

## Comparação da fragilidade gerada por 3 diferentes osteotomias sagitais de mandíbula, estudo in vitro

*Comparison of fragility generated by 3 different sagittal mandible osteotomies, in vitro study*  
*Comparación de la fragilidad generada por 3 osteotomías mandibulares sagitales diferentes, estudio in vitro*

### RESUMO

A osteotomia sagital bilateral de mandíbula (OSBM) foi publicada por Trauner e Obwegeser em 1957, desde então sofreu várias modificações a fim de diminuir as complicações e tornar o procedimento mais simples e previsível. Sendo assim objetivo do presente trabalho foi avaliar e comparar a fragilidade causada na mandíbula por 3 tipos de OSBM. Para isso, foram realizadas as osteotomias propostas por Trauner e Obwegeser modificada por Hunsuck e Epker (I), a de Sant'Ana (II) e de Wolford (III), em 24 hemimandíbulas de poliuretano e foi realizado o ensaio mecânico para gerar a fratura sagital. Os dados foram coletados e tabulados, e obteve como resultado que, a maior quantidade de força máxima aplicada foi observada no grupo III, e a menor quantidade no grupo II; com relação à deflexão, apresentou significância estatística entre o grupo II e grupo III; com relação à rigidez, a maior média, foi encontrada no grupo I. Sendo assim, foi possível concluir que dentro deste modelo de estudo a osteotomia II foi capaz de gerar maior fragilidade à hemimandíbula de poliuretano com menor quantidade de força. As OBMD dos grupos I e a III também apresentaram ótimos resultados, entretanto necessitaram mais força para alcançar a fratura.

**Palavras-chave:** Osteotomia Sagital do Ramo Mandibular, Cirurgia ortognática, Fraturas ósseas

#### Victor Tatsuyuri Sakima

ORCID: 0009-0001-6007-5720  
Mestre em Ciências Odontológicas Aplicadas  
Universidade de São Paulo- Brasil  
E-mail: vtsakima@gmail.com

#### Victoria Gabriela Louzada

ORCID: 0000-0001-7263-1301  
Especialização em Implantodontia  
Universidade de Ribeirão Preto- Brasil  
Email: victoria\_gabriela\_louzada@hotmail.com

#### Leticia Liana Chihara

ORCID:0000-0002-7804-6514  
Doutora em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial  
Faculdade do Centro-Oeste Paulista-Brasil  
E-mail: leticialchihara@gmail.com

#### Paulo Esteves Pinto Faria

ORCID:0000-0003-3249-225X  
Doutor em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial  
Universidade de Ribeirão Preto- Brasil  
E-mail: p.faria@me.com

#### Eduardo Sant'Ana

ORCID: 0000-0002-6321-4159  
Livre-docente do Departamento de Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial (FOB-USP)  
Universidade de São Paulo- Brasil  
E-mail: esantana@usp.br

### ABSTRACT

The bilateral sagittal split osteotomy of the mandible (BSSO) was published by Trauner and Obwegeser in 1957, since then it has undergone several modifications in order to reduce complications and make the procedure simpler and more predictable. Therefore, the objective of this study was to evaluate and compare the fragility caused in the mandible by 3 types of BSSO. For this, the osteotomies proposed by Trauner and Obwegeser modified by Hunsuck and Epker (I), Sant'Ana (II) and Wolford (III) were performed on 24 polyurethane hemimandibles, a mechanical test to generate the sagittal fracture. Data were collected and tabulated, and the result was that, the highest amount of maximum force applied was observed in group III, and the lowest amount in group II; with regard to deflection, it was statistically significant between group II and group III; with regard to stiffness, the highest average was found in group I. Therefore, it was possible to conclude that within this study model, osteotomy II was able to generate greater fragility to the polyurethane hemimandible with less force. The BSSO of the groups I and III also showed excel-

lent results, however they required more force to reach the fracture. **Keywords:** Sagittal Split Ramus; Orthognathic Surgery; Bone fractures

## RESUMEN

La osteotomía sagital bilateral de la mandíbula (OSBM) fue publicada por Trauner y Obwegeser en 1957, desde entonces ha sufrido varias modificaciones con el fin de reducir las complicaciones y hacer el procedimiento más simple y predecible. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar y comparar la fragilidad causada en la mandíbula por 3 tipos de OSBM. Para eso, se realizaron las osteotomías propuestas por Trauner y Obwegeser modificadas por Hunsuck y Epker (I), Sant'Ana (II) y Wolford (III) en 24 hemimandíbulas de poliuretano y se realizó un ensayo mecánico para generar la fractura sagital. Los datos fueron recolectados y tabulados, obteniendo como resultado que, la mayor cantidad de fuerza máxima aplicada se observó en el grupo III, y la menor cantidad en el grupo II; en cuanto a la deflexión, fue estadísticamente significativa entre el grupo II y el grupo III; en cuanto a la rigidez, la media más alta se encontró en el grupo I. Por lo tanto, se pudo concluir que, dentro de este modelo de estudio, la osteotomía II logró generar mayor fragilidad a la hemimandíbula de poliuretano con menor fuerza. El OSBM de los grupos I y III también mostró excelentes resultados, pero requirieron mayor fuerza para llegar a la fractura. **Palabras clave:** Osteotomía Sagital de Rama Mandibular; Cirugía Ortognática; Fracturas Óseas

## INTRODUÇÃO

Atualmente a cirurgia ortognática busca estabelecer harmonia e função, manipulando cirurgicamente tecidos duros e moles, moldando o formato do esqueleto facial, e em muitos casos melhorando detalhes estéticos. Dentre os procedimentos clássicos, a osteotomia sagital de mandíbula é a cirurgia realizada com maior frequência, com ou sem cirurgia de maxila.<sup>1</sup>

O tratamento das deformidades dentofaciais vem se modificando desde 1897, quando o cirurgião Wilray Blair, persuadido pelo ortodontista, Edward Angle, obtiveram êxito ao realizar a primeira osteotomia de mandíbula, sob anestesia a clorofórmio, como forma de tratamento em um caso de prognatismo, recuando a mandíbula e melhorando a oclusão dentária.<sup>2</sup>

Nas seguintes seis décadas a cirurgia ortognática evoluiu à pequenos passos, até que,

Obwegeser e Trauner em 1957, apresentaram a osteotomia sagital de ramo, que até hoje, continua passando por diversas modificações. Nesta técnica as osteotomias sagitais e verticais podem ser posicionadas de maneira controlada, entretanto é cirurgicamente difícil prever e os padrões de fratura do ramo mandibular.<sup>3,4</sup>

De maneira não clara, fatores como a idade do paciente, a presença de terceiros molares impactados durante a cirurgia, osteotomias longas e/ou incompletas e até a anatomia da mandíbula, podem contribuir para a ocorrência de fraturas indesejadas. Alguns autores sugerem que a osteotomia vertical incompleta feita na borda inferior da mandíbula, presentes na técnica de Hunsuck e na técnica de Dal Pont, podem ocasionar a fratura indesejada da tábua ósea vestibular.<sup>4,10</sup>

Dentre as modificações, as mais significantes estão na região proximal e lingual do ramo ascendente, osteotomias diferenciadas na base da mandíbula e contornando a região de molares também tem sua descrição na literatura.<sup>5</sup>

Para um maior sucesso das osteotomias sagitais de mandíbula é importante elucidar a fragilidade gerada por cada proposta de osteotomia, através da avaliação da força, deflexão e rigidez.

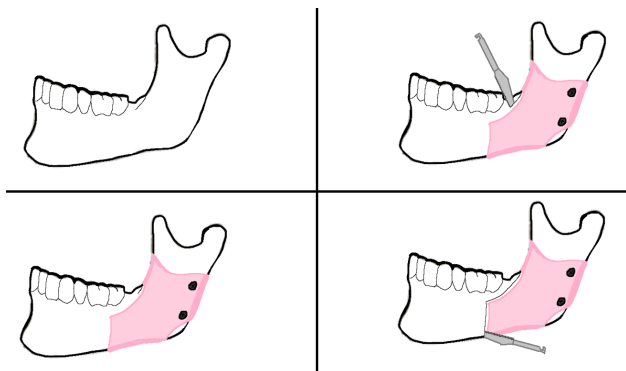
## METODOLOGIA

Para a realização deste estudo in vitro, foram utilizadas 24 hemimandíbulas de poliuretano, que receberam um entre três tipos de osteotomia sagital. Essas foram submetidas ao teste mecânico de força, deflexão e rigidez para avaliação das fraturas. As hemimandíbulas de poliuretano são produzidas pela empresa “Nacional Ossos” Ltda. CNPJ:00.808.122/0001-09. Três grupos de 8 hemimandíbulas, compõem a amostra deste estudo. Cada grupo recebeu um tipo de osteotomia, realizada pelo pesquisador 1, designado somente para esta fase do estudo.

Foram selecionadas as seguintes técnicas: técnica clássica de Trauner e Obwegeser, modificado por Epker e Hunsuck para compor o grupo I (Hunsuck); a técnica “lingual short split”, modificada por Sant'Ana para compor o grupo II (Sant'Ana), e a para o grupo III (Wolford) foi selecionada a técnica sagital de ramo, modificada por Wolford.<sup>5,6,7,8</sup>

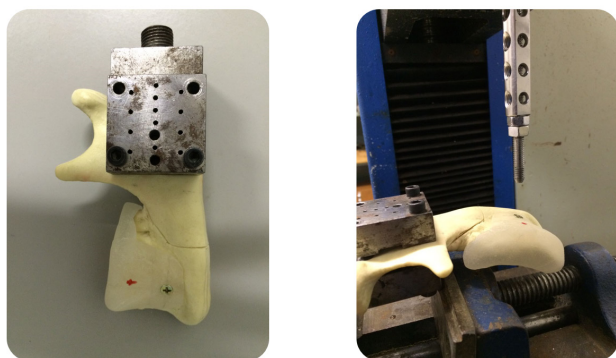
Para a padronização das osteotomias, foram confeccionados guias de resina acrílica, que delimitaram a posição e a extensão da osteotomia. Os guias foram fixados com auxílio de parafuso, assim permanecendo até que toda osteotomia fosse realizada. O corte foi realizado com serra

reciprocante e brocas como descrito na técnica pelos autores. Esse instrumental foi alimentado por motor cirúrgico MAX POWER – Osteomed® 4000:1 com potência limitada a 75% (Imagem 1).



**Figura 1** - (a) Hemimandíbula de poliuretano; (b) Fixação do guia de resina acrílica; (c e d) Osteotomia com serra reciprocante e brocas de acordo com cada grupo

As peças osteotomizadas foram adaptadas para ensaio de deflexão em máquina de tração e compressão EMIC – DL - 1000 da empresa Instron®, sobre velocidade de carga de 5mm/min, com célula de carga de até 50kg, e limitação de carga de 480N. No ambiente dessa máquina as hemimandíbulas foram posicionadas e fixadas com a face medial voltada para o plano do solo. Uma força vertical em direção ao solo e perpendicular a este, foi aplicada contra a face vestibular, em região de primeiro e segundo molar sobre um guia, distribuindo a força sobre o segmento distal da hemimandíbula, simulando a rotação exercida no momento da separação dos segmentos mandibulares, como descrito por Obwegeser e os autores que modificaram a técnica (Imagem 2).



**Figura 2** - Ensaio de deflexão

Automaticamente os dados do ensaio foram capturados por um computador ligado a máquina de tração e compressão, esses dados foram coletados e tabulados para análise estatística. Os ensaios mecânicos e coleta de dados foram realizados por um pesquisador 2.

Esse delineamento experimental tem como

base estudos de Bockman de 2011 e 2015, que submeteu a ensaio mecânico de torque mandíbulas osteotomizadas segundo a técnica de Trauner & Obwegeser, com o objetivo de avaliar a força necessária para fratura e ocorrência de fraturas indesejadas. Outro estudo importante para este delineamento foi realizado por Pozzer em 2014, com mandíbulas de poliuretano que receberam osteotomia sagital de ramo, submetidas a ensaio mecânico, com objetivo de avaliar resistência a forças verticais proposta pela síntese com placa e parafuso.<sup>6,9</sup>

A análise estatística foi realizada por um pesquisador 3, que recebeu os dados obtidos pelo pesquisador 2. As variáveis para este estudo foram, força máxima expressa em newtons (N), deflexão em milímetros (mm), rigidez em newtons por milímetro (N/mm), aferidas pela máquina de ensaios. Esses dados foram submetidos ao teste de Shapiro Wilk, onde foi observado padrão de normalidade, o que possibilitou a análise estatística e comparação entre os grupos por meio do teste Anova, com nível de significância de 5%.

## RESULTADOS FORÇA

Referente ao pico de força alcançado no momento da fratura, a força máxima obtida nos grupos está disposta a seguir (Tabela 1):

**Tabela 1** - Médias e desvio padrão da força máxima no momento da fratura.

Grupos	Força máxima (N)	Mínimo (N)	Máximo (N)
Hunsuck	72.5(±13.2)	50.2	85
Short Split	49.1(±8.7)	37	60.2
Wolford	73.4(±18.0)	57.1	106.3

Neste estudo a força máxima foi a expressão da força, em newtons, necessária para fraturar a mandíbula, osteotomizada, em seu plano sagital. A maior quantidade de força máxima foi observada no grupo III (Wolford), e a menor quantidade no grupo II (Short Split).

Quando comparado a média dos grupos I e III não houve diferença estatística significativa, entretanto quando as mesmas são comparadas com a média do grupo II, a diferença pode ser observada.

## DEFLEXÃO

A hemimandíbula osteotomizada submetida a carga, sofreu alterações em sua estrutura. À medida que esta carga aumentava, o corpo passou por mais mudanças até o ponto onde houve ruptura, resultando em dois segmentos. A deflexão neste estudo foi em milímetros, o quanto o segmento

distal se afastou do segmento proximal antes da fratura (Tabela 2).

Houve diferença apenas entre o grupo II e o grupo III, o grupo I não apresentou diferença quando comparado aos outros grupos.

**Tabela 2** - Média e desvio padrão da deflexão no momento da fratura.

Grupos	Média da Deflexão mm)	Mínimo (mm)	Máximo mm)
Hunsuck	11.3(±3.3)	8	18.9
Short Split	8.5(±0.5)	7.8	8.9
Wolford	14(±2.6)	11	18.8

## RIGIDEZ

É a força necessária para deformar uma parte do corpo de prova durante o ensaio, do momento inicial de aplicação de uma força até o ponto de fratura. A maior média foi encontrada no grupo I, e a menor também (Tabela 3).

Houve diferença estatística quando comparados os grupos I e III, o grupo II não demonstrou diferença quando comparados aos outros.

**Tabela 3** - Média e desvio padrão da rigidez do ensaio.

Grupos	Média da Rigidez	Mínimo	Máximo
Hunsuck	6.5(±1.5)	3.6	8.1
Short Split	5.5(±1.1)	4.2	7.1
Wolford	5.0(±0.5)	4.3	5.9

## DISCUSSÃO

Após a apreciação dos dados e com base na literatura revista, as diferenças encontradas quando comparados os grupos, foram favoráveis ao grupo II.

## FORÇA

Quando comparada às outras técnicas, a osteotomia II precisou de menos Newtons para promover a fratura da mandíbula em seu plano sagital. Em um estudo semelhante, Bockeman em 2015, constatou que uma modificação na osteotomia clássica, é capaz de fragilizar a mandíbula à um nível onde, uma menor força é necessária para realizar a fratura. No mesmo ano, Verweij publicou um estudo sobre a influência do design da osteotomia na fratura sagital de ramo, e listou como um ponto importante nessa discussão a quantidade de força necessária. Ainda neste mesmo ano, Wolford apresentou um estudo ressaltando a fragilização da mandíbula, como fator importante para obtenção de uma fratura mais previsível e simples, que pode diminuir significativamente o tempo cirúrgico. Para Reyneke, em trabalho sobre a osteotomia sagital bilateral de ramo em 2016, cada cirurgião deveria desenvolver uma rotina capaz de aumentar a eficiência e diminuir o tempo cirúrgico, eventualmente limitando morbidades pós-operatórias.<sup>10</sup>

Quando comparados os grupos I e III, não foram encontradas diferenças estatísticas significantes, podendo-se dizer que a força necessária para promover a fratura em ambas as técnicas é semelhante. Mesmo que sem diferença estatística, a média de força obtida pelo grupo I foi menor que a média do grupo III. Dados que não corroboram com o trabalho de Wolford em 2015, que advoga que a osteotomia da base da mandíbula necessita de menos torque para causar a fratura, em relação à técnica convencional<sup>7,10</sup>.

Todas as peças fraturadas não apresentaram fratura indesejada, a técnica clássica já apresentava grande taxa de sucesso segundo Obwegeser em 1957, e sendo parte da motivação para o desenvolvimento de novas técnicas a vontade de evitar essas intercorrências transoperatórias, pode-se dizer que o estudo obteve sucesso em desempenhar as técnicas de osteotomia em ambiente controlado. Possivelmente, em estudo com maior número amostral a quantidade de fraturas indesejadas alcance a ocorrência presente na literatura de 1 a 23%.<sup>6</sup>

## DEFLEXÃO

Para variante deflexão, houve diferença estatística significativa entre o grupo II e o grupo III. A forma alongada da osteotomia pode ter promovido maior resistência a flexão nas amostras da técnica de Wolford. A técnica II, tem sua primeira osteotomia posicionada abaixo da entrada do nervo alveolar inferior, e se liga ao seu componente vertical através de uma osteotomia horizontal na tábua óssea vestibular, tornando o ponto mais frágil a região abaixo da língua, por onde corre a fratura.<sup>5</sup> As técnicas possuem linhas de fratura diferentes, além da posição da osteotomia. Tais fatores podem ter corroborado para a diferença encontrada na deflexão. O grupo I, também apresenta uma linha de fratura maior que o grupo II, segundo a descrição dos autores, e a média de deflexão também foi maior que a do grupo II, porém não à nível de significância.

## RIGIDEZ

Por fim, a rigidez teve as médias dos grupos com diferença estatística constatada, apenas quando comparamos o grupo I com grupo III. O grupo II posicionado com a média entre os extremos não apresentou diferença quando comparado aos demais. Para alcançar a fratura as técnicas do grupo I e grupo III precisaram de forças semelhantes, entretanto a maior deflexão observada no grupo III causou a diferença encontrada quando comparamos esses grupos.

## CONCLUSÃO

A padronização deste estudo é distante da realidade existente no tratamento das mas-oclusões dento-esqueléticas, área profissional onde os casos diferem muito da anatomia convencional da face, e a conduta eleita, normalmente é diferente em cada abordagem.

Dentro deste modelo de estudo a osteotomia II foi capaz de gerar maior fragilidade à hemimandíbula de poliuretano, necessitando menor quantidade de força para alcançar a fratura. As osteotomias de I e a III também apresentaram ótimos resultados, entretanto necessitaram mais força para alcançar a fratura.

## REFERENCES

1. Monson LA. Bilateral sagittal split osteotomy. *Semin Plast Surg.* 2013 Aug;27(3):145-8.
2. Posnick JC, Choi E, Liu S. Occurrence of a 'bad' split and success of initial mandibular healing: a review of 524 sagittal ramus osteotomies in 262 patients. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2016 Oct;45(10):1187-94. doi: 10.1016/j.ijom.2016.05.003. Epub 2016 May 26.
3. Sonego CL, Bobrowski AN, Chagas OL Jr, Torriani MA. Aesthetic and functional implications following rotation of the maxillomandibular complex in orthognathic surgery: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2014 Jan;43(1):40-5. doi: 10.1016/j.ijom.2013.07.738. Epub 2013 Aug 14. PMID: 23953771.
4. Hou M, Yu TP, Wang JG. Evaluation of the mandibular split patterns in sagittal split ramus osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg.* 2015 May;73(5):985-93. doi: 10.1016/j.joms.2014.07.007. Epub 2014 Jul 17.
5. Sant'Ana E, Souza DPE, Temprano AB, Shinohara EH, Faria PEP. Lingual Short Split: A Bilateral Sagittal Split Osteotomy Technique Modification. *J Craniofac Surg.* 2017 Oct;28(7):1852-1854.
6. Trauner R, Obwegeser H. The surgical correction of mandibular prognathism and retrognathia with consideration of genioplasty. II. Operating methods for microgenia and distoclusion. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1957 Sep;10(9):899-909. doi: 10.1016/s0030-4220(57)80041-3. PMID: 13465100.
7. 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. doi: 10.1016/0030-4220(87)90080-6.
8. Hunsuck EE. A modified intraoral sagittal splitting technic for correction of mandibular prognathism. *J Oral Surg.* 1968 Apr;26(4):250-3. PMID: 5237786.
9. Pozzer L, Olate S, Cavalieri-Pereira L, de Moraes M, Albergaria-Barbosa JR. Influence of the design in sagittal split ramus osteotomy on the mechanical behavior. *Int J Clin Exp Med.* 2014 May 15;7(5):1284-8. PMID: 24995084; PMCID: PMC4073745.
10. Reyneke JP, Ferretti C. The Bilateral Sagittal Split Mandibular Ramus Osteotomy. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2016 Mar;24(1):27-36. doi: 10.1016/j.cxom.2015.10.005. Epub 2015 Nov 24.