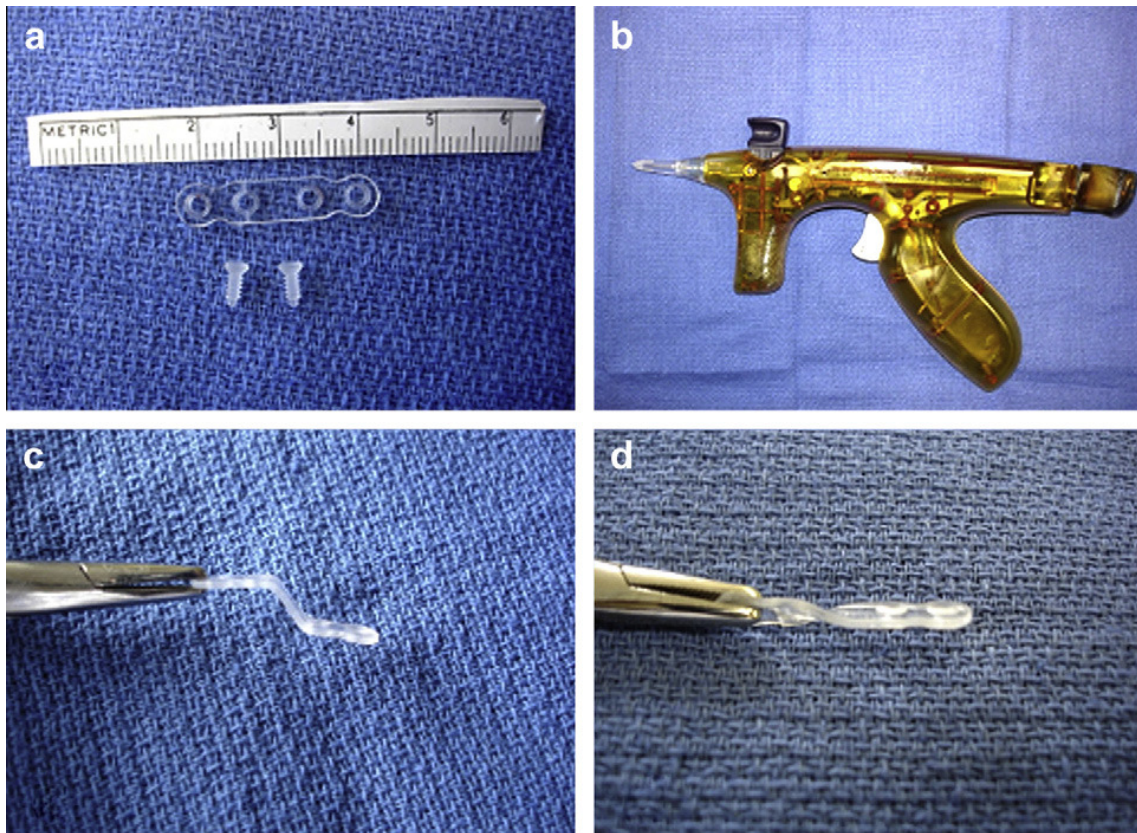
Apenas propriedades mecânicas satisfatórias não garantem um material biodegradável ideal, com um período de degradação de mais de três anos e meio o



PLLA usado em cirurgia bucomaxilofacial registrou problemas como reações de corpo estranho e degradação tardia. Um material que retém suas propriedades mais tempo que o necessário acaba prolongando a proteção da região fixada e possivelmente há menos estímulo mecânico para remodelamento ósseo. O ácido polilático, quando usado em seu isômero-L forma uma rede cristalina com características hidrofóbicas e resistentes à degradação. Este fenômeno foi ligado à alta cristalinidade do material e como solução, uma quantidade de ácido-D-lático foi adicionada produzindo um copolímero de PLLA que mantivesse a força estrutural ao mesmo tempo em que permitisse a degradação sem sinais inflamatórios (PIETRZAK, 2000; EPPLEY et al., 2003; MAZZONETTO; PAZA; SPAGNOLI, 2004; YOUNG, 2015).

O primeiro relato de experimentos com osteotomia sagital da mandíbula fixada com parafusos biodegradáveis e sem uso de BMM foi feito por Suuronen et al em 1992, utilizando PLLA reforçado em ovelhas, no qual os estudos histológicos e microrradiográficos mostraram cicatrização sem intercorrências das osteotomias em todas as seis ovelhas e os resultados indicaram que este método devia ser adequado para fixação rígida de osteotomia sagital mandibular e fraturas da mandíbula em seres humanos também (SUURONEN et al., 1992).

Figura 3 – Apresentação do material de fixação reabsorvível. A - placa e parafusos. B - pistola aplicadora do material. C - material modelado conforme necessidade cirúrgica. D - placa sofrendo torção em temperatura ambiente.



Fonte: Moure et al., 2012

Encorajado pelo experimento com ovelhas, Suuronen e colaboradores aplicaram o estudo em seres humanos em 1994, contando com 9 pacientes que foram submetidos à cirurgia ortognática para avanço mandibular, e fixação interna rígida com parafusos bicorticais de PLLA tendo como resultado nenhuma complicação durante o seguimento de 15 a 23 meses. A cicatrização pós-operatória não diferiu dos pacientes tratados com fixação padrão, abertura bucal normal e sem alterações de ATM, oclusão estável e nenhuma recidiva foi observada clinicamente. Este estudo mostrou que as propriedades mecânicas dos sistemas de parafusos PLLA foram apropriadas para o período de consolidação e cicatrização óssea (Figura 4) (YOUNG, 2015).

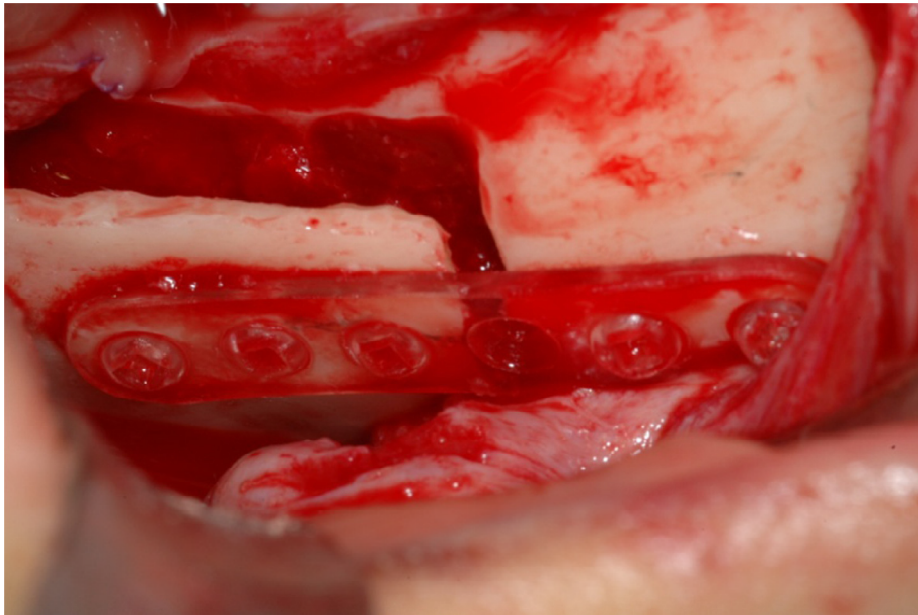
Com os avanços na estrutura física destes materiais de fixação os polímeros e copolímeros de PGA, PDLA e PLLA são mais aceitos na prática clínica em detrimento de PGA e PLLA puros. A inserção no mercado de materiais como

*Lactosorb*® (1996), um copolímero de PLLA (82%) e PGA (18%) criado para fornecer estabilidade adequada por 6 a 8 semanas mantendo quase 75% de sua força nos 3 primeiros meses devido à proporção de seus polímeros. Possui um período de reabsorção de 12 a 18 meses ou mais no organismo, sendo metabolizado pela via do ácido cítrico e excretado na forma de dióxido de carbono e água pelo pulmão. Durante as 6-8 semanas iniciais a força da união biológica entre os fragmentos tende a aumentar ao passo que a força do material diminui (PIETRZAK, 2012).

Por ser composto pela mistura de diferentes copolímeros (PLLA e PGA) este material tende a ter menos cristalinidade, o que torna sua degradação uma tarefa mais fácil, auxiliando a metabolização e eliminação por processos naturais do organismo. O PLA é metabolizado pelo ciclo do ácido lático e do ácido cítrico, dando origem a metabólitos como dióxido de carbono e água ao passo que o PGA sofre a ação do ciclo do ácido glicólico formando menos reações inflamatórias. Alguns fatores podem modificar a velocidade do processo de biodegradação desse material como o peso molecular, proporção de estrutura cristalina/amorfa, tamanho e forma da placa, método de processamento do material, local de implantação, idade e condição metabólica do paciente (EPPLEY; REILLY, 1997; PIETRZAK; 2000).

Outro material disponível a partir de 2001 foi o *BioabsorbFX*®, um copolímero auto reforçado de PDLA (30%) e PLLA (70%). Este copolímero amorfo 70L:30DL é hidrolisado pela penetração de água na placa, que quebra suas cadeias poliméricas em partículas menores e, ao contrário das estruturas macrocristalinas de PLLA, pode ser biodegradada por um período de 2 anos por macrófagos em dióxido de carbono e água. Esse sistema de fixação pode ser manipulado sem necessidade de aquecê-lo, apenas com movimentos de dobras e torção na temperatura ambiente. Com resultados positivos quando comparado com técnica de fixação *Lag Screw* por Kallela num estudo de fixação do corpo mandibular em ovelhas, o PLLA/PDLA auto reforçado (70L:30DL) se mostrou eficaz para seu uso na cirurgia maxilofacial (KALLELA, 1999; MAZZONETTO; PAZA; SPAGNOLI, 2004).

Figura 4 - Placa de 2,4mm composta por PLLA e PDLA (70/30) em fixação de osteotomia sagital de mandíbula.



Fonte: Young, 2015

Os parafusos de PLLA auto reforçados são feitos a partir da fundição do polímero em forma de comprimidos cilíndricos que ficam em repouso para arrefecer. Em seguida o comprimido de ácido polilático parcialmente cristalino é reaquecido e mecanicamente delineado em estado sólido por uma matriz afunilada que é moldada por compressão na forma de parafusos. O material final é esterilizado por radiação gama na dose mínima de 25 kGy. As placas de PLLA-SR podem ser modeladas em temperatura ambiente com auxílio de fórceps, não havendo necessidade de dispositivos de aquecimento para atingir a forma ideal. Os parafusos são inseridos nas cavidades formadas por brocas sob irrigação abundante de solução salina para evitar danos térmicos (HAERS et al., 1998).

## 5 VANTAGENS

### 5.1 MATERIAL BIOABSORVÍVEL

O material de osteossíntese ideal deve ser de fácil manipulação, proporcionar adequada fixação dos fragmentos ósseos e ter alta biocompatibilidade enquanto gradualmente transfere estresse para o osso em processo reparador até desaparecer quando não for mais necessário. Os metais provaram ser de grande valor para este fim, porém pecam por não terem como característica a biodegradabilidade de seus componentes (MAZZONETTO; PAZA; SPAGNOLI, 2004).

Edwards e colaboradores avaliaram 8 pacientes que se submeteram a cirurgias ortognáticas com uso do copolímero de PLLA/PGA (Lactosorb 82%/18%) para fixação, utilizando a técnica de osteotomia sagital mandibular para 5 avanços e 3 recuos. Após 2 anos da cirurgia as cavidades dos parafusos haviam apresentado mudança radiográfica significativa, em 69% dos sítios preenchidos pelos parafusos o tecido parecia ter sido substituído completamente por trabeculado ósseo normal, não sendo possível discernir seus limites. O restante dos parafusos estava mais radiopaca comparado à radiografia de 1 ano após a cirurgia e seus limites eram de difícil visualização. Um dos pacientes permitiu a realização de biópsia do tecido ósseo da região da inserção do parafuso, que mostrou um padrão de trabeculado sem qualquer resquício de material polimérico residual, fibrose ou reação inflamatória. Na maxila, apenas 10% dos parafusos podiam ser observados 18 meses após as osteotomias de *Le Fort I* (EDWARDS; KIELY; EPPLEY, 2001).

A princípio a questão financeira é um ponto negativo deste tipo de material, que geralmente tem um custo maior em relação à fixação metálica. Levando em consideração o fato de por ser reabsorvível, evitar outro procedimento cirúrgico para remoção, além de poupar o paciente de mais uma intervenção e cuidados pós-operatórios, torna-se uma opção viável financeiramente (PIETRZAK, 2000).

Os dois terços superiores da face, por serem regiões com mínima aplicação de cargas em relação ao restante do corpo, são ideais para receber este tipo de material. Os dispositivos bioabsorvíveis apresentam-se em maiores proporções que os metálicos para prover a mesma propriedade mecânica, porém qualquer possível palpabilidade é prontamente solucionada após cerca de 6 meses, dependendo do polímero utilizado (PIETRZAK, 2000).

O uso de material biodegradável aumentou consideravelmente no atendimento e fixação em pacientes pediátricos, com o grande benefício de não ser susceptível ao risco de migração intracraniana e interferência no crescimento craniofacial da criança (STANTON et al., 2014).

Este material tem bastante apelo no tratamento de síndromes que afetam o crescimento craniofacial de recém nascidos, com diversas craniosintoses. Em cirurgias de reconstrução de abóbada craniana Sanger et al. utilizaram placas e parafusos de PLLA/PGA para avaliar visibilidade e palpabilidade do material abaixo da pele, rompimento da pele sobre a fixação e possíveis infecções. De uma amostra total de 52 pacientes, apenas 8 apresentaram problemas relacionados ao método de fixação, sendo 7 tratados de forma conservadora. Eritema local, palpabilidade e visibilidade abaixo da pele nestes pacientes foram resolvidos em cerca de 5 meses sem nova intervenção cirúrgica (SANGER et al., 2007).

Cheung et al. conduziram um ensaio de 24 meses avaliando diversas morbidades pós-operatórias da cirurgia ortognática com placas e parafusos de titânio e ácido polilático L/DL (70/30) em 60 pacientes. O resultado mostra o material bioabsorvível como uma opção viável para o procedimento, com taxas de infecção de 1,82% enquanto o titânio apresenta 1,53%, não mostrando diferença significativa. Além disso, a exposição e remoção de placas, deiscência da ferida, estabilidade clínica e grau de satisfação dos pacientes dos dois grupos mostraram valores semelhantes e sem diferença estatística significativa.

Inicialmente as placas de PL/DLA tendem a se apresentar mais palpáveis em relação ao titânio, dado ao fato de serem mais amplas, largas e espessas. Na avaliação subjetiva o número de pacientes com palpabilidade entre os dois grupos foi similar na segunda semana pós-operatória enquanto nos que utilizaram PL/DLA esse contingente aumentou na sexta semana, devido ao edema inicial pós-cirúrgico, que mascarou a palpabilidade do dispositivo biodegradável nesse período inicial. É interessante notar que o número de placas palpáveis no grupo com PL/DLA reduziu nas avaliações seguintes, ao passo que no grupo fixado com titânio ocorreu aumento da palpabilidade, isso ocorre muito em função da redução do peso molecular e do tamanho do material reabsorvível no decorrer do tempo (CHEUNG; CHOW; CHIU, 2004).

Para determinar a força estrutural do material biodegradável Eppley e colaboradores conduziram testes biomecânicos dos dispositivos de fixação óssea

incorporando cargas que imitam mais de perto o paciente real pós-operatório. Com base nos dados biomecânicos gerados no estudo in vitro, um parafuso PLLA-PGA (82/18) reabsorvível de 2,5 mm de diâmetro e 7mm de comprimento pode tolerar forças de carga de pico no teste estático que excedem substancialmente as forças de mordida geradas em cargas mastigatórias num paciente normal. O teste de fadiga in vitro do padrão de fixação de parafuso de PLLA/PGA mostra que eles são capazes de suportar mais de 250.000 ciclos mastigatórios com cargas que são quase 1,5 vezes a quantidade que pode ocorrer em pacientes operados, o que sugere que estes parafusos reabsorvíveis podem funcionar de forma bastante eficaz para a estabilização do procedimento de osteotomia sagital de mandíbula e contribuir para o sucesso clínico deste procedimento (EPPLEY; SARVER; PIETRZAK, 1999).

Ao avaliar 685 pacientes submetidos à cirurgia ortognática e fixados com PLLA/DLA (70/30) Turvey e colaboradores avaliaram a morbidade e o sucesso pós-operatórios, definindo sucesso por evidência de cicatrização do fragmento ósseo na posição desejada sem a necessidade de cirurgia adicional, o conceito de falha foi estabelecido por fratura do material ou resposta inflamatória aguda durante o período de biodegradação. Diante disso a taxa de sucesso do material em tais circunstâncias foi de 94%, dentre as falhas 31% foram devido à fratura do material e 69% a quadros inflamatórios. Nenhum paciente desenvolveu problemas com PLLDLA (70/30) que exigisse sua remoção após 20 meses decorridos da cirurgia. Para os autores o grande benefício deste material se encontra na habilidade de possibilitar cicatrização permitindo a transferência gradual de forças fisiológicas ao osso no decorrer do tempo, aumentando a resposta cicatricial (TURVEY; PROFFIT; PHILLIPS, 2011).

## 5.2 DISPOSITIVOS DE TITÂNIO

A fixação interna rígida na forma de placas e parafusos metálicos, especialmente titânio, são amplamente utilizadas desde muito tempo com alta taxa de sucesso clínico e estabilidade (MAZZONETTO; PAZA; SPAGNOLI, 2004). A introdução de materiais não corrosivos como o titânio aumentou consideravelmente a biocompatibilidade, já o desenvolvimento de vários tamanhos de placas e

parafusos como os de 0,8mm de diâmetro ajudaram a ampliar o leque de aplicação e tornaram mais conveniente à demanda dos pacientes (SAUERBIER et al., 2008).

Titânio fornece tolerância a grandes cargas que o habilita a resistir a distração que os músculos da mastigação transmitem no fragmento da fratura, preservando a harmonia anatômica (CAMPBELL; KANT; LIN, 2009).

A aplicação de miniplacas com parafusos monocorticais de titânio possui como vantagens a maior facilidade de execução da técnica, sem necessidade de acesso transbucal com incisão em pele, maior facilidade de correção do posicionamento inadequado do segmento proximal e de remoção das placas sob anestesia local, possibilidade de dobradura para adaptação dos segmentos e menor risco de lesão ao nervo alveolar inferior quando comparado aos parafusos bicorticais (SATO et al., 2014). Joss e Vassalli (2009) também ponderam acerca dos benefícios desta técnica que parte de uma abordagem transoral já que a aplicação de placa evita a necessidade de punção transcutânea, com posterior cicatrização e risco de danos ao nervo facial.

Segundo alguns autores a melhor opção em termos de estabilidade é a colocação de três parafusos bicorticais de titânio posicionados em L invertido, sendo os parafusos inseridos no córtex bucal da mandíbula, imediatamente posteriores à linha da osteotomia; um parafuso é inserido junto ao bordo inferior, e outros dois junto ao bordo superior (BRASILEIRO et al., 2012).

Cirurgiões bucomaxilofaciais preferem as miniplacas e parafusos de titânio para fixação dos segmentos na cirurgia ortognática por diversas razões, como a preocupação em relação a reações de corpo estranho e possível instabilidade do material bioabsorvível, que também apresenta maior taxa de infecção. Outras razões de âmbito financeiro e relativos à técnica operatória também pesam nessa decisão, já que o preço do material de fixação de titânio é menor e o tempo operatório é reduzido quando comparado ao da fixação biodegradável (PAENG et al., 2012)

A incidência de complicações com parafusos e placas de titânio são clinicamente baixas e a maioria dos cirurgiões não julga necessária a remoção destes na ausência de complicações. Estudos relatam remoção de placas de titânio em 48 de 655 pacientes submetidos à cirurgia ortognática (8%) devido à problemas com sintomatologia (PANULA et al., 2001).

Durante o período pós-operatório precoce, quando a cicatrização óssea primária ainda não está concluída, a menor resistência de PLLA / PDDL A gera uma



estabilidade de fixação relativamente menor, que melhora gradualmente com o tempo à medida que o osso ganha rigidez. Leno et al., (2017), compararam a fixação de titânio com o material reabsorvível e julgaram que esta impressão inicial de instabilidade e seus mecanismos musculares protetores subsequentes podem se correlacionar com a força de mordida máxima mais baixa aplicada pelos pacientes durante as primeiras 4 semanas no grupo da fixação bioabsorvível. Esta situação pode explicar a menor taxa de satisfação relatada por esses pacientes, uma vez que esta força de mordida prejudicada e atitude temerosa podem limitar sua alimentação diária.

## 6 DESVANTAGENS

### 6.1 MATERIAL BIOABSORVÍVEL

As mudanças nas propriedades biomecânicas e morfológicas relativas à degradação do PLLA talvez seja um fator que intensifique reações de corpo estranho segundo Bergsma, autor que pesquisou com afinco a degradação dos materiais reabsorvíveis, que entre 1986 e 1988 avaliou 10 pacientes com fraturas zigomáticas que foram tratados com placas e parafusos de PLLA. Três anos após a cirurgia 4 pacientes voltaram com edema indolor na região operada e após uma chamada de retorno de todos pacientes, outros 5 mostraram efeito semelhante. Sete pacientes aceitaram ser operados novamente para avaliar a degradação do material e encontrar explicações para o edema.

Bergsma observou em seu experimento em fraturas zigomáticas que as placas e parafusos implantados há 3,3 anos haviam sido degradadas em fragmentos e se desintegrado em partículas em forma de agulha. No acompanhamento de 5,7 anos encontrou uma morfologia parecida, porém com o tamanho médio de suas partículas muito menor ao ser observada em microscopia eletrônica. Uma secção obtida a partir do material com um período de implantação de 5,7 anos consiste numa fina cápsula fibrosa e camadas de colágeno entrelaçadas com várias células e diferentemente do material implantado durante 3,3 anos, praticamente nenhum material PLLA pode ser encontrado no espaço extracelular. A maioria dos cristais PLLA foi internalizada por células fagocitárias em vacúolos ligados à membrana. O tempo previsto de reabsorção total do PLLA é de aproximadamente 3,5 anos. Estes resultados podem levar à conclusão de que com períodos de implantação mais longos existe uma mudança gradual das partículas de PLLA no sentido extra para intracelular por células fagocitárias que estão inseridas numa matriz fibrosa (BOS; ROZEMA; BOERING, 1991; BERGSMA, 1995).

O que pode explicar a lenta e limitada reabsorção do PLLA são suas moléculas que possuem alta taxa de cristalinidade, tornando o material mais estável e dificultando sua hidrólise. O edema encontrado por Bergsma pode ser causado inicialmente por fragmentos gradualmente desintegrados das placas e parafusos de PLLA causando aumento de volume na região operada e aumento da pressão osmótica além da baixa resistência do tecido subcutâneo (BERGSMA, 1995).

Um estudo com amostra de 30 pacientes fixados com PLLA em cirurgia ortognática bimaxilar apresentou 6 casos de reação inflamatória pós-operatória, e em 2 destes foi necessária remoção do material de fixação (MOURE *et al.*, 2012). Outros autores encontraram indícios de reações locais aos materiais de PLLA/PGA em acompanhamento por 12 meses, com 8,3% dos pacientes relatando sensibilidade à palpação na região da osteossíntese. Acredita-se que isto seja causado por uma reabsorção contínua das placas e parafusos, uma vez que necessitam de maior tempo até sua completa reabsorção (NORHOLT; PEDERSEN; JENSEN, 2004).

O preço destes materiais biodegradáveis vem sendo reduzido, mas continua sendo maior que o da fixação convencional de titânio, quando ele se aproximar ao concorrente poderá ser viável utilizá-los para osteossíntese. Até o momento deve ser indicado para situações como em crianças em fase de crescimento e pacientes que realizam exames de ressonância e tomografia rotineiramente para acompanhar status de seus tumores (TOUVINEN *et al.*, 2010). Seu uso deve ser repensado em pacientes com dificuldade de cicatrização por quadros sistêmicos como diabetes, tabagismo, imunossupressão (PIETRZAK, 2000; CAMPBELL; KANT; LIN, 2009).

Alguns dos copolímeros bioabsorvíveis como o ácido polilático PLLA/PDDLA (90/10) necessitam de imersão em água aquecida, aproximadamente 70°C durante 10 segundos, permitindo 15 segundos de tempo de trabalho para dobrar e manipular o material conforme a forma do segmento ósseo a ser fixado, gerando maior dificuldade técnica para sua aplicação (LENO *et al.*, 2017). Buijs *et al.*, (2012), constataram que o tempo para aplicar a técnica com materiais biodegradáveis era em média 7 minutos a mais que com as placas e titânio. Cheung e colaboradores (2004) confirmaram que o tempo para inserção do material quase dobrou nos casos de fixação reabsorvível enquanto os cirurgiões estavam ganhando experiência com o uso das placas e uma vez que estes se familiarizaram com esta técnica, foram capazes realizá-la em menor tempo. Na maioria das cirurgias ortognáticas, a fixação da placa reabsorvível foi semelhante a fixação da placa de titânio, com uma diferença de tempo de 1 a 2 minutos.

A perfuração e a inserção dos parafusos reabsorvíveis são fatores importantes e sensíveis à técnica operatória, e sua execução inadequada ou deficiente pode ser uma razão para fratura da cabeça do parafuso. Quando este

inconveniente ocorre um novo orifício pode ser criado através do parafuso quebrado e inserido um parafuso de emergência (HAERLE et al., 2009; BAYAT et al., 2010).

Van Bakelen et al., (2014), avaliaram as razões que faziam os cirurgiões bucomaxilofaciais trocarem as placas biodegradáveis para o titânio no trans-operatório em 21% dos casos (BUIJS et al., 2012), valor justificado pela fixação inadequada, falta de adaptação das placas, especialmente a não aderência dos parafusos, que necessitam de osso cortical suficiente para obter melhores resultados.

Alem disso o custo do material reabsorvível costuma ser três vezes maior que o titânio e estudos encontraram diferenças de valores ainda maiores como dos 65\$ da miniplaca de titânio de seis furos e seus parafusos comparados aos 75\$ da placa reabsorvível mais 250\$ para os parafusos no mercado alemão, o que certamente não a torna uma opção muito econômica (LANDES; BALLON, 2006).

## 6.2 DISPOSITIVOS DE TITANIO

Problemas como potencial restrição e alteração do padrão de crescimento, reação de corpo estranho, infecção, migração e dor à palpação do dispositivo são reais e precisam ser considerados. Esses obstáculos criaram um grande debate acerca da eficácia e segurança dos dispositivos de fixação interna, gerando cautela sobre seu uso em crianças com o desenvolvimento craniofacial ainda imaturo. Restrição de crescimento, migração das placas e o fato de existir a possibilidade de necessitar de uma segunda intervenção para remoção da fixação são fatores que ainda estão por ser elucidados (BERRYHILL et al., 1999).

As desvantagens associadas ao uso do titânio em população pediátrica incluem distúrbios de crescimento, infecção, dor crônica, migração do dispositivo, sensibilidade a estímulos térmicos e interferência em diagnóstico por técnicas de imagem (STANTON et al., 2014).

Em seu estudo sobre potencial restrição de crescimento de placas e parafusos de titânio, Berryhill e colaboradores avaliaram 96 pacientes pediátricos com diversas anormalidades craniofaciais tratados com fixação rígida com placas e parafusos de titânio e observaram o seu padrão de crescimento após a cirurgia com medidas clínicas da circunferência occipitofrontal, distância interpupilar e imagens

tomográficas além de sintomas neurológicos num acompanhamento de 5 anos. Dentre as complicações pós-operatórias encontradas, 4 casos de migração de parafuso, 5 casos de atraso e 1 de restrição de desenvolvimento foram observados, porém não fica claro se estão relacionados à fixação, a osteotomia ou à condição médica prévia dos pacientes apesar dos indícios de imagem tomográfica corroborarem para a ideia dos autores de que a causa de fato sejam as placas. O estudo mostrou uma taxa de complicações de 22% e necessidade de remoção das placas em 8% dos casos (BERRYHILL et al., 1999). Em contrapartida, Uckan et al., (2009) não encontraram evidências de restrição de crescimento ou assimetrias ao usar fixação interna rígida com microplacas em fraturas de corpo mandibular de coelhos num acompanhamento de 6 meses.

A remoção do material de fixação pode ser necessária, obrigando o paciente a submeter-se a mais um tempo cirúrgico, Schmit et al., (1998) encontraram evidências que 11% dos pacientes que realizaram osteotomias de *Le Fort I* seguidas de FIR com placas de 2mm de titânio precisaram de nova intervenção para remover ao menos uma parte da fixação. Os motivos para tal foram sensibilidade à palpação e temperatura, sinusites, dores e infecção e o tempo médio para remoção do material foi de 13 meses.

Alguns autores como Iatrou e colaboradores (2010) adotam uma conduta mais intervencionista ao indicar a remoção de fixação com titânio em todos os pacientes pediátricos num período de no mínimo 6 meses ou até que haja a confirmação radiográfica de cicatrização e reparo ósseo para evitar potenciais alterações de desenvolvimento e crescimento.

Apesar da remoção do material se tratar de uma técnica normalmente simples, não deixa de ser outra intervenção. A remoção na abertura piriforme pode facilmente ser realizada com anestesia local e sedação consciente. Se o dispositivo permanecer por um longo período pode haver uma deposição óssea significativa sobre a placa que precisa ser removida. No caso das placas no pilar zigomático há necessidade de uma extensa retração e dissecação de tecidos para seu acesso, que deve ser realizado sob irrigação constante. Muitos pacientes podem achar esses procedimentos desconfortáveis, exigindo assim uma abordagem sob anestesia geral (SCHMIDT, 1998).

Um fator a ser considerado é a deposição de dióxido de titânio no organismo após seu uso, em uma avaliação de 32 pacientes que se submeteram à remoção de

placas de titânio após cirurgias reconstrutivas, traumas e ortognáticas, encontrando manchas visíveis circunscritas à região da fixação em 25% dos casos, quando avaliado microscopicamente essa incidência alcançou 72%, resultado maior que nas placas de aço inoxidável de Champy (65%). Exames de microscopia eletrônica encontraram dióxido de titânio em tecido conjuntivo (ROSENBERG; GRÄTZ; SAILER, 1993).

Apesar do dióxido de titânio ter baixa toxicidade o seu metabolismo e comportamento biológico ainda não foram completamente esclarecidos. Alguns casos de metalose sintomática ligadas a dióxido de titânio podem ser encontrados na literatura, em sua maioria relatando interação de suas partículas com tecido pulmonar (MORAN et al., 1991). Estes relatos divergem de estudos que pesquisaram implantes dentários osseointegrados, nos quais demonstraram alta compatibilidade do titânio em 15 anos de acompanhamento sem mostrar efeitos tóxicos (BRANEMARK; HANSSON; ADELL, 1977).

Mesmo desconhecida, a causa da pigmentação pode ser explicada pela torção e flexão das placas ao serem instaladas de forma anatômica, induzindo à microfraturas e liberação de partículas de titânio. Esse dado vai de encontro com a observação da pigmentação se restringir quase que exclusivamente ao tecido que recobria a área das placas (ROSENBERG; GRÄTZ; SAILER, 1993).

A deposição de titânio oriundo de placas de fixação se mostrou muito pequena e pouco densa, e em todos os casos a pigmentação macroscópica foi assintomática, sem relação com possíveis complicações e sem produzir efeitos de toxicidade. Este tipo de alteração tecidual não deve ser interpretado como uma indicação clara de remoção das placas.

Em casos de movimentos mandibulares grandes ou assimétricos há uma redução de contato ósseo entre os segmentos distal e proximal da osteotomia, o que traz dificuldade para a instalação de parafusos bicorticais. Este problema pode em alguns casos ser solucionado com enxertos ósseos ou pequenos desgastes porém dependendo da magnitude do deslocamento há necessidade de alterar a técnica de fixação e utilizar placas e parafusos monocorticais (ROSENBERG; GRÄTZ; SAILER, 1993).

## 7 ESTABILIDADE

Um ponto crucial para o sucesso do tratamento ortocirúrgico é a estabilidade pós-operatória conferida aos segmentos, estando ligada ao método de fixação e cuidados pós-operatórios. A recidiva aumenta conforme a magnitude do deslocamento realizado e estudos comprovam que avanços maiores que 9-10mm são considerados instáveis (WILL; WEST, 1989).

Ballon e colaboradores realizaram um estudo comparando fixação interna rígida com miniplacas convencionais no grupo controle e copolímero de PLLA e PDLA em cirurgia ortognática. Em avaliação cefalométrica pós-cirúrgica de 12 meses, constatou que o material bioabsorvível pode ser usado como método de fixação interna rígida de forma estável, devendo ser indicado com cautela quando forem realizados movimentos como alongamento maxilar e recuo mandibular, que mostraram maiores taxas de recidiva com o seu uso (BALLON; LAUDEMANN; LANDES, 2012). Segundo Kim e colaboradores, o recuo mandibular oferece maior dificuldade em manter o resultado imediato após a cirurgia, pois a posição da língua e sua musculatura são movidos para trás em uma posição mais dorsal e fazendo com que ocorra uma pressão dessas estruturas contra a mandíbula (KIM et al., 2009).

Em outro estudo em que foram avaliados dispositivos de PDLA/PLLA (30/70) e fixação com placas e parafusos de titânio em 101 pacientes que se submeteram a cirurgias ortognáticas o resultado mostrou que o material biodegradável pode ser usado para esta finalidade com segurança e resultados satisfatórios. A recidiva esquelética não parece ter relação com o material utilizado para fixação, porém segundo o estudo houve uma mudança no overbite no grupo que realizou intervenções na maxila, indicando recidiva dentária. Nos pacientes estabilizados com titânio a tendência essa recidiva aumentava com o tempo ao passo que ela cessava no grupo que utilizou PLLA/PDLA após 12 meses. As complicações foram mínimas, já que numa amostra de 101 pacientes apenas 3 precisaram remover as placas por apresentarem fístulas intraorais e desconforto, sendo uma de PLLA/PDLA e duas de titânio (TOUVINEN et al., 2010).

O estudo conduzido por Verweij e colaboradores em 2014 avaliou a necessidade de remoção de parafusos bicorticais após cirurgias ortognáticas em 251 pacientes com a técnica de osteotomia sagital bilateral e encontrou uma taxa de

apenas 3% de remoção do dispositivo de fixação, a pesquisa não encontrou associação desses casos com sexo, idade, presença de terceiros molares ou falhas durante a separação dos fragmentos no trans-operatório.

Joss e Vassalli (2009) conduziram uma revisão sistemática sobre a estabilidade da fixação com diferentes métodos da osteotomia sagital bilateral para avanço mandibular e concluíram que parafusos bicorticais, placas e parafusos de titânio e parafusos reabsorvíveis não mostraram diferenças significativas no acompanhamento em curto prazo (até 1,5 anos). Em longo prazo observaram maiores recidivas em pacientes tratados com parafusos bicorticais (de 2.0% a 50.3%) com relação a miniplacas de titânio (1.5% a 8.9%). Atribuíram diversos fatores como etiologia das recidivas, tais como apropriado posicionamento do côndilo na fossa glenóide, quantidade de avanço mandibular, tecidos moles e músculos da região, plano mandibular, estágio de crescimento do paciente e habilidade do cirurgião.

Haers e colaboradores (1998) concluíram que a aplicação de osteossíntese com PL/DLA auto reforçado leva a um resultado com boa previsibilidade de estabilidade em cirurgia ortognática, tendo taxas mínimas de falha e sem sinais de inflamação crônica. Não houve sinal de recidiva oclusal em curto prazo e no período de 3 meses a estabilidade esquelética se mostrou muito maior que a encontrada na fixação com fios e semelhante ao padrão ouro dos dispositivos de titânio. Nos casos de avanço maxilar o deslocamento médio foi de 2.9 mm com 0,0mm de recidiva. Em pacientes classe III o avanço médio maxilar foi de 5,9mm com deslocamento pós-operatório de 0,3mm. Nos casos de classe II o avanço mandibular médio foi de 4,0mm com avanço pós-operatório de 1,1mm. Em pacientes com deficiência na altura facial ântero-inferior o deslocamento médio foi de 6,6mm com recidiva de 0,2mm.

Avanços mandibulares de mais de 6-7mm mostraram maiores taxas de recidiva após fixação com placas metálicas, sendo possível o uso de bloqueio intermaxilar por uma semana para aumentar a estabilidade pós-operatória. Da mesma forma é preciso tomar cuidado com o uso de SR-PLLA após avanços significativos maiores de 6mm, podendo utilizar o mesmo artifício para garantir melhores resultados (KALLELA, 1998).

Alguns autores propuseram uma técnica híbrida, que consiste na inserção de uma placa com parafusos monocorticais aliada a parafusos bicorticais na região



retromolar para potencializar a estabilidade, descrita inicialmente para osteotomias desfavoráveis, fratura de cortical vestibular ou bucal ou espaço entre o alvéolo de terceiros molares. Pesquisadores avaliaram a estabilidade entre osteotomias sagitais de mandíbula para avanço da mesma com fixação por parafusos bicorticais, placas e parafusos monocorticais e a técnica híbrida unindo estas duas possibilidades, concluindo que todas as técnicas conferiam estabilidade adequada em 6 meses de pós-operatório, havendo relação diretamente proporcional da recidiva com a quantidade de deslocamento dos segmentos ósseos. Estudos *in vitro* mostraram que a aplicação adicional de parafuso bicortical na região retromolar pode aumentar substancialmente a estabilidade do sistema de placa e parafuso monocortical, porém a literatura ainda carece de estudos clínicos com acompanhamento em longo prazo sobre esta técnica (TUCKER; OCHS, 1988; SATO et al., 2014).

Ao avaliar a estabilidade após avanço mandibular com fixação de SR-PLLA, Kallela e colaboradores observaram em análises cefalométricas de um ano de acompanhamento com avanço médio de 3,88 no ponto Pg e 4,57 no ponto B com uma recidiva média de 0,59mm no ponto Pg (15%) e 0,78mm no ponto B (17%). Concluiu assim que o SR-PLLA é comparável às outras formas de fixação interna rígida para estabilização dos segmentos resultantes da osteotomia sagital da mandíbula após avanço (KALLELA, 1998).

Comparando parafusos bicorticais de titânio e de ácido poli-L-lático/ ácido poliglicólico para fixação de 40 osteotomias sagitais de mandíbula em correção de maloclusão de classe II de Angle, o resultado médio de avanço mandibular do dispositivo bioabsorvível foi de 5,67mm com recidiva média de 0,83mm em 6 meses, enquanto no grupo com fixação de titânio teve avanço de 4,80mm e recidiva de 0,25. A taxa de recidiva foi considerada estatisticamente significativa, sendo o PLLA/PGA uma opção viável para fixação de osteotomia sagital mandibular com avanços até 8mm (FERRETTI; REYNEKE, 2002).

Shand e seus colaboradores ponderam que a adaptação neuromuscular pós-cirúrgica dos fragmentos reposicionados seja até mais importante que a natureza do método de fixação no que tange à estabilidade a longo prazo. O mesmo avaliou 31 pacientes submetidos à cirurgia ortognática com PLLA/PGA (82/18) realizando osteotomias sagitais de mandíbula, segmentares, *Le Fort I* e mentoplastias. Ao longo de oito meses de acompanhamento não foram encontradas fraturas de

placa/parafuso, deiscência da ferida, exposição das placas e nem infecção crônica. Apenas um paciente teve um foco infeccioso em boca duas semanas após avanço de mandíbula que foi prontamente resolvido com antibióticos via oral. Com 8 semanas de pós-operatório todos os fragmentos estavam clinicamente estáveis e nenhuma má oclusão foi observada (SHAND; HEGGIE, 2000).

Em estudos comparando a fixação na forma de placas de titânio e reabsorvíveis (*Biosorb* - PLDLA) em recuos mandibulares, encontrando um deslocamento horizontal médio de 9,64mm com recidiva de 3,86mm nas placas de titânio e 13,59mm com recidiva de 1,94mm nas placas reabsorvíveis. Valores estes não tendo diferença significativa. No mesmo estudo observou-se em relação ao ângulo entre o plano de Frankfurt e os pontos pogônio e mentoniano que a recidiva do movimento de recuo em ambos os grupos tinha a direção ântero-superior com tendência anti-horária, não divergindo significativamente entre eles (LEE et al., 2014).

Os bons resultados do material bioabsorvível também foram notados no estudo de Moure et al. que analisou por 12 meses 30 pacientes com tratamento cirúrgico para correção de maloclusão classe III de Angle fixados com *Biosorb* (PL/DLA). Com avanço maxilar médio de 3,3mm e recidiva de 0,8mm; recuo mandibular de 6,13mm e recidiva de 2,2 o material mostrou ter estabilidade comparável ao padrão de titânio, merecendo destaque para o movimento de impactação maxilar que apresentou excelente estabilidade (MOURE et al., 2012).

Os movimentos de avanço, intrusão e recuo maxilares, bem como recuo e avanço mandibulares mostram resultados estáveis em pacientes submetidos à cirurgia ortognática para correções de maloclusões classe II e III de Angle e fixados com PLLA associado à hidroxiapatita com acompanhamento de 22 meses, sendo este, comparável aos resultados obtidos com titânio. Alongamento maxilar e recuo mandibular ainda precisam ser indicados com certa cautela, pois apresentaram uma taxa de recidiva mais acentuada, tanto para o grupo reabsorvível quanto para o titânio neste e em estudos anteriores (LANDES et al., 2014).

Al-Moraissi e colaboradores pesquisaram acerca da fixação interna rígida na forma de parafusos bicorticais (98 pacientes) e placas e parafusos de titânio (105 pacientes) após avanço mandibular em pacientes Classe II para avaliar a estabilidade esquelética pós-operatória, não encontrando diferenças significativas em estabilidade entre parafusos bicorticais e miniplacas de titânio no avanço

mandibular com osteotomia sagital de mandíbula. Para alguns autores o avanço mandibular é uma técnica bastante susceptível à recidiva devido à tensão da musculatura supraioideia. Tamanha preocupação que sugerem a miotomia do músculo genioioideo e parte do digástrico em casos de avanços de grandes proporções (AL-MORAISSI; AL-HENDI, 2016).

## 8 DISCUSSÃO

Os últimos 35 anos trouxeram muitos avanços para o campo da cirurgia bucomaxilofacial, em se tratando de cirurgia ortognática as técnicas de osteotomia foram sendo aperfeiçoadas assim como os materiais disponíveis para sua execução, entre eles os de fixação abordados neste trabalho. A fixação interna rígida tenta evoluir em função de melhorar alguns fatores como o pós-operatório para o paciente, estabilidade, resultados funcionais e estéticos obtidos na intervenção, técnica cirúrgica e evitar novas intervenções no mesmo sítio.

O material amplamente utilizado desde a década de 70 até os dias atuais e considerado o padrão ouro é o titânio, seja na forma de placas e parafusos monocorticais ou parafusos bicorticais. Este tipo de fixação tomou o lugar de fios de osteossíntese e bloqueios maxilo-mandibulares que deixavam o paciente com menos capacidade de nutrição e diminuía sua autonomia durante o pós-operatório, além de não garantir a mesma estabilidade conferida pelo sistema de placas e parafusos. A mesma possuía duas vantagens significativas sobre os fios transósseos e bloqueio intermaxilar: primeiramente pelo próprio fato de evitar o BMM e promovia melhor estabilidade intersegmental e assim contribuindo para o processo de reparo ósseo.

O titânio se consolidou ao longo dos anos como um material capaz de suprir a maioria das necessidades da fixação interna rígida, porém nem todas. Casos de atraso ou restrição de crescimento, migração de parafusos, palpabilidade e sensibilidade pós-operatória, formação de artefatos metálicos em exames de imagem e necessidade de remoção de placas e parafusos em outro tempo cirúrgico colocam em discussão o uso deste material (BERRYHILL et al., 1999; CAMPBELL; KANT; LIN, 2009).

Da mesma forma que a técnica operatória de osteotomia sagital de mandíbula foi alterada por diversos autores com o passar dos anos, os dispositivos de fixação também seguiram um padrão evolutivo. No início da década de 90 estão datados os primeiros estudos utilizando materiais reabsorvíveis usados em fixação interna rígida para cirurgia ortognática, obtendo resultados satisfatórios e animadores (SUURONEN, 1992).

Materiais biodegradáveis eram utilizados anteriormente em casos de trauma bucomaxilofacial, porém apresentavam propriedades físicas insuficientes na década

de 70, necessitando de bloqueio intermaxilar. Desde a década de 80 pesquisas foram feitas para aumentar a força estrutural dos sistemas de fixação interna rígida reabsorvíveis, incluindo técnicas com fibras poliméricas reforçadas. Este reforço estrutural do PLLA no começo da década de 90, que consistia em reorganizar os cristais que estavam dispostos aleatoriamente em fibras altamente orientadas, gerando o PLLA auto reforçado (SR-PLLA) e conferindo melhores propriedades físicas e mecânicas.

Com os avanços na estrutura física destes materiais de fixação os polímeros e copolímeros de PGA, PDLA e PLLA são mais aceitos na prática clínica em detrimento de PGA e PLLA puros, sendo possível criar materiais que mantivessem a força estrutural ao mesmo tempo em que permitissem a degradação com o mínimo de sinais inflamatórios.

Em suas primeiras aplicações o material reabsorvível demandava mais tempo e técnica do cirurgião bucomaxilofacial, que estava acostumado ao uso de placas e parafusos de titânio, pois era necessário esquentar as placas em água aquecida até certa temperatura que permitisse sua maleabilidade momentânea para modelar conforme a disposição dos fragmentos ósseos demandassem, o que levava em alguns casos o dobro de tempo. Conforme os profissionais foram se familiarizando com a técnica conseguiram executá-la com mais agilidade e eficiência em cirurgias ortognáticas, tendo seu tempo comparado à técnica de dispositivos de titânio, com diferença de aproximadamente 1 minuto, conforme publicações (CHEUNG et al., 2004).

A questão financeira deve ser ponderada já que este tipo de material possui um custo aproximadamente três vezes maior que dispositivos de titânio, o que onera pacientes, profissionais e o sistema de saúde. Ao analisar cruamente estes valores parece sensato pensar que o titânio seja a primeira escolha, mas é preciso levar em consideração a perspectiva mais ampla de uma possível reintervenção cirúrgica para remoção de placas de titânio, que por não possuírem capacidade de biodegradabilidade permanecerão no organismo do paciente podendo causar palpabilidade, sensibilidade e transtornos de crescimento. Nos casos em que há necessidade de reintervenção cirúrgica o gasto tanto financeiro como o desgaste e o risco a novas morbidades pós-operatórias se tornam muito maiores que os presentes nos materiais biodegradáveis.

Autores encontraram evidências que 11% dos pacientes que realizaram osteotomias de *Le Fort I* seguidas de FIR com placas de 2mm de titânio precisaram de nova intervenção para remover ao menos uma parte da fixação. Os motivos para tal foram sensibilidade à palpação e temperatura, sinusites, dores e infecção. Estudos indicam seu uso para situações como crianças em fase de crescimento e pacientes que realizam exames de ressonância e tomografia rotineiramente para acompanhar status de seus tumores.

Os materiais de FIR estudados neste trabalho apresentaram uma taxa de infecção semelhante, não sendo está motivo para embasar a escolha de um material em detrimento de outro.

Diversos estudos relataram a alta incidência de palpabilidade das placas reabsorvíveis no pós-operatório em curto prazo, e que essa sensação diminuía com o decorrer do tempo conforme o material se degradaria ao passo que o titânio permanece constante.

Titânio fornece tolerância a grandes cargas que o habilita a resistir a distração que os músculos da mastigação transmitem no fragmento da fratura, preservando a harmonia anatômica e sendo considerado padrão ouro desde muitos anos. A evolução das órteses de titânio aumentou consideravelmente a biocompatibilidade, já o desenvolvimento de vários tamanhos de placas e parafusos ajudaram a ampliar o leque de aplicação e tornaram mais conveniente à demanda dos pacientes, trazendo uma opção eficiente, estável e com um custo acessível, sendo a primeira escolha da maioria dos cirurgiões bucomaxilofaciais.

Parafusos bicorticais possuem algumas particularidades, como o fato da necessidade de acesso transbucal e incisão em pele que dificulta sua técnica operatória e cicatrização além de oferecer riscos ao nervo facial e ao feixe nervoso do alveolar inferior. No entanto esta dificuldade vem sendo contornada com a utilização de contra-ângulos para rosqueamento dos parafusos posteriores. A aplicação de miniplacas com parafusos monocorticais de titânio possui como vantagens a maior facilidade de execução da técnica, sem necessidade de acesso transbucal com incisão em pele, maior facilidade de correção do posicionamento inadequado do segmento proximal e de remoção das placas sob anestesia local, possibilidade de dobradura para adaptação dos segmentos e menor risco de lesão ao nervo alveolar inferior quando comparado aos parafusos bicorticais (SATO et al., 2014).

Quanto à estabilidade alguns autores consideram que a melhor opção é a colocação de três parafusos bicorticais de titânio posicionados em L invertido, sendo os parafusos inseridos no córtex bucal da mandíbula, imediatamente posteriores à linha da osteotomia; um parafuso é inserido junto ao bordo inferior, e outros dois junto ao bordo superior.

A estabilidade da fixação com diferentes métodos da osteotomia sagital bilateral para avanço mandibular (parafusos bicorticais, placas e parafusos de titânio e parafusos reabsorvíveis) não mostraram diferenças significativas no acompanhamento em curto prazo (até 1,5 anos), sendo assim, a recidiva esquelética não se altera conforme o material utilizado para fixação. A literatura ainda alega que a adaptação neuromuscular pós-cirúrgica dos fragmentos reposicionados, correto posicionamento do côndilo na fossa glenóide e cuidados pós-operatórios sejam até mais importantes que a natureza do método de fixação no que tange à estabilidade em longo prazo.

É importante avaliar que a estabilidade e recidiva estão diretamente relacionadas com a quantidade de deslocamento executado na intervenção cirúrgica, informação esta corroborada por vários autores (AL-MORAISSEI; AL-HENDI, 2016; SATO et al., 2014). Diversos fatores foram atribuídos como etiologia das recidivas, tais como apropriado posicionamento do côndilo na fossa glenóide, quantidade de avanço mandibular, tecidos moles e músculos da região, plano mandibular, estágio de crescimento do paciente e habilidade do cirurgião.

## **9 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Como conclusão deste trabalho observa-se que os dispositivos de titânio na forma de placas e parafusos monocorticais ainda encontram ampla preferência na cirurgia bucomaxilofacial, sendo indicados na maioria das situações aplicáveis, salvo em casos de pacientes pediátricos e aos que no futuro ainda devem se submeter a diversos exames de imagem para acompanhamento de lesões e tumores, sendo nesses casos o material bioabsorvível melhor indicado.

No que tange a estabilidade, tempo de trabalho da técnica e taxas de infecção pós-operatória as diferentes formas de fixação interna rígida disponíveis após cirurgia ortognática encontram valores semelhantes entre si.



## REFERÊNCIAS

- AL-MORAISSEI, E. A.; AL-HENDI, E. A. Are bicortical screw and plate osteosynthesis techniques equal in providing skeletal stability with the bilateral sagittal split osteotomy when used for mandibular advancement surgery? A systematic review and meta-analysis. **Int. J. Oral Maxillofac. Surg.**, Copenhagen, v. 45, no. 10, p. 1195-1200, Oct. 2016.
- ARNETT, G. W.; MCLAUGHLIN, R. P. 2004. Facial and dental planning for orthodontists and oral surgeons. **Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop.**, St. Louis, v. 124, p. 290-295, 2004.
- BAHERIMOGHADDAM, T. et al. Assessment of the changes in quality of life of patients with class II and III deformities during and after orthodontic-surgical treatment. **Int. J. Oral Maxillofac. Surg.**, Copenhagen, v. 45, no. 4, p. 476-485, Apr. 2016.
- BALLON, A. et al. Segmental stability of resorbable P(L/DL)LA-TMC osteosynthesis versus titanium miniplates in orthognatic surgery. **J. Craniomaxillofac. Surg.**, Stuttgart, v. 40, no. 8, p. 408-414, Dec. 2012.
- BAYAT, M. et al. Treatment of mandibular angle fractures using a single bioresorbable miniplate. **J. Oral Maxillofac. Surg.**, Philadelphia, v. 68, no. 7, p. 1573-1577, July 2010.
- BRASILEIRO, B. F. et al. An in vitro evaluation of rigid internal fixation techniques for sagittal split ramus osteotomies: setback surgery. **J. Oral Maxillofac. Surg.**, Philadelphia, v. 70, no. 4, p. 941-951, Apr. 2012.
- BERGSMA, J. E. et al. Late degradation tissue response to poly(L-lactide) bone plates and screws. **Biomaterials.**, Guildford, v. 16, no. 1, p. 25-31, Jan. 1995.
- BERRYHILL, W. E. et al. Fate of rigid fixation in pediatric craniofacial surgery. **Otolaryngol. Head. Neck. Surg.**, Rochester, v. 121, no. 3, p. 269-273, Sept. 1999.
- BOS, R. R. et al. Degradation of and tissue reaction to biodegradable poly(L-lactide) for use as internal fixation of fractures: a study in rats. **Biomaterials.**, Guildford, v. 12, no. 1, p. 32-36, Jan. 1991.
- BOS, R. et al. Resorbable poly(L-lactide) plates and screws for the fixation of zygomatic fractures. **J. Oral Maxillofac. Surg.**, Philadelphia, v. 45, no. 9, p. 751-753, Sept. 1987.
- BRANEMARK, P. I. et al. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. **Scand. J. Plast. Reconstr. Surg. Suppl.**, Stockholm, v.16, no. 1, p. 132, Nov. 1977.
- BUIJS, G. J. et al. A randomized clinical trial of biodegradable and titanium fixation systems in maxillofacial surgery. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 91, no. 3, p. 299-304, Mar. 2012.
- CAMPBELL, C. A.; LIN, K. Y. Complications of rigid internal fixation. **Craniomaxillofac Trauma Reconstr.**, Stuttgart, v. 2, no. 1, p. 41-47, Mar. 2009.

CHEUNG, L. K.; CHOW, L. K.; CHIU, W. K. A randomized controlled trial of resorbable versus titanium fixation for orthognathic surgery. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 98, no. 4, p. 386-397, Oct. 2004.

CHEUNG, L. K.; YIP, I. H.; CHOW, R. L. Stability and morbidity of Le Fort I osteotomy with bioresorbable fixation: a randomized controlled trial. **Int. J. Oral Maxillofac. Surg.**, Copenhagen, v. 37, p. 232-241, 2008.

DAL PONT, G. Retromolar osteotomy for the correction of prognathism. **J. Oral Surg. Anesth. Hosp. Dent. Serv.**, Chicago, v. 19, p. 42-47, Jan. 1961.

DANTAS, J. F. C. et al. Satisfaction of skeletal class III patients treated with different types of orthognathic surgery. **Int. J. Oral Maxillofac. Surg.**, Copenhagen, v. 44, no. 2, p. 195-202, 2015.

EDWARDS, R. C.; KIELY, K. D.; EPPLEY, B. L. The fate of resorbable poly-L-lactic/polyglycolic acid (LactoSorb) bone fixation devices in orthognathic surgery. **J. Oral Maxillofac. Surg.**, Philadelphia, v. 59, no. 1, p.19-25, Jan 2001.

EPKER, B. N. Modifications in the sagittal osteotomy of the mandible. **J. Oral Surg.**, Chicago, v. 35, no. 2, p. 157-159, Feb. 1977.

EPPLEY, B. L.; SARVER, D.; PIETRZAK, B. Biomechanical testing of resorbable screws used for mandibular sagittal split osteotomies. **J. Oral Maxillofac. Surg.**, Philadelphia, v. 57, no. 12, p. 1431-1435, Dec. 1999.

EPPLEY, B. L.; REILLY, M. Degradation characteristics of PLLA-PGA bone fixation devices. **J. Craniofac. Surg.**, Boston, v. 8, no. 2, p. 116-120, Mar. 1997.

EPPLEY, B.; PIETRZAK, W.; KUMAR, M. The influence of temperature on the degradation rate of LactoSorb copolymer. **J. Craniofac. Surg.**, Boston, v. 14, no. 2, p. 176-183, Mar. 2003.

FERRETTI, C.; REYNEKE, J. P. Mandibular, sagittal split osteotomies fixed with biodegradable or titanium screws: a prospective, comparative study of postoperative stability. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radio.I Endod.**, St. Louis, v. 93, no. 5, p. 534-537, May. 2002.

HAERLE, F.; CHAMPY, M.; TERRY, B. **Atlas of craniomaxillofacial osteosynthesis**: microplates, miniplates, and screws. 2nd ed. New York: Thieme Stuttgart, 2009. p. 137-138.

HAERS, P. E. et al. Biodegradable polylactide plates and screws in orthognathic surgery: technical note. **J. Craniofac. Surg.**, Stuttgart, v. 26, no. 2, p. 87-91, Apr .1998.

HUNSUCK, E. E. A modified intraoral sagittal splitting technic for correction of mandibular prognathism. **J. Oral Surg.**, Chicago, v. 26, no. 4, p. 250-253, Apr. 1968.

HUPP, J. R.; ELLIS, E.; TUCKER, M. R. **Cirurgia oral e maxillofacial contemporânea**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

IATROU, I.; THEOLOGIE-LYGIDAKIS, N.; TZERBOS, F. Surgical protocols and outcome for the treatment of maxillofacial fractures in children: 9 years' experience. **J. Craniomaxillofac. Surg.**, Stuttgart, v. 38, no. 7, p. 511-516, Oct. 2010.

JOSS, C. U.; VASALLI, I. M. Stability after bilateral sagittal split osteotomy advancement surgery with rigid internal fixation: a systematic review. **J. Oral Maxillofac. Surg.**, Philadelphia, v. 67, no. 2, p. 301-313, Feb. 2009.

JOOS, U.; GILSBACH, J.; OTTEN, J. E. Thirteen years' experience with stable osteosynthesis of craniofacial fractures. **Neurosurg. Rev.**, Berlin, v. 12, no. 1, p. 88-93, Dec. 1989.

KAI TU, H.; TENHULZEN, D. Compression Osteosynthesis of Mandibular Fractures: A Retrospective Study. **J. Oral Maxillofac. Surg.**, Philadelphia, v. 43, no. 8, p. 585-589, Aug. 1985.

KALLELA, I. et al. Skeletal stability following mandibular advancement and rigid fixation with polylactide biodegradable screws. **Int. J. Oral. Maxillofac. Surg.**, Copenhagen, v. 27, no. 1, p. 3-8, Feb. 1998.

KIM, S. K.; KIM, S. G. Analysis of soft tissue changes after genioplasty in skeletal class III dentofacial deformity. **Yonsei. Med. J.**, Seoul, v. 50, no. 6, p. 814-817, Dec. 2009.

LENO, M. B. et al. Comparison of functional outcomes and patient-reported satisfaction between titanium and absorbable plates and screws for fixation of mandibular fractures: A one-year prospective study. **J. Craniomaxillofac. Surg.**, Stuttgart, v. 45, no. 5, p. 704-709, May 2017.

LANDES, C. A.; BALLON, A. Indications and limitations in resorbable P(L70/30DL)LA osteosyntheses of displaced mandibular fractures in 4.5-year follow-up. **Plast. Reconstr. Surg.**, Baltimore, v. 117, no. 2, p. 577-587, Feb. 2006.

MAZZONETTO, R.; PAZA, A. O.; SPAGNOLI, D. B. A retrospective evaluation of rigid fixation in orthognathic surgery using a biodegradable self-reinforced (70L:30DL) polylactide. **Int. J. Oral Maxillofac. Surg.**, Copenhagen, v. 33, no. 7, p. 664-669, Oct. 2004.

MOURE, C. et al. Skeletal stability and morbidity with self-reinforced P (L/DL) LA resorbable osteosynthesis in bimaxillary orthognathic surgery. **J. Craniomaxillofac. Surg.**, Stuttgart, v. 40, no. 1, p. 55-60, Jan. 2012.

NORHOLT, S. E.; PEDERSEN, T. K.; JENSEN, J. Le Fort I miniplate osteosynthesis: a randomized, prospective study comparing resorbable PLLA/PGA with titanium. **Int. J. Oral Maxillofac. Surg.**, Copenhagen, v. 33, no. 3, p. 245-252, Apr. 2004.

PAENG, J. Y. et al. Comparative study of skeletal stability between bicortical resorbable and titanium screw fixation after sagittal split ramus osteotomy for mandibular prognathism. **J. Craniomaxillofac. Surg.**, Stuttgart, v. 40, no. 8, p. 660-664, Dec. 2012.

PANULA, K.; FINNE, K.; OIKARINEN, K. Incidence of complications and problems related to orthognathic surgery: a review of 655 patients. **J. Oral Maxillofac. Surg.**, Philadelphia, v. 59, no. 10, p. 1128-1136, Oct. 2001.

PIETRZAK, W. Principles of development and use of absorbable internal fixation. **Tissue Eng.**, Chichester, v. 6, no. 4, p. 425-433, Aug. 2000.

PURICELLI, E. A new technique for mandibular osteotomy. **Head Face Med.**, London, v. 13, p. 3-15, Mar. 2007.

ROCHA, V. A. et al. Skeletal stability in orthognathic surgery: evaluation of methods of rigid internal fixation after counterclockwise rotation in patients with class II deformities. **Br. J. Oral Maxillofac. Surg.**, Edinburgh, v. 53, no. 8, p. 730-735, Oct. 2015.

ROSENBERG, A.; GRATZ, K. W.; SAILER, H. F. Should titanium miniplates be removed after bone healing is complete? **Int. J. Oral Maxillofac. Surg.**, Copenhagen, v. 22, no. 3, p. 185-188, June 1993.

RUBENS, B. C. et al. Skeletal stability following sagittal split osteotomy using monocortical miniplate internal fixation. **Int. J. Oral. Maxillofac. Surg.**, Copenhagen, v. 17, no. 6, p. 371-376, Dec. 1988.

SANGER, C. et al. Maximizing results in craniofacial surgery with bioresorbable fixation devices. **J. Craniofac. Surg.**, Boston, v. 18, no. 4, p. 926-930, July 2007.

SATO, F. R. et al. Comparison of postoperative stability of three rigid internal fixation techniques after sagittal split ramus osteotomy for mandibular advancement. **J. Craniomaxillofac. Surg.**, Stuttgart, v. 42, no. 5, p. 224-229, July 2014.

SAUERBIER, S. et al. The development of plate osteosynthesis for the treatment of fractures of the mandibular body – A literature review. **J. Craniomaxillofac. Sur.** Stuttgart, v. 36, no. 5 p. 251-259, Sept. 2008.

SCHMIDT, B. L. et al. The removal of plates and screws after Le Fort I osteotomy. **J. Oral Maxillofac. Surg.**, Philadelphia, v.56, no. 2, p. 184-188, Feb. 1998.

SHAND, J. M.; HEGGIE, A. A. Use of a resorbable fixation system in orthognathic surgery. **Br. J. Oral Maxillofac. Surg.**, Edinburgh, v. 38, no. 4, p. 335-337, Aug. 2000.

STANTON, D. C. et al. Use of bioresorbable plating systems in paediatric mandible fractures. **J. Craniomaxillofac. Surg.**, Stuttgart, v. 42, no. 7, p. 1305-1309, Oct. 2014.

SUURONEN, R. et al. Sagittal ramus osteotomies fixed with biodegradable screws: a preliminary report. **J. Oral. Maxillofac. Surg.**, Philadelphia, v. 52, no. 7, p. 715-720, Jul 1994.

SUURONEN, R. et al. Sagittal split osteotomy fixed with biodegradable, self-reinforced poly-k-lactide screws A pilot study in sheep. **Int. J. Oral Maxillofac. Surg.**, Copenhagen, v. 21, p. 303-308, 1992.

TÖRMÄLÄ, P. et al. Ultra-high-strength absorbable self-reinforced polyglycolide (SR-PGA) composite rods for internal fixation of bone fractures: in vitro and in vivo study. **J. Biomed. Mater. Res.**, Hoboken, v. 25, no. 1, p. 1-22, Jan. 1991.

TRAUNER, R.; OBWEGESER, H. The surgical correction of mandibular prognathism and retrognathia with consideration of genioplasty. II. Operating methods for microgenia and distoclusion. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v. 10, no. 9, p. 899-909, Sept. 1957.

TUCKER, M. R.; OCHS, M. W. Use of rigid internal fixation for management of intraoperative complications of mandibular sagittal split osteotomy. **Int. J. Adult. Orthodon. Orthognath. Surg.**, Chicago, v. 3, no. 2, p. 71-80, 1988.

TUOVINEN, V. et al. Comparison of the stability of bioabsorbable and titanium osteosynthesis materials for rigid internal fixation in orthognathic surgery. A prospective randomized controlled study in 101 patients with 192 osteotomies. **Int. J. Oral Maxillofac. Surg.**, Copenhagen, v. 39, no. 11, p. 1059-1065, Nov. 2010.

TURVEY, T. A.; PROFFIT, W. P.; PHILLIPS, C. Biodegradable fixation for craniomaxillofacial surgery: a 10-year experience involving 761 operations and 745 patients. **Int. J. Oral Maxillofac. Surg.**, Copenhagen, v. 40, no. 3, p. 244-249, Mar. 2011.

UCKAN, S. et al. Effects of titanium plate fixation on mandibular growth in a rabbit model. **J. Oral Maxillofac. Surg.**, Philadelphia, v. 67, no. 2, p. 318-322, Feb. 2009.

VAN BAKELEN, N. B. et al. Decision-making considerations in application of biodegradable fixation systems in maxillofacial surgery--a retrospective cohort study. **J. Craniomaxillofac. Surg.**, Stuttgart, v. 42, no. 5, p. 417-422, July 2014.

VERWEIJ, J. et al. Removal of bicortical screws and other osteosynthesis material that caused symptoms after bilateral sagittal split osteotomy: A retrospective study of 251 patients, and review of published papers. **Br. J. Oral. Maxillofac. Surg.**, Edinburgh, v. 52, no. 8, p. 756-760, Oct. 2014.

WILL, L. A.; WEST, R. A. Factors influencing the stability of the sagittal split osteotomy for mandibular advancement. **J. Oral Maxillofac. Surg.**, Philadelphia, v. 47, no. 8, p. 813-818, Aug. 1989.

YOUNG, W. P. Bioabsorbable osteofixation for orthognathic surgery. **Maxillofac. Plast. Reconstr. Surg.**, Baltimore, v. 37, no. 1, p. 37-46, Feb. 2015.