



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO

SORAYA DA SILVA OLIVEIRA

**Avaliação do comportamento mecânico de duas formas de
fixação empregada em três tipos de Osteotomia Sagital
Mandibular: Estudo In Vitro.**

Ribeirão Preto - SP

2020

SORAYA DA SILVA OLIVEIRA

**Avaliação do comportamento mecânico de duas formas de
fixação empregada em três tipos de Osteotomia Sagital
Mandibular: Estudo In Vitro.**

Versão Original

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia (Periodontia), da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, como pré-requisito para obtenção do título de Doutora.

Área de concentração: Cirurgia Buco-Maxilo-Facial

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Elias Trivellato

Ribeirão Preto - SP

2020

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na publicação

Serviço de Biblioteca e Documentação

Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo

Oliveira, Soraya da Silva

Avaliação do comportamento mecânico de duas formas de fixação empregada em três tipos de Osteotomia Sagital Mandibular: Estudo In Vitro.
63 p.

Tese de Doutorado apresentada a Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutora.

Área de concentração: Cirurgia Buco-Maxilo-Facial

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Elias Trivellato

Palavras-chave: 1. Osteotomia de Separação Sagital do Ramo. 2. Fixação interna de Fraturas. 3. Técnicas in vitro. 4. Poliuretano.

Nome: OLIVEIRA, Soraya da Silva

Título: Avaliação do comportamento mecânico de duas formas de fixação empregada em três tipos de Osteotomia Sagital Mandibular: Estudo In Vitro

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia (Periodontia), da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo como pré-requisito para obtenção do título de Doutora.

Data da defesa: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos meus maiores incentivadores em tudo que me proponho a fazer, meus pais, **José Eurípedes de Oliveira e Helen Maria da Silva Oliveira.**

Vocês são responsáveis por cada vitória e êxito que tive ao longo da minha trajetória, pois sempre foram exemplo de determinação, força, garra, persistência e perseverança.

Muito obrigada por tudo que fizeram e fazem por mim. Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a **Deus** por ter me dado forças nos momentos em que pensei que iria fraquejar e por ter colocado em meu caminho pessoas que me auxiliaram a concluir com êxito mais essa etapa que me propus a realizar.

Agradeço também aos meus pais, **José Eurípedes de Oliveira e Helen Maria da Silva Oliveira**, por todo carinho, dedicação e incentivo ao longo dos anos de estudo, por entenderem a minha ausência e sempre me incentivarem na busca pelo conhecimento.

Aos meus irmãos, **Phillipe da Silva Oliveira e Willian da Silva Oliveira** por estarem sempre presentes vibrando e torcendo pelo meu sucesso.

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Alexandre Elias Trivellato**, por me dar a oportunidade de desenvolver esse trabalho e por fazer parte da minha trajetória de formação, participando dessa grande etapa de formação acadêmica. Obrigada por toda confiança em mim depositada e por todo auxílio e orientações ao longo desses anos de pesquisa. Sem as suas ponderações e contribuições não seria possível concluir essa etapa com êxito. Desejo que o senhor se mantenha firme nessa nobre e difícil missão que é a de transmitir o conhecimento. Meus sinceros agradecimentos.

A minha tia **Eulia Rejane Silva**, por ser exemplo de dedicação e esforço, a quem me espelho em busca do conhecimento.

À banca examinadora composta pelos professores **Prof. Dr. Alexandre Elias Trivellato, Prof. Dr. Cássio Edvard Sverzut, Prof. Dra. Flaviana Soares Rocha e Prof. Dra. Marisa Aparecida Cabrini Gabrielli** pela disponibilidade em apreciar o trabalho de forma a melhorarem para que possa ser divulgado as descobertas realizadas. Agradeço também aos membros suplentes representados pela **Prof. Dr. Fábio Romano, Prof. Dra. Luciana Asprino, Prof. Dr. Marcelo Monnazzi, Prof. Dr. Michel Campos Ribeiro, Prof. Dr. Samuel Porfirio Xavier Prof. Dr. Sérgio Leite Crossetti** pela atenção e disponibilidade em fazerem parte desta avaliação.

Ao companheiro de Doutorado, **Pedro Henrique Mattos de Carvalho** por todo apoio e auxílio durante o desenvolvimento da pesquisa em sua fase laboratorial e por ter se tornado um grande amigo a quem pude contar com palavras de ânimo e incentivo que foram de grande valia ao longo desse processo.

A **Juliana Rozatto**, colega de pós-graduação que se tornou uma grande amiga, a quem pude contar ao longo desse período de trabalho em Ribeirão Preto, amizade que espero levar para a vida, após a conclusão dessa etapa.

Aos colegas da pós-graduação **Guilherme Spagnol, José Henrique Santana, Felipe Almeida, Lucas Moura, Felipe Perraro Sehn** e residentes do serviço de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial da FORP, **Ítalo Miranda do Vale Pereira, Quinto, Letícia Richard Miranda Silva, Jaqueline Isadora Reis Ramos e Thiago Lopes de Almeida**, por todos os momentos de convívio e aprendizado.

A **Ana Luiza Riul e sua mãe Luiza Riul**, minhas amigas, por serem como uma família em Ribeirão Preto, a quem pude contar diversas vezes. Obrigada por todo apoio, incentivo e ajuda.

A **Aline Ferreira Borges**, por toda amizade, ajuda e companhia ao longo desse trabalho. Sua amizade foi de fundamental importância.

Ao **Edson Volta**, funcionário do Laboratório Integrado de Pesquisa e Biocompatibilidade de Materiais, por todo auxílio na fase laboratorial, onde contribuiu de forma atenciosa, educada e prestativa para realização dos testes.

A **Maria Isabel Simonetti**, secretária do Departamento de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial e Periodontia, por toda sua ajuda de maneira prestativa, sem medir esforços para o auxílio dos pós-graduandos. Você com seu bom humor, paciência e pensamento positivo tornava o nosso dia a dia mais fácil.

A **Rosângela Aparecida Franzezin**, funcionária da clínica de cirurgia pelo convívio durante as clínicas de cirurgia.

A **Aparecida Dulce de Oliveira Negreti e Carla Daniela Lima da Silva**, secretárias do Departamento de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial e Periodontia, por toda ajuda na parte burocrática e auxílio no esclarecimento de dúvidas.

A **todos os residentes e colegas pós-graduandos, do mestrado e doutorado** pelo tempo de convívio.

Ao **Cel Jorge Ricardo ÁUREO Ferreira, Brig. Marcos Vieira MAIA, Gen. Ex. PAULO SÉRGIO Nogueira de Oliveira** por concederem a autorização semanal para a execução do trabalho.

As **minhas amigas Márcia Aline Leal Amorim e Evelise Rodrigues da Silva** por todo incentivo e ajuda sempre que precisei. Vocês são muito especiais pra mim.

Ao **meu amigo Cláudio Cardozo dos Santos** por ajudar com que fosse possível conseguir manter a jornada semanal do doutorado. Você foi mais que um anjo da guarda que passou pelo meu caminho.

Ao **Ten Cel Sérgio Leite CROSSETTI**, meu antigo chefe que me auxiliou e ajudou na obtenção da liberação por parte do Exército Brasileiro, para realização do trabalho. A sua

boa vontade e dedicação em me ajudar foram fundamentais para que eu conseguisse alcançar com êxito essa pesquisa.

A minha atual chefia compostos pela **CF GISELI** Ferreira Viana, e **Ten Cel R/1 RUBILAR** de Oliveira de Quadros por nunca terem colocado empecilhos e dificuldades para que eu continuasse no doutorado, autorizando a minha saída semanal da guarnição.

Ao meu grande amigo Pedro de Carvalho Lima pela paciência em sempre ouvir meus desabafos e por toda ajuda com conselhos, além de ajudar na aquisição das imagens da pesquisa. Você foi um grande incentivador para que eu conseguisse alcançar êxito nesse trabalho.

Ao meu amigo e colega de trabalho, Edson Raimundo de Lima por sempre se mostrar disposto a me ajudar no que eu precisasse ao longo dessa jornada.

Aos meus colegas de trabalho 1º Ten Anderson de Brito **NOGUEIRA** e 1º Ten Igor **MACHADO** Ribeiro por sempre me ajudarem com os plantões para que eu pudesse me deslocar até Ribeirão Preto, e a **Michelle Barbosa Laureano** e **Marcus Tadeu do VALLE** por sempre se mostrarem solícitos e dispostos a me ajudar no dia a dia de trabalho.

A Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, da Universidade de São Paulo, por poder fazer parte de seu seletivo grupo de alunos.

A Tóride Indústria e Comércio Ltda pelo apoio e fornecimento dos materiais de fixação interna utilizados.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), pois o trabalho foi realizado com o apoio desta agência, sob o Código de Financiamento 001.

EPÍGRAFE

“A persistência é o caminho do êxito”.

Charles Chaplin

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais
voltará ao seu tamanho original”.

Albert Einstein

RESUMO

Oliveira, SS. Avaliação do comportamento mecânico de duas formas de fixação empregada em três tipos de Osteotomia Sagital Mandibular: Estudo In Vitro [TESE]. Ribeirão Preto: Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo; 2020.

A Osteotomia de Separação Sagital Bilateral (OSSB) é mundialmente uma das técnicas mais difundidas no tratamento das deformidades dento-esquelética e desde a sua primeira descrição, modificações com o intuito de aumentar a sua estabilidade e reduzir os riscos de complicações foram relatadas na literatura. Entretanto, apesar do grande número de modificações descritas, até o presente momento não é possível estabelecer consensualmente qual tipo de osteotomia sagital apresenta maior estabilidade da técnica de fixação interna. O presente estudo teve como objetivo realizar a comparação do comportamento mecânico de duas técnicas para fixação utilizadas em três seções representando a osteotomia de separação sagital bilateral (OSSB) mandibular após avanço com giro horário da mandíbula. Foram utilizadas 84 réplicas de mandíbulas de poliuretano, seccionadas de forma padronizada, simulando 11mm de avanço e giro horário mandibular de 6°. As 84 réplicas foram divididas em 3 grupos, com 28 mandíbulas em cada, de acordo com o tipo de seção empregada, onde Grupo I: Seção simulando a Osteotomia de Wolford, 1987 modificada; Grupo II: Seção simulando a Osteotomia de Epker, 1977 modificada; Grupo III: Seção simulando a Osteotomia de Epker, 1977 com duas modificações. O material de fixação utilizado foi da marca Tóride®, do Sistema 2,0mm. Cada grupo foi dividido em sub-grupos de acordo com o tipo de fixação utilizado, onde o Sub Grupo A foi realizada a fixação com 1 placa ponte de 6 furos, com 4 parafusos de 6mm de comprimento, associada a 1 parafuso bi-cortical (14mm) na região retro-molar bilateralmente (Técnica Híbrida) e Sub Grupo B onde foram utilizados 3 parafusos bicorticais (2 parafusos de 14mm e 1 de 16mm de comprimento), na disposição “L-invertido” bilateralmente. As cargas foram aplicadas nas regiões entre incisivos centrais e entre as cúspides mesial e distal do primeiro molar direito, visando aplicação progressiva e conseguinte valor de resistência, mensurado em quilograma-força. A carga foi mensurada nos deslocamentos de 1, 3, 5 e 7 mm, da ponta de aplicação de carga. Para análise estatística foi realizado o teste de Shapiro-Wilk, seguido da Análise de Variância de duas vias (ANOVA-2 way) com o intuito de comparar as médias das cargas máximas entre as variáveis estudadas, e quando os resultados foram significativos foi realizada a comparação múltipla de Bonferroni. Probabilidades menores do que 0,05 foram aceitas como significantes. Os resultados obtidos não demonstraram diferença estatística significativa no tipo de seção e no tipo de fixação empregada quando a carga foi aplicada na região inter-incisivos. Entretanto, quando a carga foi aplicada em região de primeiro molar houve diferença estatisticamente significativa em 1mm de deslocamento, na qual a seção de Epker com duas modificações, demonstrou maior resistência, independente do tipo de fixação utilizado.

Palavras-chave: Osteotomia de Separação Sagital do Ramo. Fixação Interna de Fraturas. Técnicas In Vitro. Poliuretano

ABSTRACT

Oliveira, SS. In Vitro study of the evaluation of the mechanical behavior of two forms of fixation used in three types of mandibular sagittal osteotomy [TESE]. Ribeirão Preto: Ribeirão Preto School of Dentistry, University of São Paulo; 2020.

Bilateral Sagittal Separation Osteotomy (OSSB) is one of the most widespread worldwide techniques in the treatment of dento-skeletal deformities and since its first description; modifications in order to increase its stability and reduce the risk of complications have been reported in the literature. However, despite the large number of described modifications, until now it is not possible to establish a general agreement of which type of sagittal osteotomy presents the greatest stability of the internal fixation technique. The present study aimed to compare the mechanical behavior of two fixation techniques used in three sections representing the mandibular bilateral sagittal separation osteotomy (OSSB) after advancement and clockwise mandibular rotation. 84 replicates of polyurethane jaws were used, sectioned in a standardized way, simulating 11 mm of advance and mandibular rotation of 6°. The 84 replicates were divided into 3 groups, with 28 jaws each, according to the type of section used, where Group I: Section simulating the Wolford Osteotomy, 1987 modified; Group II: Section simulating Epker's Osteotomy, 1977 modified; Group III: Section simulating Epker's Osteotomy, 1977 with two modifications. The fixation material used was the Tóride® brand, from the 2.0mm System. Each group was divided into sub-groups according to the type of fixation used, where Sub Group A was performed with 1 bridge plate with 6 holes, with 4 screws of 6mm long, associated with 1 bicortical screw (14mm) in the retro-molar region bilaterally (Hybrid Technique) and Sub Group B where 3 bicortical screws (2 screws of 14mm and 1 of 16mm in length) were used, in the "L-inverted" arrangement bilaterally. The loads were applied in the regions between central incisors and between the mesial and distal cusps of the right first molar, aiming at progressive application and consequent resistance value, measured in kilogram-force. The load was measured at displacements of 1, 3, 5 and 7 mm, from the load application tip. For statistical analysis, the Shapiro-Wilk test was performed, followed by the two-way analysis of variance (ANOVA-2 way) in order to compare the maximum load averages between the studied variables, and when the results were significant, the Bonferroni's multiple comparison. Probabilities less than 0.05 were accepted as significant. The results obtained showed no statistically significant difference in the type of section and in the type of fixation used when the load was applied to the inter-incisor region. However, when the load was applied to the first molar region, there was a statistically significant difference in 1 mm of displacement, in which the Epker section with two modifications, showed greater resistance, regardless of the type of fixation used.

Keys-word: Sagittal Split Ramus Osteotomy. Fracture Fixation Internal. In Vitro Technique. Polyurethane.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mandíbula com secção customizada da OSSB, descrita por Wolford, 1987, Modificada.....	27
Figura 2 - Mandíbula com secção customizada da OSSB, descrita por Epker, BN em 1977, Modificada.....	28
Figura 3 - Mandíbula com secção customizada da OSSB, de Epker, BN, 1977 com duas modificações, que será utilizada na tese de doutorado de Carvalho, PHM em 2019.....	29
Figura 4 - Divisão dos grupos por tipo de secção, onde Grupo I é observado a secção Descrita por Wolford (1987), modificada; Grupo II secção descrita por Epker (1977) modificada; e Grupo III secção de Epker (1977) com duas modificações, que foi utilizada na tese de doutorado de Carvalho, PHM em 2019.....	31
Figura 5 - Guia de acrílico confeccionado para padronização do movimento e para instalação das placas e parafusos.....	32
Figura 6 - Placas utilizadas para fixação das seções. Fonte: Carvalho, PHM, 2019.....	33
Figura 7 - Parafusos bi-corticais e mono-corticais utilizados para fixação das osteotomias.....	34
Figura 8 - Divisão do grupo I em Sub-grupos, onde A é referente a fixação híbrida e B fixação “L-invertido” na secção descrita por Wolford, 1987, modificada.....	34
Figura 9 - Divisão do grupo II em Sub-grupos, onde A é referente a fixação híbrida e B fixação “L-invertido” na secção descrita por Epker, 1977, modificada.....	35
Figura 10 - Divisão do grupo III em Sub-grupos, onde A é referente a fixação híbrida e B fixação “L-invertido” na secção descrita por Epker, 1977 com duas modificações.....	36
Figura 11 - Máquina universal de ensaios, da marca comercial EMIC, modelo DL2000 e dispositivos de aço.....	37

Figura 12 - Guia para perfuração do processo coronóide.....	38
Figura 13 - Aplicação de força nas mandíbulas, em A aplicação de força entre incisivos e em B aplicação de força entre cúspides vestibulares do 1º molar.....	40
Figura 14 - Indicador digital do aparelho EMIC, com valores da força aplicada (kgf) e do deslocamento (mm).....	41
Figura 15 - Aplicação progressiva de força Grupo I, Sub-Grupo A1.....	42
Figura 16 - Indicador digital do aparelho EMIC, com valores da força aplicada (kgf) e do deslocamento (mm).....	42
Figura 17: Aplicação progressiva de força Grupo I, Sub-Grupo A1.....	43
Figura 18: Representação gráfica da distribuição das cargas aplicadas em região de incisivos e de 1º molar direito em cada tipo de secção e de fixação realizada.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição dos grupos e sub-grupos do estudo.....	30
Tabela 2 - Especificações da placa e parafusos (TÓRIDE Indústria e Comércio Ltda).....	35
Tabela 3 – Comparação das médias das cargas máximas entre tipos de corte e de fixação nos dentes incisivos.....	45
Tabela 4 - Comparação das médias das cargas máximas entre tipos corte e de fixação nos dentes molares.....	47

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1 Tipos de Osteotomia Sagital Bilateral	16
1.2 Técnicas de fixação.....	18
2. PROPOSIÇÃO	25
3. MATERIAIS E MÉTODOS	26
3.1 Mandíbulas de Poliuretano e Preparo da Amostra.....	26
3.2 Placas e parafusos	33
3.3 Teste de Resistência.....	39
3.4 Análises estatísticas	44
4. RESULTADOS	45
5. DISCUSSÃO.....	51
6. CONCLUSÃO	57
REFERÊNCIAS	58

1. INTRODUÇÃO

1.1 Tipos de Osteotomia Sagital Bilateral

A Osteotomia de Separação Sagital Bilateral (OSSB) é provavelmente a técnica cirúrgica mais difundida mundialmente para a correção de deformidades dento-esqueléticas, como prognatismo, retrognatismo, laterognatismo e assimetrias faciais.

A descrição da primeira osteotomia sagital realizada foi idealizada por Schuchardt, em 1942, onde três osteotomias foram utilizadas para melhor direcionamento dos cinzéis e assim realizar a osteotomia no plano sagital. (DREISEIDLER et al.,2016). Schuchardt realizou o procedimento por meio de acesso intra-oral com realização de osteotomias da cortical interna acima da línula, e depois uma osteotomia 1cm direcionada para baixo através da cortical externa. Obwegeser aumentou essa distância, aumentando assim as superfícies de contato (DAL PONT,1961).

A técnica de osteotomia sagital foi posteriormente modificada por Trauner e Obwegeser em 1957, onde foi nomeada por separação vertical do ramo ascendente. A mudança mais importante na técnica foi o aumento na extensão da osteotomia cortical interna para uma posição mais caudal, promovendo assim uma maior interface de contato ósseo após a separação da osteotomia, facilitando o reparo ósseo (DREISEIDLER et al.,2016).

Desde a introdução à osteotomia sagital descrita por Trauner e Obwegeser muitas modificações na técnica tem sido descritas (MÖHLHENRICH et al., 2017) e foram realizadas por Dal Pont, Hunsuck e Epker.

Dal Pont (1961) descreveu a osteotomia sagital retromolar para a correção de prognatismo. A osteotomia sagital se iniciava próximo à crista da linha oblíqua e se estendia sagitalmente entre as corticais ósseas da região retromolar até o ângulo mandibular. Com uma broca Lindemann era realizado um corte acima da línula, na cortical lingual, e um corte similar realizado na cortical bucal do corpo da mandíbula, iniciando na linha oblíqua no nível da área do segundo molar, até a borda inferior da mandíbula. As osteotomias lingual e bucal eram unidas por uma terceira osteotomia que se estendia ao longo da borda anterior do ramo ascendente. A osteotomia oblíqua retromolar, se iniciava na crista da linha oblíqua e passava abaixo dos molares e região retromolar, em direção lingual ao longo da linha milohióidea. Assim, Dal Pont (1961) realizou o avanço da osteotomia vestibular em direção ao segundo molar para aumentar o contato ósseo entre os segmentos mandibulares, denominando-a por

osteotomia sagital retromolar. A osteotomia da lâmina cortical bucal foi descrita como osteotomia vertical da linha oblíqua no nível do segundo molar acima da borda inferior da mandíbula (DREISEIDLER et al.,2016).

Hunsuck (1968) sugeriu uma osteotomia lingual horizontal da cortical óssea, superior a língua, em confluência a crista temporal e ao rebordo do pescoço mandibular, finalizando acima da língua. A osteotomia descrita em 1968 consiste de um corte lingual horizontal que termina posteriormente ao forame mandibular, unindo um corte sagital para baixo na região da borda anterior do ramo ascendente e um corte vertical de osso bucal distalmente ao segundo molar, perpendicular à borda inferior da mandíbula. O corte ósseo vestibular progride em direção a borda inferior da mandíbula, fazendo um ângulo de 90° com o córtex inferior.

Epker (1977) descreveu uma modificação na osteotomia sagital mandibular com o intuito de minimizar as complicações causadas pela osteotomia sagital e a técnica consiste na incisão ao longo da crista da linha oblíqua externa, se estendendo inferiormente da metade do ramo ascendente até a região do primeiro molar. Não é realizada dissecação lateral do masseter, e o descolamento é realizado superiormente, até o processo coronóide que é exposto, assim, o mucoperiósteo medial é descolado e elevado até a região da língua e do feixe neurovascular do nervo alveolar inferior (EPKER, 1977).

O corte ósseo é realizado através do córtex medial, imediatamente acima da língua, se estendendo para posterior a entrada do feixe neurovascular alveolar inferior. Assim, um corte similar através da cortical é realizado para baixo na borda anterior do ramo ascendente em direção ao segundo molar. Esse corte é então estendido inferolateralmente para a borda inferior da mandíbula, assim como foi descrito por Hunsuck (1968). É importante que o corte lateral seja realizado completamente através do córtex inferior para facilitar a separação (EPKER, 1977).

A modificação na técnica de osteotomia sagital descrita por Wolford, Bennett e Rafferty (1987) teve como propósito a redução de alguns problemas apresentados nas técnicas descritas anteriormente, como fratura vertical a nível do terceiro molar no segmento distal, fraturas do córtex bucal e controle insatisfatório do segmento proximal. Além disso, a técnica descrita teve como intuito reduzir o risco de fratura vertical posterior ao segundo molar através do reforço do aspecto posterior do segmento distal através do direcionamento da força para a borda inferior mandibular, contrastando com a técnica convencional. Assim, o design cirúrgico proporciona maior previsibilidade no controle da posição do segmento proximal.

A modificação da técnica proposta por Wolford, Bennett e Rafferty (1987) apresentou uma osteotomia medial direcionada perpendicularmente ao ramo ascendente, no nível do aspecto superior da línula. O corte é estendido de 3 a 6mm posteriormente a línula e é estendido profundamente na superfície medial do córtex bucal. Assim, o corte é direcionado inferiormente em direção a borda anterior do ramo ascendente e paralelo ao córtex bucal, em um ponto de 5 a 10 mm posterior ao segundo molar. A osteotomia lateral horizontal é realizada com broca 701 para minimizar a osteotomia óssea da região e realizado de 5 a 8mm maior que o avanço que será realizado. O corte vertical é realizado com broca 703 em direção a borda inferior da mandíbula (WOLFORD; BENNETT; RAFFERTY, 1987).

A técnica de osteotomia sagital modificada apresentou uma série de vantagens, como o fortalecimento do segmento distal através da inclusão de uma parte da crista do rebordo da linha oblíqua externa, reduzindo assim o risco de fratura vertical que pode ocorrer ao longo do córtex lingual na área do terceiro molar, uma vez que o segmento distal apresenta dentes, crista oblíqua e borda anterior do ramo. Além disso, por meio da osteotomia horizontal realizada superiormente a línula observou-se uma redução no número de complicações durante a separação sagital. Outra vantagem obtida por meio da osteotomia horizontal lateral é proporcionar o reposicionamento do segmento proximal de maneira mais previsível devido a interface criada entre os segmentos ósseos, promovendo assim a manutenção da estética do ângulo mandibular e manutenção da relação cêndilo-fossa (WOLFORD; BENNETT; RAFFERTY, 1987).

Além disso, a técnica modificada promove uma maior estabilidade durante a fixação, pois apresenta um ponto a mais de contato ósseo, reduzindo assim o número de parafusos necessários para a fixação, e reduzindo o tempo necessário de Bloqueio maxilomandibular no pós-operatório (WOLFORD; BENNETT; RAFFERTY, 1987).

A fixação proposta foi através do uso de 3 parafusos bicorticais: 1 parafuso posicionado na região anterior do segmento proximal, abaixo do feixe do nervo alveolar inferior; 1 parafuso na região anterior do segmento proximal, acima do nervo alveolar inferior, imediatamente atrás do segundo molar; e outro parafuso na região superior do ramo ascendente operatório (WOLFORD; BENNETT; RAFFERTY, 1987).

1.2 Técnicas de fixação

O advento da fixação interna foi responsável por promover a mobilização e retorno a função com menor tempo pós-operatório da realização da osteotomia de separação sagital, e assim diversos métodos de fixação têm sido propostos com tal intuito (FOLEY et al., 1989).

Foley et al. (1989) realizaram um estudo onde compararam a estabilidade de seis diferentes técnicas de fixação utilizando parafusos do sistema 2,0 mm, no qual o grupo I foram utilizados 3 parafusos instalados em 90° com a superfície óssea, na disposição “L” invertido; grupo II consistia em 3 parafusos do tipo leg screw, na mesma disposição e angulação do grupo I; grupo III consistia em 3 parafusos instalados com inclinação de 60° com a superfície óssea, distribuídos em um arranjo triangular, com 1cm de distância entre cada um deles; grupo IV consistia em 3 parafusos bicorticais, instalados com inclinação de 60° com a superfície óssea, em um arranjo linear com 5mm de distância entre eles. Grupo V consistia em 3 parafusos do tipo leg screw, na mesma disposição e angulação do grupo IV; grupo VI consistia em 3 parafusos bicorticais, instalados com inclinação de 90° com a superfície óssea, em um arranjo linear com 5mm de distância entre eles. Foi observada diferença estatística significativa na rigidez apresentada pelos grupos I e II (fixação do tipo “L” invertido) em comparação à fixação linear presente nos grupos IV, V e VI. Não foi observada diferença significativa entre os parafusos bicorticais instalados em 60° e 90° com a superfície óssea.

Anucul, Waite e Lemons (1992) desenvolveram um estudo onde compararam a técnica de fixação com placas de não compressão e parafusos monocorticais com a técnica de parafusos posicionais bicorticais, por meio da simulação de osteotomia sagital em costela bovina. O objetivo foi comparar o desempenho mecânico dos dois sistemas de fixação sob forças repetidas, como as forças mastigatórias e determinar o carregamento máximo de força que cada sistema suporta antes de deformar e de ocorrer falha do material. Os resultados do presente estudo demonstraram pouca diferença na deformação entre os grupos, que indicaram que a placa e parafusos monocorticais e a fixação com parafusos bicorticais tem a mesma deformação elástica sob força de baixa intensidade. Ao avaliar a resistência ao aumento da incidência da força foi evidenciado que o sistema de fixação pode suportar maiores carregamentos e deformar antes de fraturar e demonstrou ainda que a fixação com parafusos bicorticais pode resistir a maiores carregamentos por um período maior do que a fixação do sistema de placa e parafusos monocorticais.

Chuong et al. (2005) realizaram um estudo utilizando elementos finitos onde foram comparadas as características mecânicas de 2 diferentes técnicas de fixação após osteotomia sagital bilateral do ramo. Foram avaliadas a fixação do tipo “L-invertido” com utilização de 3

parafusos bicorticais e a fixação com 1 placa curva e 4 parafusos monocorticais. O estudo sugeriu que a fixação com parafusos bicorticais ofereceu melhor estabilidade e menor deflexão, com a aplicação de força nos vários pontos avaliados quando comparada a técnica de fixação com placa e parafusos monocorticais.

Brasileiro et al. (2009), desenvolveram um estudo *in vitro* com o objetivo de comparar as características biomecânicas de 3 diferentes métodos de fixação interna rígida para a osteotomia sagital no avanço mandibular. No estudo foram comparados o grupo de fixação onde foram utilizados uma placa de 4 furos e 4 parafusos monocorticais, grupo de fixação híbrida onde utilizou-se 1 placa de 4 furos e 4 parafusos monocorticais e um parafuso posicional bicortical, e o grupo de fixação com 3 parafusos bicorticais na disposição de “L-invertido”. Foi observado que o grupo de miniplacas apresentou os menores scores de capacidade para suportar a carga quando comparados às outras técnicas de fixação, independentemente da direção da força. O grupo “L-invertido” apresentou maior resistência do que o grupo híbrido quando forças verticais foram aplicadas. Para cargas aplicadas no molar, o grupo de fixação híbrida e “L-invertido” não apresentaram diferença significativa. Assim, concluiu que a técnica de fixação para osteotomias do ramo sagital com utilização de 3 parafusos bicorticais no formato “L-invertido” foi o padrão mais estável a nível laboratorial. Além disso, verificou que a instalação de um parafuso posicional bicortical na região retromolar pode otimizar resistência da fixação de miniplaca e parafuso monocortical.

Sato et al. (2010) compararam a estabilidade de 4 diferentes configurações de fixação, com utilização de parafusos bicorticais e com única placa e parafusos monocorticais. Grupo 1: fixação com parafusos de 13mm na disposição linear instalados em uma inclinação de 90°; grupo 2: fixação com parafusos bicorticais de 13mm na disposição linear instalados em uma inclinação de 60°; grupo 3: composto por parafusos de 13mm instalados na disposição tipo “L-invertido”; e grupo 4: composto por placa reta com 4 parafusos de 5mm. Estatisticamente diferenças foram observadas entre os grupos da fixação linear com inclinação de 90° e fixação do tipo “L-invertido”, onde demonstraram maior resistência ao carregamento linear. A fixação realizada com parafusos instalados em uma disposição linear com inclinação de 60° apresentaram menor resistência, embora mais resistente que a fixação utilizando apenas uma placa e parafusos monocorticais.

Ribeiro-Júnior et al. (2010) compararam nove diferentes métodos de fixação em hemimandíbulas e os resultados demonstraram que a adição de um parafuso bicortical próximo a miniplaca resultou em um significativo aumento da resistência mecânica, incluindo maior estabilidade quando comparado a duas mini placas lineares paralelas, embora não tenha sido

significativamente mais estável que o uso de 3 parafusos bicorticais. A estabilidade com duas miniplacas foi semelhante a observada com 3 parafusos bicorticais e concluíram que a placa locking apresentou melhor estabilidade do que as placas convencionais, entretanto sem resultados estatisticamente significativos.

Ribeiro-Júnior et al. (2012) realizaram um estudo onde compararam 6 tipos de fixação que foram: fixação com 1 placa reta de 4 furos e 4 parafusos monocorticais; 1 placa reta locking de 4 furos e 4 parafusos monocorticais; 1 placa reta de 6 furos e 6 parafusos monocorticais; 1 placa reta locking de 6 furos e 6 parafusos monocorticais; 1 placa duplo Y de 6 furos e 6 parafusos monocorticais; 1 placa locking duplo Y de 6 furos e 6 parafusos monocorticais; De acordo com o estudo, não foram observadas diferenças na fixação com placa de 4 furos convencional e locking. A fixação que apresentou maior resistência foi a realizada com placa duplo Y locking.

Poucos estudos têm analisado as características mecânicas e a distribuição do estresse da técnica de fixação híbrida em comparação a fixação tradicional utilizando parafusos bicorticais e fixação com miniplaca e parafusos monocorticais (SATO et al., 2012). Sato et al. (2012) realizaram um estudo com o intuito de avaliar a técnica híbrida para a fixação da osteotomia sagital em comparação as técnicas de fixação com parafusos bicorticais e fixação com miniplaca e parafusos bicorticais e sugeriram que a técnica de fixação híbrida aumentou a resistência e melhorou a distribuição do estresse da fixação realizada com miniplaca e parafusos monocorticais.

Pereira-Filho et al. (2013) realizaram um estudo para avaliar a resistência de fixação da osteotomia sagital com a utilização de uma placa ajustável e 8 parafusos monocorticais, e comparar à dois tipos de fixações comumente utilizados, fixação do tipo “L-invertido” com parafusos bicorticais e fixação com placa reta de 4 furos e parafusos monocorticais. Foi observado que a fixação do tipo “L-invertido” apresentou maior capacidade de resistir à força, seguida da fixação com placa reta e parafusos corticais e por último pela fixação com placa ajustável, que demonstrou ser a fixação de menor estabilidade.

Pozzer et al. (2014) realizaram um estudo que comparou a influência do design da osteotomia de separação sagital na resistência mecânica de forças verticais. Foi realizada a comparação de duas osteotomias, no qual o Grupo I apresentava ângulo reto na vestibular entre os molares e o grupo II apresentava uma osteotomia linear em direção a borda inferior da mandíbula sem formação de ângulos, fixadas com placa de 4 furos e 4 parafusos monocorticais do sistema 2,0. Além disso, as hemi-mandíbulas foram divididas em sub-grupos de acordo com o tipo de movimento, onde grupo A era o grupo sem avanço, grupo B

com avanço de 3mm e grupo C com avanço de 7mm. Após realização dos testes o grupo II foi o que apresentou melhor resposta a compressão, suportando valores de carga maiores, concluindo que o design da osteotomia influencia na resistência mecânica. Além disso, o grupo sem avanço mandibular suportou maiores carregamentos do que os grupos que continham avanço.

Oguz et al. (2015) realizaram um estudo que teve como objetivo comparar, através de teste biomecânico, a estabilidade mecânica de seis métodos de fixação rígida na osteotomia sagital modificada por Dal Pont. Foram utilizadas hemi-mandíbulas de poliuretano com as seguintes disposições nas fixações: 2 placas de 4 furos e parafusos monocorticais; 1 placa de 4 furos e parafusos monocorticais; 1 placa de 4 furos com parafusos monocorticais e 1 parafuso bicortical; 1 placa em grade com parafusos monocorticais; 1 placa locking com 4 parafusos monocorticais; 1 placa de 6 furos com parafusos monocorticais. Após avaliação da força de resistência mensurada nos momentos de deslocamento, foi verificado uma força de resistência estatisticamente maior para a placa em grade e para a placa de 4 furos com 4 parafusos monocorticais associados ao parafuso bicortical.

Vieira Santos et al. (2017) realizaram um estudo onde compararam a resistência mecânica de quatro métodos de fixação empregados em duas diferentes osteotomias sagitais que foram submetidas a um carregamento linear. Assim, ele dividiu as amostras em dois grupos, um contendo hemi-mandíbulas com osteotomia em ângulos retos, e outro contendo hemi-mandíbulas com osteotomia sem ângulos retos, ambos divididos em subgrupos de acordo com o método de fixação, que foram: placa reta com parafusos monocorticais, fixação híbrida, placa reta locking com parafusos monocorticais e fixação híbrida utilizando placa reta locking. Em seu estudo não foram encontradas diferenças estatísticas relacionadas ao design das osteotomias. Entretanto, ao se avaliarem os subgrupos, as osteotomias que não apresentavam ângulos retos ofereceram maior resistência mecânica quando foram utilizadas 1 placa convencional ou placa locking 2,0. Além disso, verificou que a utilização de parafuso bicortical na região distal promove uma melhor estabilização da osteotomia sagital. Assim, concluiu que o design da osteotomia não influencia na estabilidade mecânica quando a técnica híbrida foi aplicada.

Ueki et al. (2017) realizaram um estudo que comparou a estabilidade da fixação da osteotomia sagital angulada descrita por Verweij e Van Merkesteyn (2015), onde foram empregados três tipos de fixação: fixação com 1 placa e 4 parafusos monocorticais; fixação denominada bicortical onde foi empregada 1 placa com 2 parafusos monocorticais no

segmento distal e 2 parafusos bicorticais no segmento proximal; e a fixação híbrida, com utilização de 1 placa e 4 parafusos monocorticais e 1 parafuso bicortical. Embora tenha encontrado uma diferença na resistência da fixação entre o grupo da placa monocortical e o grupo de fixação híbrida, não houve diferença significativa estatisticamente entre os três grupos analisados. Entretanto, os grupos de fixação bicortical e fixação híbrida demonstraram ser um método mais confiável, e útil para evitar a fratura da placa, que foi observada no grupo monocortical.

Sigua-Rodriguez et al. (2018) realizaram um estudo com o intuito de comparar mecanicamente 5 tipos de fixação interna utilizados para avanço linear de 10mm em hemimandíbulas de poliuretano com osteotomia sagital descrita por Epker, 1977. As hemimandíbulas foram divididas em grupos de acordo com o tipo de fixação que foram placa 3D customizada; 2 mini-placas de 4 furos e parafusos monocorticais; 2 mini-placas de 6 furos e parafusos monocorticais; 1 mini-placa de 4 furos associada a 1 parafuso bicortical (fixação híbrida); fixação com 3 parafusos bicorticais. Os resultados obtidos foram que não houve diferença estatística significativa entre as fixações, e assim, todos os métodos de fixação oferecem a mesma resistência mecânica.

Sigua-Rodriguez et al. (2019) realizaram um estudo para avaliar 3 métodos de fixação da osteotomia sagital mandibular através de análise de elementos finitos, e comparou a fixação utilizando placa 3D personalizada com 8 parafusos monocorticais, fixação com duas placas de 4 furos e parafusos monocorticais e fixação utilizando 2 placas de 6 furos com parafusos monocorticais. Foi observado que a concentração de estresse é maior na placa superior e nos parafusos mais próximos a osteotomia. Além disso, verificaram que a placa customizada não apresentou melhor distribuição do estresse quando comparada as outras fixações, que demonstraram adequada resistência.

De Carvalho, et al. (2020) realizaram um estudo onde avaliaram 04 (quatro) tipos de fixação interna empregadas para estabilização da osteotomia sagital mandibular de Epker, 1977 modificada. Foram avaliados o grupo com fixação de 1 placa grade de 2,0mm + 8 parafusos 2,0mm x 6mm (2 Proximais e 2 Distais) sobre a região de zona neutra; grupo com 2 Placas 2.0mm (6 furos c/ segmento) + 8 parafusos 2,0mm x 6mm (2 Proximais e 2 Distais); grupo com 1 Placa 2,0mm (6 furos com segmento) + 4 parafusos 2,0mm x 6mm (2 Proximais e 2 Distais) + 1 parafuso bi-cortical (14mm), denominada por Técnica Híbrida; e grupo empregando 3 parafusos bicorticais (2 – 2,0mm x 14mm e 1 – 2,0mm x 16mm) em um padrão

de “L invertido”. De acordo com seu estudo, os grupos que apresentaram maior resistência à força aplicada foram o grupo de fixação Híbrida.

Contudo, apesar de ampla discussão na literatura, sobre as vantagens e desvantagens, bem como indicações e contraindicações de cada tipo de osteotomia (WOLFORD, 1987; DAL PONT, 1961; HUNSUCK, 1968; EPKER, 1977; BOCKMANN, 2015; BÖCKMANN & MEYNS, 2015; VERWEIJ, 2015; UEKI & MOROI, 2017) além de estudos que avaliem estabilidade do material de fixação na osteotomia sagital (ANUCUL, 1992; BRASILEIRO, 2009; DE OLIVEIRA, 2016; OGUZ, 2015; UEKI, 2017), até o presente momento não foram realizados estudos que avaliem a influência do tipo de osteotomia na estabilidade do tipo de fixação empregado, uma vez que a modificação da osteotomia realizada por Wolford trata-se de uma técnica relativamente nova, além de existirem distintas maneiras de se realizar a fixação dos segmentos ósseos.

2. PROPOSIÇÃO

O objetivo do estudo foi realizar uma comparação do comportamento mecânico de dois métodos de fixação realizada em três tipos de secções simulando a Osteotomia de Separação Sagital Bilateral após avanço e giro horário da mandíbula.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Mandíbulas de Poliuretano e Preparo da Amostra

As secções produzidas foram realizadas com serra sagital e não apresentam degrau na região superior a língua, tanto nos fragmentos proximais, quanto no fragmento distal. Entretanto, na literatura não foi encontrada a descrição da técnica realizada, tendo em vista que as osteotomias presentes na literatura científica iniciam na região superior a língua com broca do Tipo Lindemann, promovendo assim a presença de degrau nos fragmentos, o que pode interferir no momento da intervenção cirúrgica, dificultando o movimento e giro mandibular.

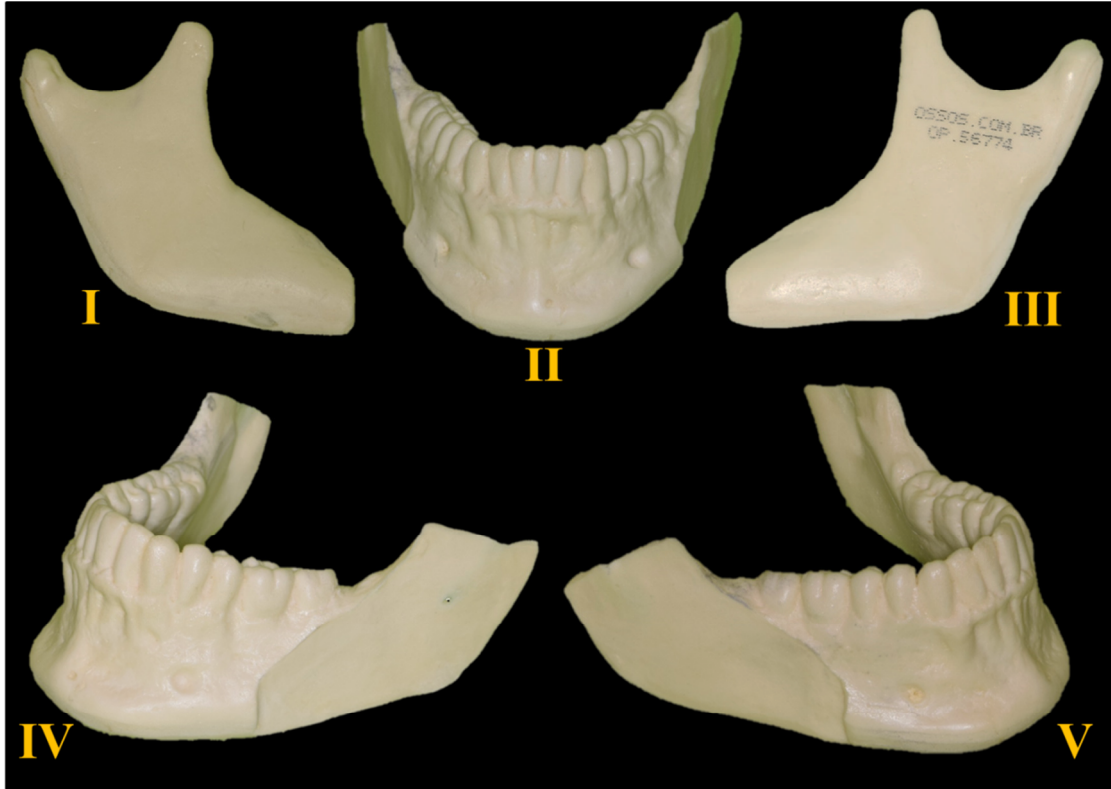
A partir de um modelo de mandíbula inteira com todos os dentes, em resina de poliuretano rígido desenvolveu-se juntamente à empresa especializada (Nacional Ossos Ltda. - Jaú, São Paulo – Brasil) a produção de três tipos de secção simbolizando/ representando a osteotomia de separação sagital bilateral (OSSB) mandibular modificadas que foram divididas em 3 grupos: Grupo I, secção descrita por Wolford (1987) com modificação na região da língua (Figura 1); Grupo II, secção descrita por Epker (1977), com modificação na região da língua (Figura 2); e Grupo III, secção de Epker (1977) com duas modificações, uma modificação na região da língua e outra modificação na região do corpo, onde a secção termina sem ângulo reto (Figura 3).

Figura 1: Secções customizadas da OSSB, descrita por Woford (1987), Modificada. Em I observamos o segmento proximal direito; em II uma vista frontal do segmento distal; em III o segmento proximal esquerdo; em IV uma vista lateral esquerda do segmento distal; em V uma vista lateral direita do segmento distal.



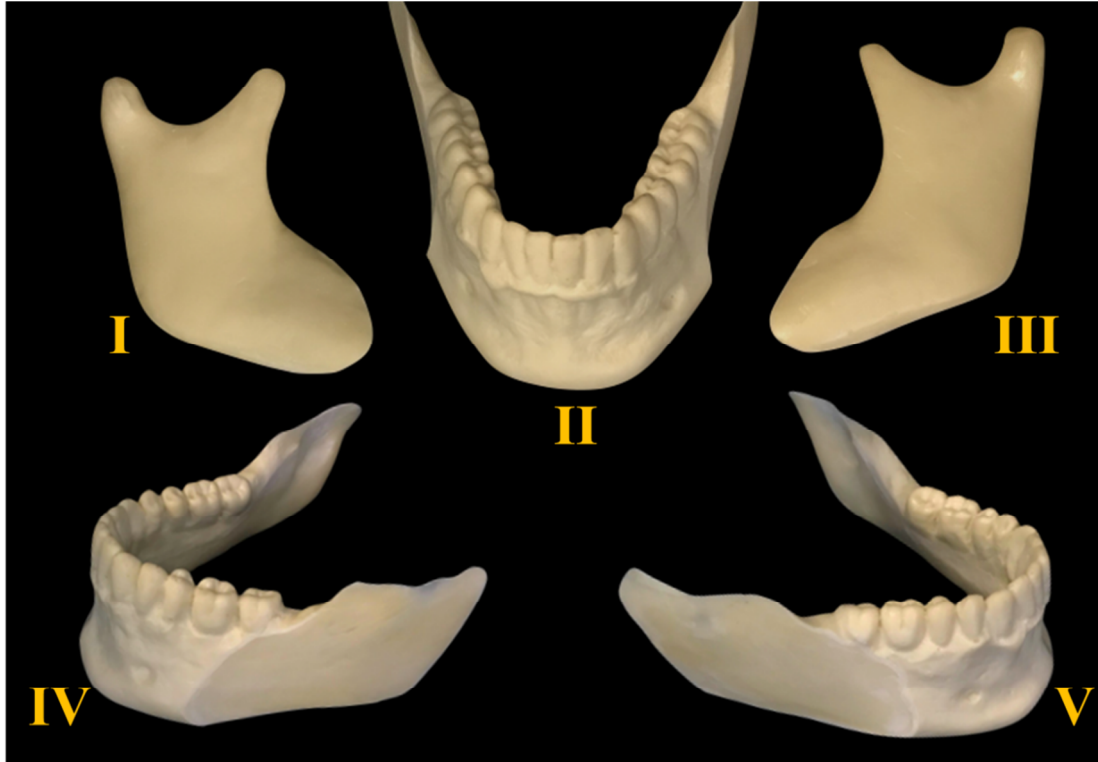
Fonte: Oliveira, SS, 2019.

Figura 2: Secções customizadas da OSSB, descrita por Epker (1977), Modificada. Em I observamos o segmento proximal direito; em II uma vista frontal do segmento distal; em III o segmento proximal esquerdo; em IV uma vista lateral esquerda do segmento distal; em V uma vista lateral direita do segmento distal.



Fonte: Oliveira, SS, 2019.

Figura 3: Secções customizadas da OSSB, de Epker (1977) com duas modificações, que foi utilizada na tese de doutorado de Carvalho (2020). Em I observamos o segmento proximal direito; em II uma vista frontal do segmento distal; em III o segmento proximal esquerdo; em IV uma vista lateral esquerda do segmento distal; em V uma vista lateral direita do segmento distal.



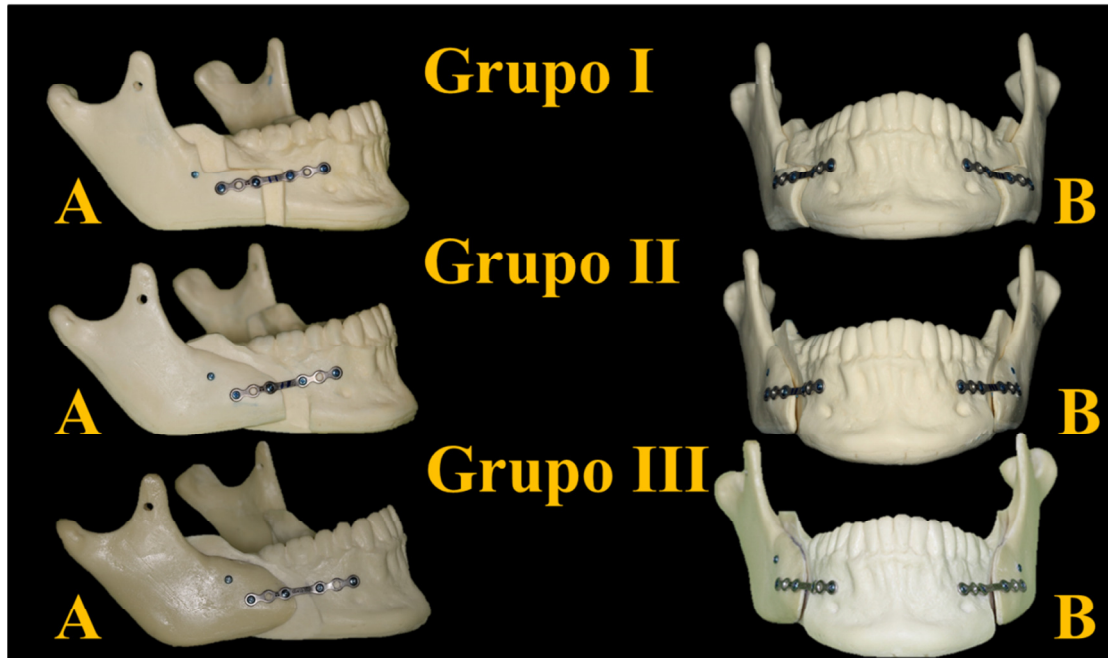
Fonte: Oliveira, SS, 2019.

Assim, a partir de um modelo de mandíbula inteira com todos os dentes em resina de poliuretano rígido, um protótipo contendo uma secção customizada simulando a osteotomia sagital bilateral de cada autor foi reproduzido no total de 28 mandíbulas por osteotomia, totalizando assim 84 unidades que foram divididas em 3 grupos (Figura 4), com 28 mandíbulas em cada, de acordo com o tipo de secção realizada. Estes grupos, por sua vez, foram divididos em sub-grupos de acordo com o método de fixação utilizado bilateralmente e a região de aplicação da força, totalizando assim 6 sub-grupos (N=14), que foram submetidos a cargas em regiões distintas, em regiões entre incisivos centrais, e entre as cúspides mesial e distal do primeiro molar direito. Todas as 84 placas e 336 parafusos foram instalados de forma padronizada e por um único indivíduo treinado. Os grupos e sub-grupos estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Descrição dos grupos e sub-grupos do estudo:

Grupo nº	Tipo de Secção	Método de fixação	Aplicação da força (N=7 por subgrupo)
I	Wolford, 1987 Modificada	1 Placa 2.0mm (6 furos com segmento) + 4 parafusos 2.0mm x 6mm (2 Proximais e 2 Distais) + 1 parafuso bi-cortical (2.0mm x 14mm) (Técnica Híbrida) Sub-Grupo A	Região de incisivo Sub-Grupo A1 I (N=7)
			Região de primeiro molar Sub-Grupo A2 M (N=7)
		3 parafusos bi-corticais (2 - 2.0mm x 14mm e 1 - 2.0mm x 16mm) em um padrão de “L invertido” Sub-Grupo B	Região de incisivo Sub-Grupo B1 I (N=7)
			Região de primeiro molar Sub-Grupo B2 M (N=7)
II	Epker, 1977 Modificada	1 Placa 2.0mm (6 furos com segmento) + 4 parafusos 2.0mm x 6mm (2 Proximais e 2 Distais) + 1 parafuso bi-cortical (2.0mm x 14mm) (Técnica Híbrida) Sub-Grupo A	Região de incisivo Sub-Grupo A1 I (N=7)
			Região de primeiro molar Sub-Grupo A2 M (N=7)
		3 parafusos bi-corticais (2 - 2.0mm x 14mm e 1 - 2.0mm x 16mm) em um padrão de “L invertido” Sub-Grupo B	Região de incisivo Sub-Grupo B1 I (N=7)
			Região de primeiro molar Sub-Grupo B2 M (N=7)
III	Epker, 1977 Com duas modificações	1 Placa 2.0mm (6 furos com segmento) + 4 parafusos 2.0mm x 6mm (2 Proximais e 2 Distais) + 1 parafuso bi-cortical (2.0mm x 14mm) (Técnica Híbrida) Sub-Grupo A	Região de incisivo Sub-Grupo A1 I (N=7)
			Região de primeiro molar Sub-Grupo A2 M (N=7)
		3 parafusos bi-corticais (2 - 2.0mm x 14mm e 1 - 2.0mm x 16mm) em um padrão de “L invertido” Sub-Grupo B	Região de incisivo Sub-Grupo B1 I (N=7)
			Região de primeiro molar Sub-Grupo B2 M (N=7)

Figura 4: Divisão dos grupos por tipo de secção, onde Grupo I é observado a secção Descrita por Wolford, 1987, modificada (A- Vista Lateral; B- Vista frontal); Grupo II secção descrita por Epker, 1977, modificada (A- Vista Lateral; B- Vista frontal); e Grupo III secção de Epker, 1977 com duas modificações (A- Vista Lateral; B- Vista frontal), que foi utilizada na tese de doutorado de Carvalho, PHM em 2019.



Fonte: Oliveira, SS, 2019.

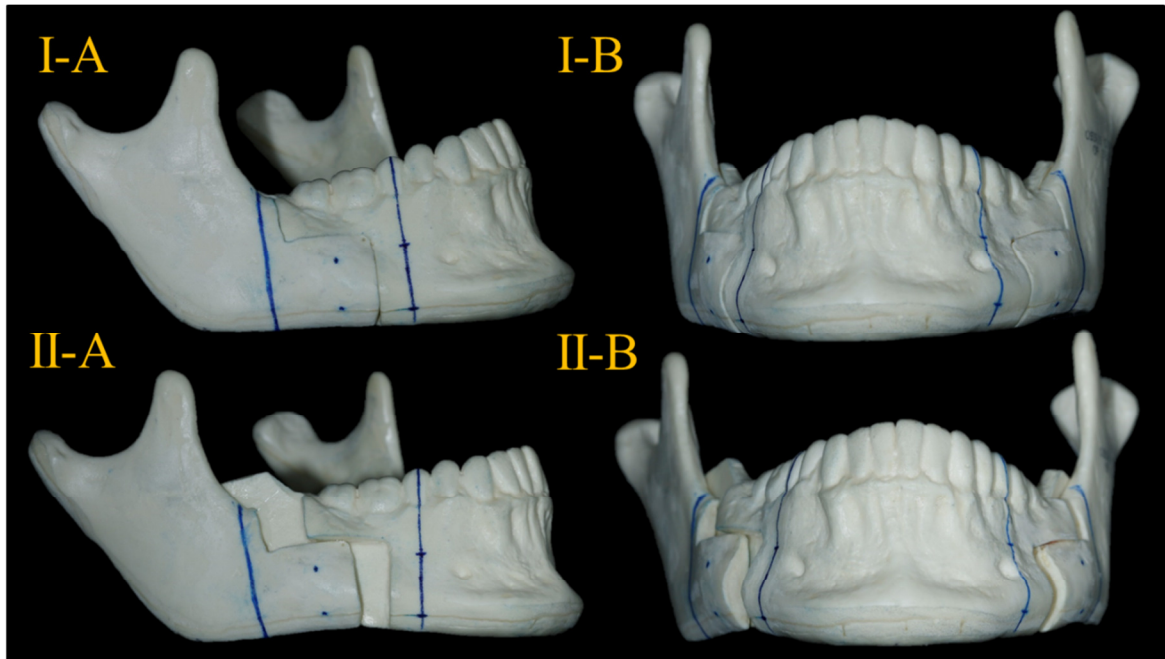
Para a definição dos pontos que foram utilizados para simulação do movimento, para cada tipo de secção, no segmento proximal foi traçada uma linha perpendicular a borda inferior da mandíbula, iniciada na região de maior concavidade da borda anterior do ramo mandibular. A partir disso, foi realizada a marcação do 1º ponto que está localizado a 5mm da borda inferior da mandíbula e a 15mm da linha demarcada. Para marcação do 2º ponto, o mesmo foi realizado 10mm acima do 1º ponto e a 15mm da linha demarcada, perpendicular a borda inferior da mandíbula.

No segmento distal foram realizados a demarcação do longo eixo do 2º pré-molar bilateralmente, e partir disso demarcado o primeiro ponto a 5mm de distância da borda inferior da mandíbula. A partir do 1º ponto demarcado, foi realizado o 2º ponto superior a este, a uma distância de 15 mm entre eles, demarcando assim dois pontos fixos no segmento distal (Figura 5, onde IA vista lateral e IB vista frontal da marcação dos pontos).

Assim, os pontos fixos definidos nos fragmentos proximais e distal foram utilizados para simulação dos movimentos bilateralmente. Os movimentos simulados foram de avanço

de 11 milímetros (mm) e giro horário de 6° da mandíbula (Figura 5, onde IIA vista lateral e IIB vista frontal da simulação do movimento).

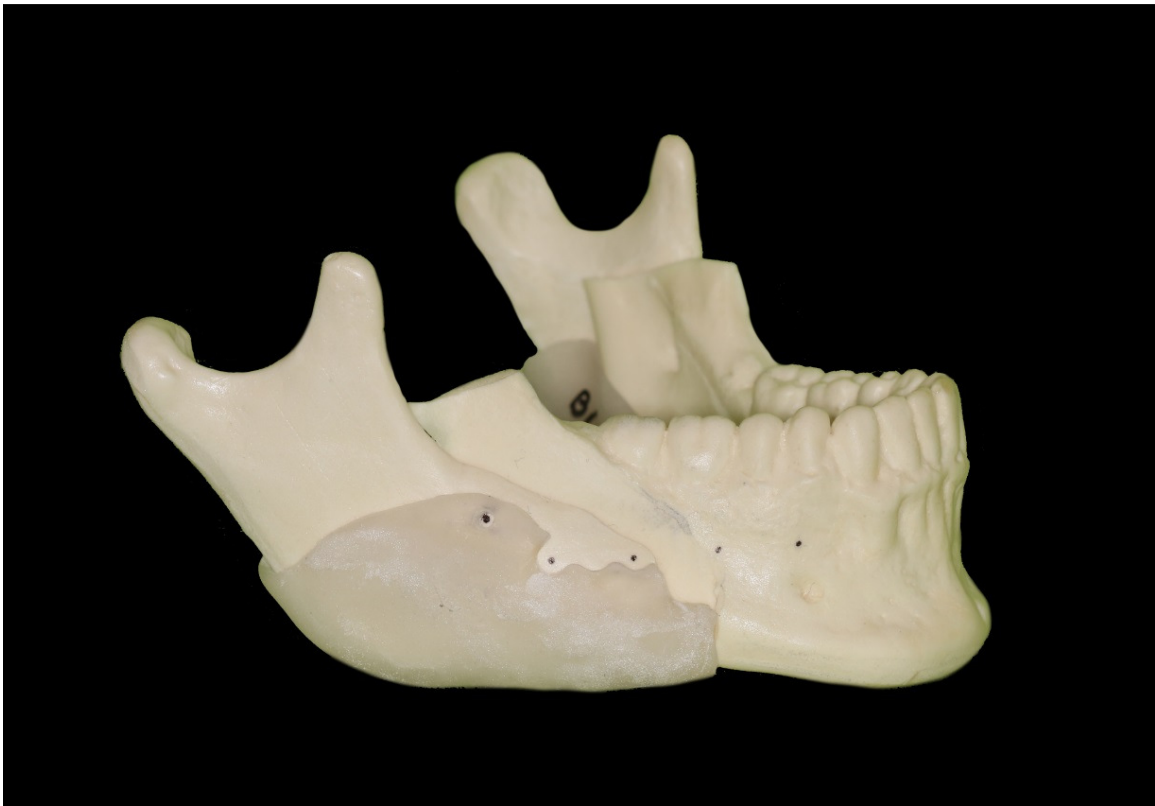
Figura 5: Marcação dos pontos para simulação do movimento, onde IA vista lateral e IB vista frontal da marcação dos pontos e IIA vista lateral e IIB vista frontal da simulação do movimento.



Fonte: Oliveira, SS, 2019.

Para padronização do movimento foram confeccionados guias de acrílico simulando 11mm de avanço no bordo superior do segmento distal e 7mm no bordo inferior do segmento distal, servindo de guia também para aposição das placas e parafusos (Figura 6).

Figura 6: Guia de acrílico confeccionado para padronização do movimento e para instalação das placas e parafusos.



Fonte: Oliveira, SS, 2019.

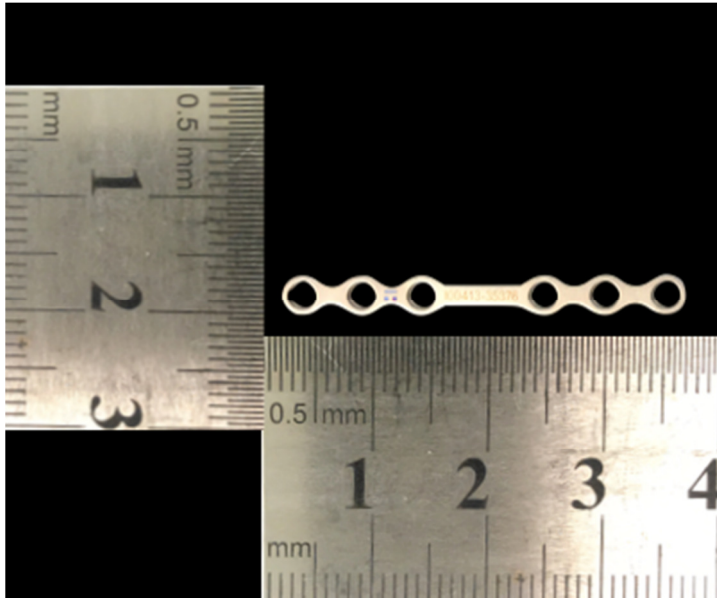
3.2 Placas e parafusos

Para realização deste estudo foram utilizadas 84 placas e 336 parafusos do sistema 2,0 mm, da marca Tóride® (Mogi Mirim - SP, Brasil) (Figura 7 e 8). Foram avaliados por meio de teste de resistência. Segundo o fabricante dos materiais, as placas são de titânio comercialmente puro, e os parafusos de liga de titânio-6alumínio-4vanádio (Tabela 2). As dimensões dos parafusos bicorticais foram de 14mm e 16mm. Todas as 84 placas e 336 parafusos foram instalados de forma padronizada, com a utilização de guias confeccionados em resina acrílica, e foram realizados por um único indivíduo treinado.

Após a separação das mandíbulas em grupos de acordo com sua secção, os mesmos foram sub-divididos em 6 Sub-grupos, de acordo com o método de fixação utilizado bilateralmente (Figura 9, 10 e 11), onde em A, foi realizada a fixação híbrida, e em B, foi realizada a fixação do tipo “L-invertido”. As mandíbulas que foram submetidas à aplicação de carga em região inter-incisivos foram denominadas com o número 1, e as que foram

submetidas à aplicação de carga em região de primeiro molar com o número 2, sendo que cada mandíbula foi submetida ao teste de resistência uma única vez.

Figura 7: Placa utilizada para fixação.



Fonte: De Carvalho et al., 2020.

Figura 8: Parafusos 16, 14 e 6 mm, respectivamente, utilizados para fixação.



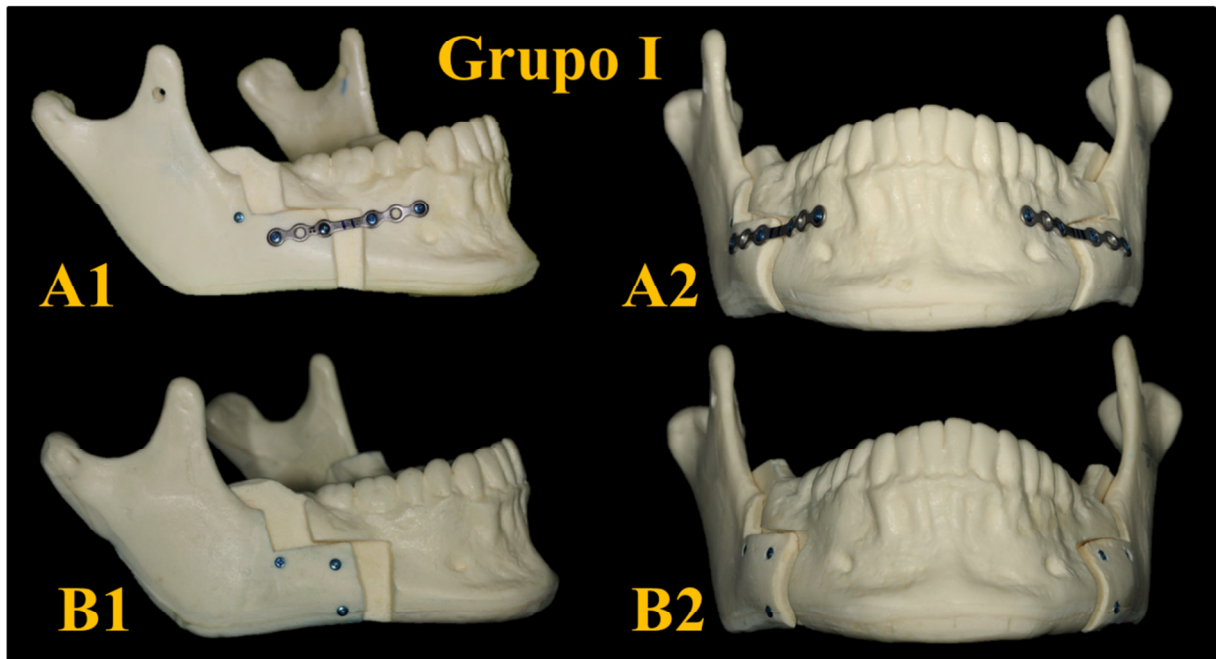
Fonte: De Carvalho et al., 2020.

Tabela 2 - Especificações da placa e parafusos (TÓRIDE Indústria e Comércio Ltda).

	Sistema 2,0mm	Dimensão	Material	Código
1	Mini Placa Ponte 6 furos	2,0 mm largura x 1,0 mm Espessura	Titânio comercialmente puro	167200206130
2	Parafuso Cortical	6,0 mm de Comprimento	liga de titânio-6alumínio-4vanádio	136200323006
3	Parafuso Cortical	14,0 mm de Comprimento	liga de titânio-6alumínio-4vanádio	136200322014
4	Parafuso Cortical	16,0 mm de Comprimento	liga de titânio-6alumínio-4vanádio	136200322016

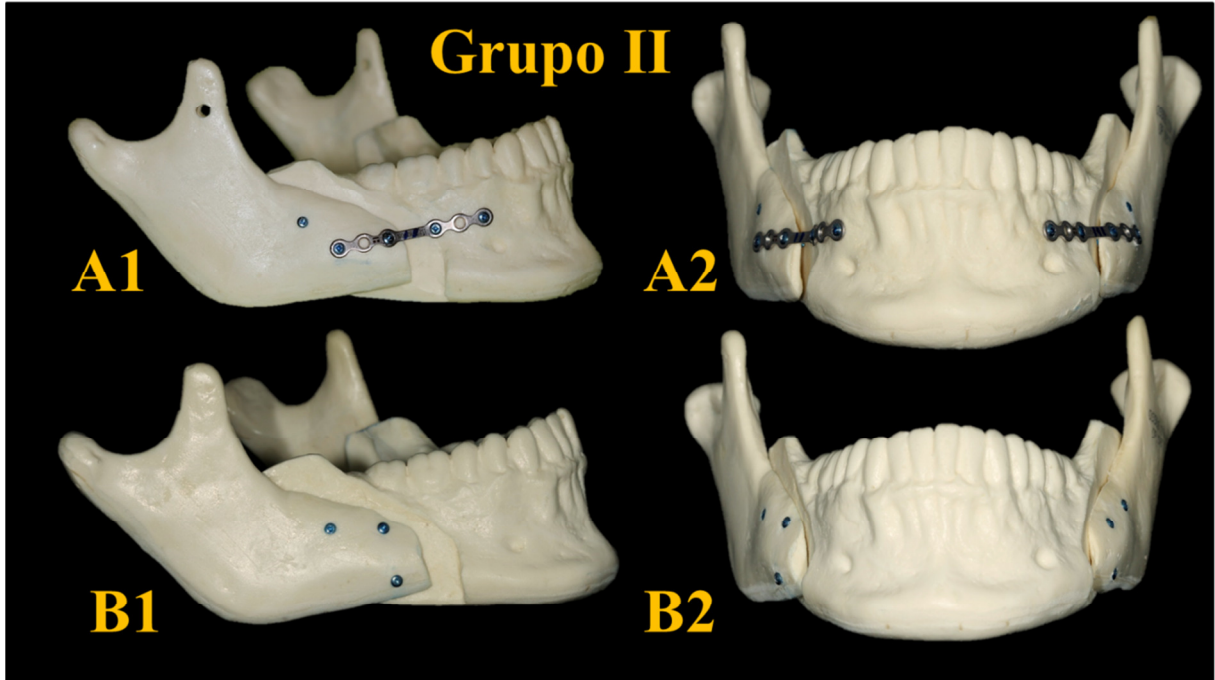
Fonte: Catálogo Buco Maxilo Facial, Sistema 1,5/2,0 Tóride (Mogi Mirim – SP, Brasil).

Figura 9: Divisão do grupo I em Sub-grupos, onde A é referente a fixação híbrida e B fixação “L-invertido” na secção descrita por Wolford, 1987, modificada. Em A1 e B1 é observada uma vista lateral e em A2 e B2 uma vista frontal das fixações.



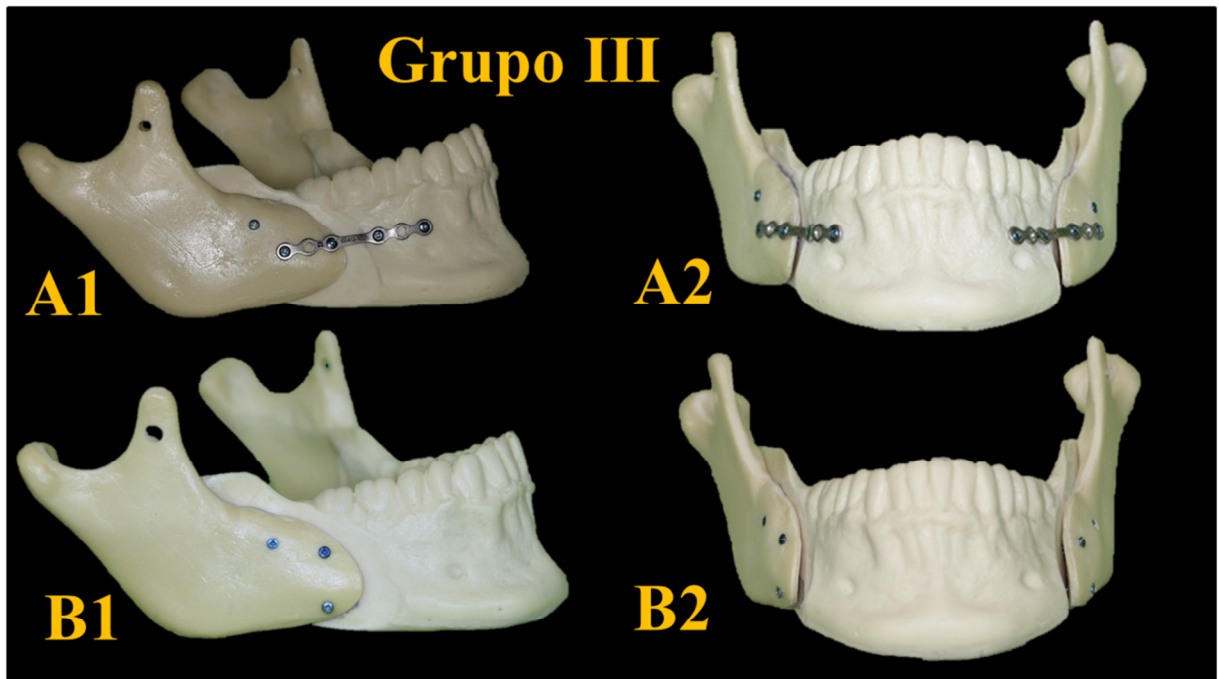
Fonte: Oliveira, SS, 2019.

Figura 10: Divisão do grupo II em Sub-grupos, onde A é referente a fixação híbrida e B fixação “L-invertido” na secção descrita por Epker, 1977, modificada. Em A1 e B1 é observada uma vista lateral e em A2 e B2 uma vista frontal das fixações.



Fonte: Oliveira, SS, 2019.

Figura 11: Divisão do grupo III em Sub-grupos, onde A é referente a fixação híbrida e B fixação “L-invertido” na secção descrita por Epker, 1977 com duas modificações. Em A1 e B1 é observada uma vista lateral e em A2 e B2 uma vista frontal das fixações.



Fonte: Oliveira, SS, 2019.

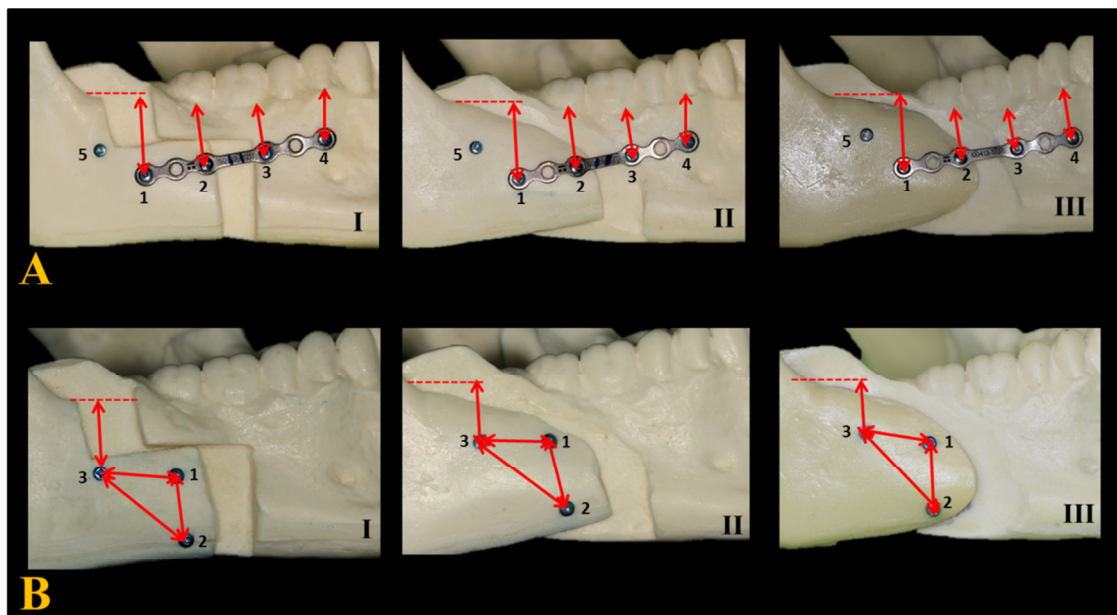
Para a instalação da fixação foram utilizados guias de acrílico confeccionados com o intuito de posicionar as placas e parafusos de forma padronizada em todas as secções.

Assim, para a realização da fixação do tipo Híbrida (Figura 12A) os parafusos do segmento proximal foram instalados a uma distância de 15mm da altura de maior concavidade da borda anterior do ramo, representada pela linha tracejada, (parafuso mais proximal, denominado com número 1) e 12mm de distância da cervical do 2º molar (parafuso próximo a secção, denominado com número 2). O segmento distal foi fixado com os parafusos posicionados a uma distância 10mm da cervical do 1º molar (denominado com número 3) e de 10mm da cervical do 1º pré-molar (denominado com número 4). Para a instalação do parafuso bicortical, ele foi posicionado a uma distância de 11mm do parafuso mais proximal do coto proximal (parafuso1), e 9mm de distância da borda anterior do ramo (denominado com número 5).

Para a realização da fixação do tipo “L-invertido” (Figura 12B) os parafusos foram instalados equidistantes entre si em 12mm, formando a conformação de um triângulo equilátero com a sua base medindo 19mm. O parafuso mais superior e distal foi instalado a uma distância de 5mm da secção, tanto em relação superior, quanto anterior (denominado

pelo número 1); o parafuso mais inferior e distal foi instalado a uma distância de 7mm da secção em sua referência anterior e 5mm de distância da base mandibular (denominado pelo número 2); o parafuso mais proximal (denominado pelo número 3) foi instalado a uma distância de 12mm, da altura de maior concavidade da borda anterior do ramo, representada pela linha tracejada e 12mm de distância do parafuso mais superior e distal (denominado pelo número 1).

Figura 12: Em A observamos a fixação híbrida e em B a fixação do tipo “L-invertido”. I é referente à secção descrita por Wolford, 1987, modificada; II é referente à secção descrita por Epker, 1977, modificada; e III é referente à secção descrita por Epker, 1977, com duas modificações.



Fonte: Oliveira, SS, 2019.

3.3 Teste de Resistência

O estudo foi realizado junto ao Departamento de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial e Periodontia da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto (FORP) - Universidade de São Paulo (USP). O teste de resistência foi realizado em uma máquina universal de ensaios, da marca comercial EMIC, modelo DL2000 (EMIC Equipamentos e Sistemas de Ensaio LTDA. - São José dos Pinhais, Paraná - Brasil) pertencente ao LIPEM (Laboratório Integrado de Pesquisa e Biocompatibilidade de Materiais) do Departamento de Materiais Dentários e Prótese da FORP-USP. Para tal finalidade foram utilizados dois dispositivos de aço, um suporte para estabilização da mandíbula, e outro para aplicação de carga vertical, em formato de “T” invertido, composto pela união/solda de dois fios de aço cilíndricos com diâmetro de 3 mm (Figura 13).

Figura 13: Máquina universal de ensaios, da marca comercial EMIC, modelo DL2000 e dispositivo de aço para aplicação de carga e de suporte para mandíbula de poliuretano. Mandíbula posicionada no início do teste.



Fonte: Oliveira, SS, 2019.

Os processos coronóides foram perfurados com utilização de broca helicoidal de 3,0 mm de diâmetro com auxílio de peça reta manual e guia confeccionado para tal finalidade (Figura 14). Em seguida, a mandíbula foi posicionada no suporte de maneira que o plano mandibular formasse um ângulo reto com o longo eixo do dispositivo de aplicação de carga vertical (formato de “T”) (Figura 13).

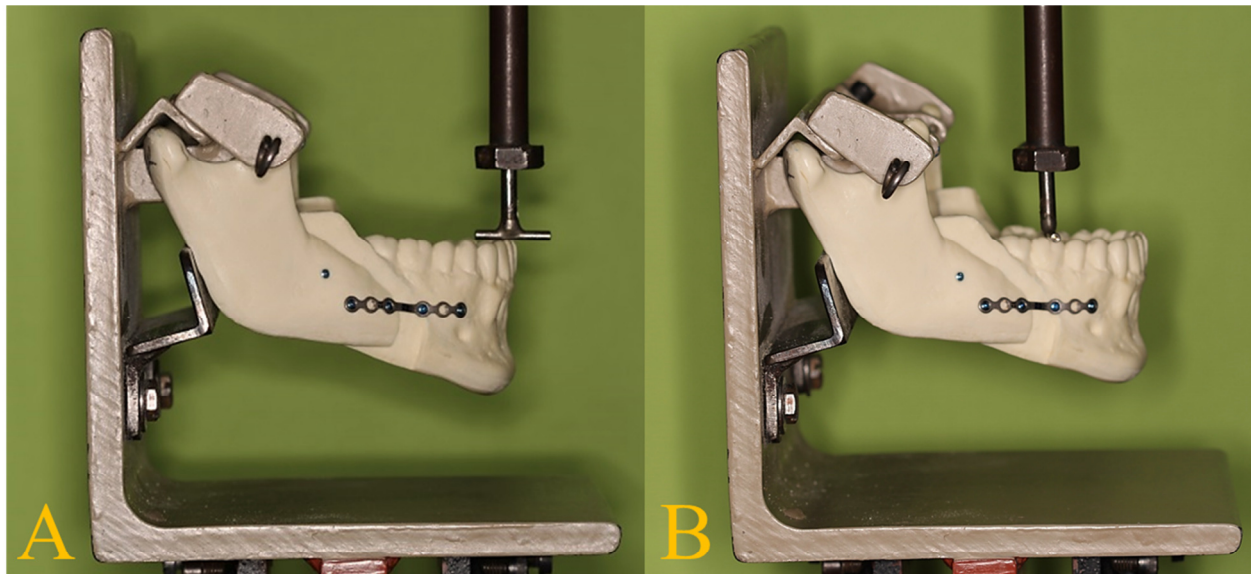
Figura 14: Guia para perfuração do processo coronóide.



Fonte: Oliveira, SS, 2019.

Para a aplicação progressiva de carga, foi utilizado um aparato customizado, em que o segmento proximal foi estabilizado nas superfícies dos côndilos e processo coronóide, porém possibilitando um movimento livre da mandíbula. As cargas foram aplicadas nas regiões entre incisivos centrais (Figura 15 A) e entre as cúspides mesial e distal do primeiro molar direito (Figura 15 B) por meio da máquina universal de ensaio com a velocidade de 5mm por minuto, com utilização de célula de carga de 100 kgf, visando aplicação progressiva de carga e conseguinte valor mensurados em quilograma-força (kgf), conforme Figura 16. A carga foi mensurada no deslocamento de 1, 3, 5 e 7 mm, da ponta de aplicação de carga, sendo registrado por meio de gráficos (Figura 17).

Figura 15: Aplicação de carga nas mandíbulas, em A aplicação de carga entre incisivos centrais e em B aplicação de carga entre cúspides vestibulares do 1º molar direito.



Fonte: Oliveira, SS, 2019.

Figura 16: Indicador digital do aparelho EMIC, com valores da força aplicada (kgf) e do deslocamento (mm).



Fonte: Oliveira, SS, 2019.

3.4 Análises estatísticas

A carga aplicada foi mensurada em diferentes deslocamentos da ponta de aplicação de carga (1mm, 3mm, 5mm e 7mm) e em duas áreas de aplicação de carga (inter-incisivos e 1° molar direito). Dois fatores foram usados: o fator 1 - tipo de secção utilizada, sendo três tipos distintos conforme os autores Wolford, Epker Modificado e Epker com 2 Modificações. O fator 2 - tipo de fixação, sendo de dois tipos diferentes: híbrida e “L-invertido”.

Inicialmente foi realizado o teste de Shapiro-Wilk e a visualização dos histogramas para verificar a normalidade dos dados.

Para comparar as médias das cargas máximas entre as variáveis estudadas, entre os tipos de secções, a fixação pré-estabelecidas e a interação (osteotomia x fixação) usou-se a Análise de Variância de duas vias (ANOVA- 2 way). Quando significativo foi usado o teste de comparação múltipla de Bonferroni. O nível de significância adotado foi de 0,05. As análises foram realizadas no SPSS v.25.

4. RESULTADOS

Tabela 3 - Comparação das médias das cargas máximas entre tipos secção, tipos de fixação e interação entre secção e fixação nos dentes incisivos.

DENTE INCISIVOS		TIPOS DE FIXAÇÃO		TOTAL	P _{Fixação}	P _{Secção}	P _{Interação}
		HÍBRIDA	L INVERTIDO				
TIPO DE SECÇÃO		média [IC95%]	média [IC95%]	média [IC95%]			
1mm	WOLFORD (AUTOR A)	0,559 [0,450; 0,667]	0,564 [0,456; 0,673]	0,561 [0,485; 0,638]	0,170	0,220	0,496
	EPKER Mod. (AUTOR B)	0,569 [0,460; 0,677]	0,501 [0,393; 0,610]	0,535 [0,458; 0,612]			
	EPKER 2Mod. (AUTOR C)	0,530 [0,422; 0,638]	0,409 [0,300; 0,517]	0,469 [0,393; 0,546]			
	TOTAL	0,552 [0,490; 0,615]	0,491 [0,429; 0,554]				
3mm	WOLFORD (AUTOR A)	1,764 [1,469; 2,060]	1,803 [1,507; 2,098]	1,784 [1,575; 1,993]	0,506	0,182	0,661
	EPKER Mod. (AUTOR B)	1,773 [1,477; 2,068]	1,549 [1,253; 1,844]	1,661 [1,452; 1,870]			
	EPKER 2Mod. (AUTOR C)	1,536 [1,240; 1,831]	1,481 [1,186; 1,777]	1,509 [1,300; 1,718]			
	TOTAL	1,691 [1,520; 1,862]	1,611 [1,440; 1,782]				
5mm	WOLFORD (AUTOR A)	3,109 [2,591; 3,626]	3,196 [2,678; 3,713]	3,152 [2,786; 3,518]	0,890	0,249	0,479
	EPKER Mod. (AUTOR B)	3,134 [2,617; 3,652]	2,826 [2,308; 3,343]	2,980 [2,614; 3,346]			
	EPKER 2Mod. (AUTOR C)	2,567 [2,050; 3,085]	2,876 [2,358; 3,393]	2,721 [2,356; 3,087]			
	TOTAL	2,937 [2,638; 3,235]	2,966 [2,667; 3,264]				
7mm	WOLFORD (AUTOR A)	4,424 [3,666; 5,183]	4,509 [3,750; 5,267]	4,466 [3,930; 5,003]	0,281	0,567	0,152
	EPKER Mod. (AUTOR B)	4,393 [3,634; 5,152]	4,139 [3,380; 4,897]	4,266 [3,729; 4,802]			
	EPKER 2Mod. (AUTOR C)	3,479 [2,720; 4,237]	4,651 [3,893; 5,410]	4,065 [3,528; 4,602]			
	TOTAL	4,099 [3,661; 4,537]	4,433 [3,995; 4,871]				

ANOVA 2-way. Teste post-hoc de Bonferroni.

Escolhemos esse teste estatístico (ANOVA 2-way) para testar 3 efeitos em relação a carga aplicada.

P_{FIXAÇÃO} é referente à média dos valores obtidos para os diferentes tipos de fixação (Híbrida e “L-invertido”), independente do tipo de secção realizado.

P_{SECÇÃO} é referente à média dos valores obtidos para os diferentes tipos de secções realizadas (Wolford, Epker Modificado e Epker com 2 modificações), independente do tipo de fixação realizados,

P_{INTERAÇÃO} é referente à média dos valores obtidos entre a combinação do tipo de secção e do tipo de fixação realizados em cada grupo. Comparando assim, se o comportamento dos tipos de secções é diferente em relação ao tipo de fixação empregado.

Cada efeito é testado e apresentado por um p-valor, que quando menor que 0,05 (5%) indica que há diferença nas médias do efeito estudado. Quando acima de 5% significa que não há força para dizer que há diferença estatística nas médias.

Analisando os resultados obtidos, na região inter-incisivos podemos dizer que não houve diferença estatística significativa entre as médias das cargas máximas; a interação e os efeitos principais apresentaram valores p maiores que 0,05. Assim, não houve diferença estatística significativa no tipo de secção e no tipo de fixação empregada.

Tabela 4 - Comparação das médias das cargas máximas entre tipos de secção, tipos de fixação e interação entre secção e fixação nos dentes molares.

DENTE MOLARES		TIPOS DE FIXAÇÃO		TOTAL	P _{Fixação}	P _{Secção}	P _{Interação}
		HÍBRIDA	L-INVERTIDO				
TIPO DE CORTE		média [IC95%]	média [IC95%]	média [IC95%]			
1mm	WOLFORD (AUTOR A)	1,21 [0,92; 1,499]	1,28 [1,00; 1,57]	1,25a [1,04; 1,45]	0,294	0,007	0,066
	EPKER Mod. (AUTOR B)	1,09 [0,80; 1,38]	1,17 [0,88; 1,46]	1,13a [0,93; 1,33]			
	EPKER 2Mod. (AUTOR C)	1,85 [1,56; 2,14]	1,33 [1,04; 1,62]	1,59b [1,39; 1,79]			
	TOTAL	1,38 [1,22; 1,55]	1,26 [1,09; 1,43]				
3mm	WOLFORD (AUTOR A)	4,40 [3,43; 5,371]	4,78 [3,81; 5,75]	4,59 [3,90; 5,28]	0,706	0,289	0,776
	EPKER Mod. (AUTOR B)	3,99 [3,01; 4,96]	4,30 [3,33; 5,27]	4,14 [3,45; 4,83]			
	EPKER 2Mod. (AUTOR C)	5,03 [4,06; 6,00]	4,78 [3,81; 5,75]	4,91 [4,22; 5,59]			
	TOTAL	4,47 [3,91; 5,03]	4,62 [4,06; 5,18]				
5mm	WOLFORD (AUTOR A)	8,50 [6,61; 10,376]	9,18 [7,30; 11,06]	8,84 [7,51; 10,17]	0,466	0,085	0,993
	EPKER Mod. (AUTOR B)	7,20 [5,32; 9,09]	7,68 [5,80; 9,56]	7,44 [6,11; 8,77]			
	EPKER 2Mod. (AUTOR C)	9,28 [7,39; 11,16]	9,79 [7,91; 11,67]	9,53 [8,20; 10,86]			
	TOTAL	8,33 [7,24; 9,41]	8,88 [7,80; 9,97]				
7mm	WOLFORD (AUTOR A)	12,42 [9,77; 15,063]	13,09 [10,45; 15,74]	12,76a [10,88; 14,63]	0,387	0,003	0,984
	EPKER Mod. (AUTOR B)	10,00 [7,36; 12,65]	11,14 [8,49; 13,78]	10,57b [8,70; 12,44]			
	EPKER 2Mod. (AUTOR C)	14,93 [12,29; 17,58]	15,92 [13,28; 18,57]	15,43a [13,56; 17,30]			
	TOTAL	12,45 [10,92; 13,98]	13,38 [11,86; 14,91]				

ANOVA 2-way. Teste post-hoc de Bonferroni.

P_{FIXAÇÃO} é referente à média dos valores obtidos para os diferentes tipos de fixação (Híbrida e “L-invertido”), independente do tipo de secção realizado.

P_{SECÇÃO} é referente à média dos valores obtidos para os diferentes tipos de secções realizadas (Wolford, Epker Modificado e Epker com 2 modificações), independente do tipo de fixação realizados,

P_{INTERAÇÃO} é referente à média dos valores obtidos entre a combinação do tipo de secção e do tipo de fixação realizados em cada grupo. Comparando assim, se o comportamento dos tipos de secções é diferente em relação ao tipo de fixação empregado.

Letras distintas representam valores de médias estatisticamente diferentes, nos tipos de secção realizado, representados pelas letras “a” e “b”.

Em negrito, os valores das médias obtidas são referentes ao tipo de secção realizadas, independente do tipo de fixação. Exemplificando, em 1mm, o valor de 1,25 obtido na secção de Wolford e o valor de 1,13 obtido na secção de Epker modificado não diferem estatisticamente, diferente do valor de 1,59 obtido na secção de Epker com 2 modificações, que difere estatisticamente dos anteriores.

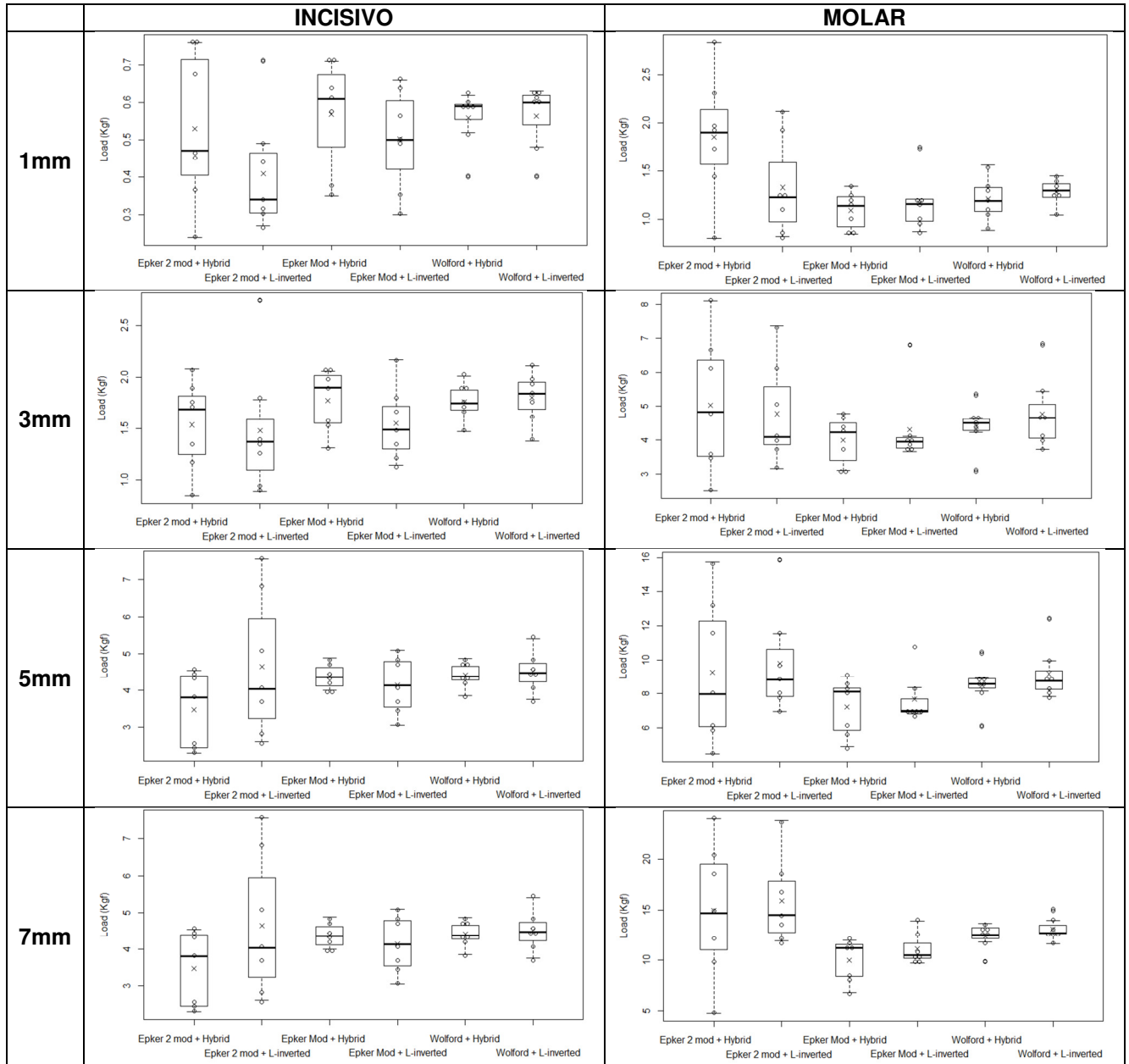
Assim, observamos que na região de molar, no deslocamento de 1 mm houve diferença de média das

cargas máximas no fator principal secção ($p=0,007$), independente do tipo de fixação. A média das cargas de Epker com 2 modificações foi maior quando comparadas com as médias das cargas dos demais autores.

No deslocamento de 7 mm o efeito de secção também foi encontrado ($p=0,003$), independente do tipo de fixação. A média das cargas máximas do autor Epker Modificado foi menor quando comparado com os outros autores.

Durante a realização dos testes não houve fratura dos substratos analisados, nem do material de fixação empregado.

Figura 18: Representação gráfica da distribuição das cargas aplicadas em região de incisivos e de 1º molar direito em cada tipo de secção e de fixação realizada.



Representação gráfica dos valores de carga obtidos em cada grupo do estudo.

Cada “o” presente no gráfico representa o valor de carga obtido nos diferentes grupos de secção e fixação realizados no estudo, separados pela região de aplicação de carga e quantidade de deslocamento.

A separação em cada caixa, representado pelo “—” é a mediana e o “X” representa a média dos valores obtidos em cada grupo.

Quanto maior o tamanho da caixa maior a variabilidade dos valores de carga em cada grupo e quanto menor a caixa, menor a variabilidade dos valores de carga obtidos.

5. DISCUSSÃO

Diversos tipos de osteotomia de separação sagital são relatados na literatura e desde a sua introdução na cirurgia ortognática, diversas alterações na osteotomia têm sido descritas com o intuito de minimizar as complicações oriundas da técnica cirúrgica e aumentar assim a taxa de sucesso.

Wolford e Davis Jr. (1990) descreveram a introdução da osteotomia da base mandibular, antes da realização da separação sagital e observaram após realização em aproximadamente 150 pacientes, nenhuma incidência de bad spit e maior previsibilidade de separação dos fragmentos, reduzindo assim as taxas de complicações trans e pós-operatórias.

Além da maior previsibilidade na separação da osteotomia sagital e menores taxas de complicações com a realização da osteotomia da base, Agbaje et al. (2016) avaliaram o impacto da modificação da osteotomia sagital sobre a incidência de defeitos ósseos na borda inferior da mandíbula e concluíram que a alteração na osteotomia da base é responsável pela menor incidência de defeitos ósseos nessa região.

Houppermans et al. (2016) avaliaram a influência da osteotomia da borda inferior da mandíbula no padrão de fratura lingual durante a separação da osteotomia sagital e verificaram que não houve relação significativa entre o corte da borda inferior e uma linha de fratura lingual específica, e que além disso, os cortes ósseos não eram realizados exatamente como planejado. Assim, sugerem que o corte da borda inferior da mandíbula que se estende para a cortical lingual não promove obrigatoriamente uma maior previsibilidade de separação sagital como descrito anteriormente por outros autores.

Möhlhenrich et al. (2019) realizaram um estudo onde compararam o padrão de fratura e tempo cirúrgico da osteotomia sagital descrita por Hunsuck e Epker com e sem modificação da osteotomia da base mandibular. Observaram que a modificação da osteotomia da base resultou na maior incidência de fraturas indesejadas e aumentou o tempo cirúrgico, entretanto afirma que mais estudos que comprovem isso devem ser realizados.

Diversos são os substratos disponíveis para a realização de testes mecânicos para avaliação da resistência de métodos de fixação e dentre eles podemos citar osso cadavérico, costelas bovinas e suínas. Entretanto, diversas são as vantagens e desvantagens de cada substrato, e um estudo realizado por Bredbenner e Haug (2000) demonstraram um substituto para osso humano cadavérico nas pesquisas com fixação rígida.

Dentre as desvantagens do osso cadavérico podemos citar a dificuldade para sua aquisição, com alto custo, além da questão ética envolvida na pesquisa e riscos de transmissão

de doenças infecciosas durante o seu manuseio. As características biomecânicas do osso cadavérico também devem ser consideradas, uma vez que existem variações anatômicas, bem como alterações influenciadas pela idade, questão hormonal e nutricional que podem interferir na geometria e propriedades dos materiais utilizados, dificultando a padronização dos espécimes para realização dos testes (BREDBENNER; HAUG, 2000. SAKA, 2000. KUIK et al., 2019).

Bredbenner e Haug (2000) realizaram um trabalho com o intuito de comparar o torque necessário para a inserção e a força necessária para a remoção de parafusos inseridos, de 1,0mm e 2,4mm de diâmetro, utilizados em substitutos ósseos de mandíbulas cadavéricas humanas. Os materiais utilizados foram separados em 3 grupos: envolvendo tecido animal (costela bovina e suína), material sintético de poliuretano (Synbone, Synbone AG, Sawbones e outros materiais que podem ser comparados com tecido humano) e mandíbulas cadavéricas humanas congeladas. Quando avaliaram a performance biomecânica dos sistemas, verificaram que os materiais sintéticos podem ser utilizados como substitutos de osso cadavérico, justificando assim a utilização de mandíbulas prototipadas em nosso estudo.

A preocupação quanto ao melhor método de fixação para a osteotomia sagital persiste por alguns anos. Murphy, Haug e Barber (1997) realizaram um estudo utilizando costelas bovinas para avaliar qual método de fixação suportava melhor a aplicação de cargas. Em seu estudo compararam a fixação do tipo “L-invertido”, fixação com placa e parafusos monocorticais e fixação híbrida. Observaram que a fixação utilizando placa e parafusos monocorticais foi a que apresentou menor resistência ao deslocamento e que não houve diferença estatisticamente significativa entre as fixações híbrida e tipo “L-invertido” quando a carga era aplicada, colaborando assim para a seleção dos tipos de fixação utilizados em nosso estudo.

Para a avaliação da estabilidade do tipo de fixação da osteotomia sagital, os estudos primários utilizavam mandíbulas cadavéricas, como o trabalho realizado por Kim, Essaki e Kameyama (1995), onde compararam a estabilidade de 3 formas de fixação utilizando parafusos bicorticais, na disposição triangular, linear oblíquo e linear. A osteotomia foi realizada em hemi-mandíbulas utilizando a técnica de Obwegeser-Dal Point, e simularam avanço mandibular de 5mm, que foram fixadas com os tipos de fixação descrito, e verificaram que a estabilidade da fixação é maior na disposição dos parafusos na forma triangular.

Kohn et al. (1995) realizaram um estudo com o intuito de comparar e determinar os parâmetros que afetam a estabilidade da fixação da osteotomia sagital. No estudo foram comparados os materiais dos parafusos (titânio x parafusos reabsorvíveis), a configuração de

instalação dos parafusos (linear x "L-invertido"), diâmetro dos parafusos (2,0 x 2,7mm) e substrato onde os parafusos foram inseridos (mandíbula humana x costela bovina x mandíbula sintética). Os resultados demonstraram que há uma diferença estatisticamente significativa na força de tensão e cisalhamento no total de 3mm de deflexão, dependente do material do parafuso (maior no parafuso de titânio do que no parafuso reabsorvível), diâmetro dos parafusos e substrato onde estão inseridos (mandíbula é maior que costela bovina e mandíbulas sintéticas).

A variabilidade no tipo de substrato utilizado ao se avaliar a estabilidade do tipo de fixação da osteotomia sagital também existe. Ozden et al. (2006) realizaram um estudo utilizando costelas de ovelhas para comparar o melhor método de fixação para a osteotomia sagital. Assim, avaliaram 10 tipos de fixação, com utilização de placa e parafusos monocorticais instalados em diferentes disposições, e fixação do tipo "L-invertido". Os resultados obtidos foram para maior estabilidade na fixação do tipo "L-invertido".

Gursoytraket al. (2018) realizaram um estudo utilizando hemi-mandíbulas de ovelhas para avaliar a estabilidade da fixação híbrida na osteotomia sagital e avanço mandibular de 5mm. No estudo 8 métodos de fixação foram avaliados e concluíram que todos os métodos de fixação foram estáveis, com maior resistência quando um parafuso bicortical é adicionado a região retromolar.

Trento et al. (2018) realizaram um estudo utilizando hemi-mandíbulas de ovelha para avaliar a estabilidade da fixação com placa reta e com placa em "L" e parafusos monocorticais, no avanço mandibular de 5mm. Os resultados demonstraram que não há diferença estatisticamente significativa entre os grupos analisados.

Sonego et al. (2018) realizaram um estudo com o intuito de avaliar a resistência mecânica da fixação interna no avanço mandibular de 5mm, com utilização de placa de 1,5mm no formato de "duplo L-Invertido" e parafusos monocorticais, comparando a fixação realizada com parafusos bicorticais na disposição "L-invertido" e fixação com 1 placa reta de 2,0 mm e parafusos monocorticais em hemi-mandíbulas sintéticas. O estudo demonstrou que a modificação na técnica de fixação resultou em estabilidade adequada da fixação e que a fixação do tipo "L-invertido" foi a que apresentou maior resistência do material de fixação, assim como observado em outros estudos.

Poucos estudos foram descritos na literatura com utilização de mandíbulas sintéticas inteiras (PETERSON et al., 2005. VAN SICKELS et al., 2005. AYMACH et al., 2011. SENER et al., 2012. ULU et al., 2018, DE CARVALHO et al., 2020) para avaliação do comportamento mecânico no avanço mandibular e isso pode ser justificado pela necessidade

de maior quantidade de material de fixação, maior tempo para instalação do material de fixação e conseqüentemente maior tempo para realização do trabalho. Além disso, maior custo devido a confecção da mandíbula inteira e uso do dobro de material de fixação.

Na literatura somente dois estudos foram descritos com maiores avanços mandibulares, (DE OLIVEIRA et al., 2016. KLEIN et al., 2017) onde foram realizados avanço de 10mm e giro no sentido anti-horário do plano oclusal, em hemi-mandíbulas. Os estudos realizados descreveram maior estabilidade da fixação realizada com duas placas retas paralelas ou com placa em grade quando comparados à fixação híbrida. Nosso estudo é o segundo da literatura (DE CARVALHO et al., 2020) no qual é realizado avanço maior que 10mm e rotação do plano oclusal no sentido horário em mandíbulas inteiras, justificando a necessidade de verificar o comportamento mecânico do material de fixação em maiores avanços, além de analisar qual o tipo de fixação mais estável nos diferentes tipos de osteotomia sagital realizadas.

No estudo realizado por Klein et al. (2017) foi executado avanço de 10mm sem giro do plano oclusal, e avanço de 10mm com rotação anti-horária de 20° do plano oclusal em hemi-mandíbulas, diferenciando do nosso estudo onde o avanço foi maior, com rotação horária do plano oclusal em mandíbulas inteiras fixadas bilateralmente. Em seu estudo o grupo onde foi realizado avanço sem rotação do plano oclusal apresentou melhores resultados na resistência de todas as fixações empregadas quanto comparado ao grupo que realizou rotação. O grupo onde foi realizado avanço com rotação anti-horária do plano oclusal apresentou maior resistência na fixação onde foram utilizadas duas placas retas.

Assim como no estudo de Peterson, Haug e Van Sickels (2005), foram utilizados parafusos monocorticais de 6mm e bicorticais de 16mm em nosso estudo, em mandíbula de poliuretano inteira, também com aplicação de carga em região de incisivos e de 1° molar, entretanto, o avanço mandibular no estudo deles foi de 7mm, diferindo do nosso estudo. Eles observaram que a fixação do tipo “L-invertido” com parafusos bicorticais foi a que apresentou maior resistência ao carregamento em região de incisivos e molares quando comparada as outras fixações, diferindo do nosso estudo que não apresentou diferença de resistência estatisticamente significativa entre o tipo de fixação empregado.

Diversos estudos descritos na literatura (FOLEY et al., 1989. ANUCUL; WAITE; LEMONS, 1992. CHUONG et al., 2005. BRASILEIRO et al., 2009. PEREIRA-FILHO et al., 2013) tiveram como intuito comparar a estabilidade da fixação realizada com parafusos bicorticais na disposição do tipo “L-invertido” e fixação utilizando placa de 4 furos com

parafusos monocorticais e demonstraram que a fixação utilizando parafusos bicorticais posicionais apresenta maior estabilidade na fixação.

A osteotomia descrita por Wolford, Bennett e Rafferty (1987) foi selecionada para realização do estudo tendo em vista que na literatura até o presente momento não existiam relatos de testes que avaliem a estabilidade de fixação desse tipo de osteotomia de separação sagital.

Pozzer et al. (2014) concluíram que o design da osteotomia influencia na estabilidade mecânica da fixação, onde a osteotomia sem ângulos foi a que apresentou melhor comportamento mecânico com capacidade de suportar as cargas verticais. Eles acreditam que os ângulos produzem um estresse maior, pois o ângulo presente no segmento proximal em contato com o segmento distal pode produzir estresse causando a redução da resistência do sistema e estimulando a força torsional, reforçando a hipótese do contato com os ângulos da osteotomia. Entretanto, isso não foi observado no presente estudo quando a carga foi aplicada em região inter-incisivos, visto que as osteotomias se comportaram de maneira semelhante sem tendência a um tipo de osteotomia resistir melhor às forças em detrimento as outras, assim como observado no estudo de Vieira Santos et al. (2017). Entretanto, quando a carga foi aplicada em região de molar a osteotomia que apresentava ausência de degrau, tipo Epker com duas modificações, foi a que demonstrou maior resistência ao deslocamento de 1mm, sendo semelhante ao estudo de Pozzer et al. (2014).

A seleção do tamanho dos parafusos monocorticais foi baseada no estudo mecânico realizado por Saka (2000), que demonstrou que não é necessário parafusos com mais de 7mm de comprimento ou mais de 2mm de diâmetro para osteossíntese de mandíbula.

A fixação do tipo “L-invertido” foi descrita para estabilização da osteotomia sagital, com utilização de parafusos de 8 a 12 mm de comprimento para a região da borda inferior da mandíbula e aspecto superior do ramo ascendente, e de 14 a 20mm de comprimento para a região retromolar, comprimento esse que deve ser o suficiente para penetrar a cortical óssea lingual sem traumatizar a mucosa causando irritação local e na língua do paciente (WOLFORD; BENNETT; RAFFERTY, 1987), justificando a seleção do tamanho dos parafusos utilizados no presente estudo.

Sato et al. (2012) realizaram a avaliação da técnica híbrida para fixação da osteotomia sagital em avanços mandibulares, pela análise mecânica, fotoelástica e análise de elementos finitos. Os resultados do estudo demonstraram que a técnica de fixação com 3 parafusos bicorticais apresentaram melhor resistência mecânica e melhor distribuição no padrão de estresse quando comparado a técnica híbrida, e esta por sua vez, apresentou melhores

resultados que a fixação utilizando uma placa e parafusos monocorticais. O presente estudo também demonstrou que a fixação do tipo “L-invertido” foi capaz de suportar maiores cargas em 5 e 7 mm de deslocamento ao realizar a aplicação de carga em região inter-incisivos e de suportar maiores cargas em 3, 5 e 7mm de deslocamento para aplicação de força em molar, entretanto os resultados não foram estatisticamente significativos.

As vantagens do uso da técnica com parafusos bicorticais incluem uma melhor resistência mecânica promovida pela maior área de superfície de contato entre os segmentos ósseos, em comparação a fixação com miniplaca e parafusos monocorticais. Entretanto, algumas desvantagens estão presentes, como a necessidade do contato ósseo entre os segmentos, que pode ser realizado apenas em pequenos avanços, além disso, o risco de lesão ao Nervo alveolar inferior pela compressão ou durante a perfuração e risco de torque condilar em casos de avanços mandibulares severos e assimetrias. A adição do parafuso bicortical a fixação com miniplaca e parafusos monocorticais promoveu aumento da resistência mecânica com significância estatística, embora não maior que a fixação com 3 parafusos bicorticais (SATO et al., 2012).

A resistência e a estabilidade mecânica da fixação com 3 parafusos bicorticais pode ser explicada pela análise fotoelástica e de elementos finitos, demonstrando uniformidade da distribuição do estresse, sem concentração em áreas específicas de fragilidade como observado em outras fixações (SATO et al., 2012).

A adição do parafuso bicortical proporcionou a redução do estresse ao longo da miniplaca e uma importante concentração de estresse foi criada ao redor dos parafusos bicorticais, uma vez que os parafusos estão localizados em uma área onde o osso é mais espesso e mais cortical, promovendo assim maior resistência ao sistema de fixação. (SATO et al., 2012).

Diversos estudos (EPKER, 1977; KLEIN et al.,2017; AGBAJE, et al., 2016) demonstraram que a adição de um parafuso bicortical a região retromolar, denominada por técnica híbrida, foi responsável por aumentar a estabilidade da fixação quando comparada somente a fixação utilizando placa reta e parafusos monocorticais, justificando assim a seleção do método de fixação híbrida para realização das análises do presente estudo.

É de grande importância a realização de mais estudos que avaliem a estabilidade dos métodos de fixação em diferentes tipos de secção mandibular simbolizando a osteotomia de separação sagital, tendo em vista a ampla variedade de tipos de osteotomias e métodos de fixação que podem ser empregados na abordagem cirúrgica.

6. CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia empregada no estudo pode-se concluir que:

1. Na aplicação de carga em região inter-incisivos não houve diferença estatística significativa entre o tipo de osteotomia e o tipo de fixação empregada.
2. Na aplicação de carga em molares houve diferença para o tipo de osteotomia, onde a osteotomia de Epker com 2 modificações apresentou resistência maior, independentemente do tipo de fixação empregada.

REFERÊNCIAS

1. AGBAJE, JO, GEMELS, B, SALEM, AS, ANUMENDEM, D, VRIELINCK, L, & POLITIS, C. Modified Mandibular Inferior Border Sagittal Split Osteotomy Reduces Postoperative Risk for Developing Inferior Border Defects. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**. 2016.
2. ANUCUL B, WAITE PD, LEMONS JE. In vitro strength analysis of sagittal split osteotomy fixation: noncompression monocortical plates versus bicortical position screws. **J Oral Maxillofac Surg**. 1992 Dec; 50(12):1295-9.
3. AYMACH Z, NEI H, KAWAMURA H, BELL W. Biomechanical evaluation of a T-shaped miniplate fixation of a modified sagittal split ramus osteotomy with buccal step, a new technique for mandibular orthognathic surgery. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**. 2011; 111:58–63.
4. BÖCKMANN R, SCHON P, NEUKING K, MEYNS J, KESSLER P, EGGELER G. In vitro comparison of the sagittal split osteotomy with and without inferior border osteotomy. **J Oral Maxillofac Surg**. 2015; 73:316.
5. BÖCKMANN R, MEYNS J, DIK E, KESSLER P. The modifications of the sagittal ramus split osteotomy: a literature review. **Plast Reconstr Surg Glob Open**. 2015; 2:e271.
6. BRASILEIRO BF, GREMPEL RG, AMBROSANO GMB, PASSERI LA. In Vitro Evaluation of Rigid Internal Fixation Techniques for Sagittal Split Ramus Osteotomies: Advancement Surgery. **J Oral Maxillofac Surg** 2009; 67:809-17.
7. BREDBENNER TL, HAUG RH. Substitutes for human cadaveric bone in maxillofacial rigid fixation research. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**. 2000 Nov; 90(5):574-80.
8. CHAPLIN C. Vida e Pensamentos. **Editora Martin Claret**. 1997; 118.
9. CHUONG CJ, BOROTIKAR B, SCHWARTZ-DABNEY C, SINN DP. Mechanical characteristics of the mandible after bilateral sagittal split ramus osteotomy: comparing 2 different fixation techniques. **J Oral Maxillofac Surg**. 2005; 63:68-76.
10. DAL PONT G: Retromolar osteotomy for the correction of prognathism. **J Oral Surg** 19:42, 1961.
11. DE CARVALHO PHM, OLIVEIRA, SS, FAVARO M, SVERZUT CE, TRIVELLATTO AE. Which type of method shows the best mechanical behavior for

- internal fixation of bilateral sagittal split osteotomy in major advancements with clockwise rotation? Comparison of four methods. **Oral Maxillofac Surg** (2020).
12. DE OLIVEIRA LB, REIS JMN, SPIN-NETO R, GABRIELLI MAC, OGUZ Y, PEREIRA-FILHO VA. Mechanical evaluation of six techniques for stable fixation of the sagittal split osteotomy after counterclockwise mandibular advancement. **British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery** 2016; 54: 573–78.
 13. DREISEIDLER T, BERGMANN J, ZIRK M, ROTHAMEL D, ZÖLLER JE, KREPPEL M. Three-dimensional fracture pattern analysis of the Obwegeser and Dal Pont bilateral sagittal split osteotomy. **Int J Oral Maxillofac Surg**. 2016.
 14. EPKER BN. Modifications in the sagittal osteotomy of the mandible. **J Oral Surg**. 1977 Feb; 35(2):157-9.
 15. FOLEY WL, FROST DE, PAULIN WB JR, TUCKER MR. Internal screw fixation: comparison of placement pattern and rigidity. **J Oral Maxillofac Surg**. 1989 Jul;47(7):720-3.
 16. GURSOYTRAK B, UNSAL N, DEMETOGLU U, SIMSEK HO, SAGLAM H, DOLANMAZ D. Biomechanical evaluation of hybrid fixation method of sagittal split ramus osteotomy in mandibular advancement. **Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery**. 2018.
 17. HOUPPERMANS PNWJ, VERWEIJ JP, MENSINK G, GOORIS PJJ, VAN MERKESTEYN JPR. Influence of inferior border cut on lingual fracture pattern during bilateral sagittal split osteotomy with splitter and separators: A prospective observational study. **J Craniomaxillofac Surg**. 2016.
 18. HUNSUCK EE. A modified intraoral sagittal splitting technique for correction of mandibular prognathism. **J Oral Surg** 26:250, 1968
 19. KIM HC, ESSAKI S, KAMEYAMA T. Comparison of screw placement patterns on the rigidity of the sagittal split ramus osteotomy: technical note. **J Craniomaxillofac Surg**. 1995.
 20. KLEIN GB, MENDES GC, RIBEIRO JUNIOR PD, VISWANATH A, PAPAGEORGE M. Biomechanical evaluation of different osteosynthesis methods after mandibular sagittal split osteotomy in major advancements. **Int J Oral Maxillofac Surg**. 2017; 46:1387–93.

21. KOHN DH, RICHMOND EM, DOOTZ ER, FEINBERG SE, PIETRZAK WS. In vitro comparison of parameters affecting the fixation strength of sagittal split osteotomies. **J Oral Maxillofac Surg.** 1995.
22. KUIK K, DE RUITER MHT, DE LANGE J, HOEKEMA A. Fixation methods in sagittal split ramus osteotomy: a systematic review on in vitro biomechanical assessments. **Int J Oral Maxillofac Surg.** 2019 Jan;48(1):56-70.
23. MÖHLHENRICH SC, KNIHA K, PETERS F, AYOUB N, GOLOBORODKO E, HÖLZLE F, FRITZ U, MODABBER A. Fracture patterns after bilateral sagittal split osteotomy of the mandibular ramus according to the Obwegeser/Dal Pont and Hunsuck/Epker modifications. **J Craniomaxillofac Surg.** 2017 May;45(5):762-767.
24. MÖHLHENRICH SC, AYOUB N, PETERS F, WINTERHALDER P, PRESCHER A, HÖLZLE F, WOLF M, MODABBER A. Evaluation of the lingual fracture patterns after bilateral sagittal split osteotomy according to Hunsuck/Epker modified by an additional inferior border osteotomy using a burr or ultrasonic device. **Int J Oral Maxillofac Surg.** 2019.
25. MURPHY MT, HAUG RH, BARBER JE. An in vitro comparison of the mechanical characteristics of three sagittal ramus osteotomy fixation techniques. **J Oral Maxillofac Surg.** 1997 May.
26. NISHIOKA GJ, ARAGON SB. Modified sagittal split technique for patients with a high lingula. **J Oral Maxillofac Surg.** 1989 Apr;47(4):426-7.
27. OBWEGESER H. The indications for surgical correction of mandibular deformity by the sagittal splitting technique. **Br J Oral Surg.** 1964 Apr;1:157-71.
28. OGUZ Y, UCKAN S, OZDEN AU, UCKAN E, ESER A. Stability of locking and conventional 2.0-mm miniplate/screw systems after sagittal split ramus osteotomy: finite element analysis. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.** 2009;108:174-7.
29. OGUZ Y, WATANABE ER, REIS JM, SPIN-NETO R, GABRIELLI MA, PEREIRA-FILHO VA. In vitro biomechanical comparison of six different fixation methods following 5-mm sagittal split advancement osteotomies. **Int J Oral Maxillofac Surg.** 2015 Aug; 44(8)984-8.
30. OZDEN B, ALKAN A, ARICI S, ERDEM E. In vitro comparison of biomechanical characteristics of sagittal split osteotomy fixation techniques. **Int J Oral Maxillofac Surg.** 2006.
31. PEREIRA FILHO VA, IAMASHITA HY, MONNAZZI MS, GABRIELLI MF, VAZ LG, PASSERI LA. In vitro biomechanical evaluation of sagittal split osteotomy

- fixation with aspecifically designed miniplate. **Int J Oral Maxillofac Surg.** 2013 Mar;42(3):316-20.
32. PETERSON GP, HAUG RH, VAN SICKELS J. A biomechanical evaluation of bilateral sagittal ramus osteotomy fixation techniques. **J Oral Maxillofac Surg.** 2005.
 33. POZZER L, OLATE S, CAVALIERI-PEREIRA L, DE MORAES M, ALBERGARÍA-BARBOSA JR. Influence of the design in sagittal split ramus osteotomy on the mechanical behavior. **Int J Clin Exp Med.** 2014;7:1284-8.
 34. RIBEIRO-JUNIOR PD, MAGRO-FILHO O, SHASTRI KA, PAPAGEORGE MB. In vitro biomechanical evaluation of the use of conventional and locking miniplate/screw systems for sagittal split ramus osteotomy. **J Oral Maxillofac Surg.** 2010; 68:724–30.
 35. RIBEIRO -JUNIOR PD, MAGRO-FILHO O, SHASTRI KA, PAPAGEORGE MB. Which kind of miniplate to use in mandibular sagittal split osteotomy: An in vitro study. **Int J Oral Maxillofac Surg.** 2012; 41:1369–73.
 36. SAKA B. Mechanical and biomechanical measurements of five currently available osteosynthesis systems of self-tapping screws. **British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.** 2000; 111:58-63.
 37. SATO FR, ASPRINO L, CONSANI S, DE MORAES M. Comparative biomechanical and photoelastic evaluation of different fixation techniques of sagittal split ramus osteotomy in mandibular advancement. **J Oral Maxillofac Surg.** 2010; 68:160–6.
 38. SATO FR, ASPRINO L, CONSANI S, NORITOMI PY, DE MOREAS M. A comparative evaluation of the hybrid technique for fixation of the sagittal split ramus osteotomy in mandibular advancement by mechanical, photoelastic, and finite element analysis. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.** 2012.
 39. SENER I, ARICI S, BERKET C, TEK M. In vitro biomechanical evaluation of modified plating techniques for bilateral sagittal split ramus osteotomy with buccal step, a new technique for mandibular orthognathic surgery. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.** 2011;111:58-63.
 40. SIGUA-RODRIGUEZ EA, DE MEDEIROS RC, GOULART DR, BOMFIM-AZEVEDO VL, OLATE S, DE ALBERGARIA-BARBOSA JR, Comparative evaluation of different fixation techniques of the sagittal split ramus osteotomy in 10 mm advancements: mechanical testing and screw insertion torque. **Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery.** 2018.
 41. SIGUA-RODRIGUEZ EA, CALDAS RA, GOULART DR, HEMERSON DE MORAES P, OLATE S, RICARDO BARÃO VA, RICARDO DE ALBERGARIA-BARBOSA J. Comparative evaluation of different fixation techniques for sagittal split

- ramus osteotomy in 10 mm advancements. Part two: finite element analysis. **Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery**. 2019.
42. SONEGO CL, SCHEFFER MAR, CHAGAS JÚNIOR OL, VETROMILLA BM, FERNANDES LP, OZKOMUR A, SILVA JÚNIOR AN, MIGUENS JÚNIOR SAQ, HERNANDEZ PAG. In vitro study of a modified sagittal split osteotomy fixation technique of the mandible: a mechanical test. **Int J Oral Maxillofac Surg**. 2018.
 43. TRAUNER R, OBWEGESER H. The surgical correction of mandibular prognathism and retrognathia with consideration of genioplasty. I. Surgical procedures to correct mandibular prognathism and reshaping of the chin. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**. 1957 Jul;10(7):677-89.
 44. TRENTO GDS, PIRES FA, SANTOS FAD, COSTA DJD, REBELLATO NLB, KLÜPPEL LE. Comparison of the Stability of Mandibular Sagittal Osteotomy Fixation between Two Types of Titanium Miniplates: A Biomechanical Study in Sheep Mandibles. **Cranio-maxillofac Trauma Reconstr**. 2018.
 45. UEKI K, MOROI A, YOSHIZAWA K, HOTTA A, TSUTSUI T, FUKAYA K, HIRAIDE R, TAKAYAMA A, TSUNODA T, SAITO Y. Comparison of skeletal stability after sagittal split ramus osteotomy among mono-cortical plate fixation, bi-cortical plate fixation, and hybrid fixation using absorbable plates and screws. **J Cranio-maxillofac Surg**. 2017 Feb;45(2):178-182.
 46. ULU M, SOYLU E, KELEBEK S, DIKICI S, OFLAZ H. Comparative study of biomechanical stability of resorbable and titanium fixation systems after sagittal split ramus osteotomy with a novel designed in vitro testing unit. **J Cranio-maxillofac Surg**. 2018; 46:299–304.
 47. VAN SICKELS JE, PETERSON GP, HOLMS S, HAUG RH. An in vitro comparison of an adjustable bone fixation system. **J Oral Maxillofac Surg**. 2005;63:1620–5.
 48. VERWEIJ JP, MENSINK G, HOUPPERMANS PN, VAN MERKESTEYN JP. Angled Osteotomy Design Aimed to Influence the Lingual Fracture Line in Bilateral sagittal Split Osteotomy: A Human Cadaveric Study. **J Oral Maxillofac Surg**. 2015 Oct;73(10):1983-93.
 49. VIEIRA SANTOS ZTB, GOULART DR, SIGUA-RODRIGUEZ EA, POZZER L, OLATE S, ALBERGARIA-BARBOSA JR. Mechanical evaluation of the use of conventional and locking miniplate/screw systems used in sagittal split ramus osteotomy. **J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg**. 2017 Apr; 43(2):77-82.

50. VERWEIJ JP, VAN MERKESTEYN JP. Influence of Osteotomy Design on Bilateral Sagittal Split Osteotomy. **J Oral Maxillofac Surg.** 2015 Sep;73(9):1666.
51. WOLFORD LM, BENNETT MA, RAFFERTY CG. Modification of the mandibular ramus sagittal split osteotomy. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.** 1987 Aug; 64(2):146-55.
52. WOLFORD LM, DAVIS WM JR. The mandibular inferior border split: a modification in the sagittal split osteotomy. **J Oral Maxillofac Surg.** 1990.
53. WOLFORD LM. Influence of Osteotomy Design on Bilateral Mandibular Ramus Sagittal Split Osteotomy. **J Oral Maxillofac Surg.** 2015 Oct; 73(10):1994-2004.