



CENTRO UNIVESITÁRIO CHRISTUS

MESTRADO ACADÊMICO EM CIÊNCIAS ODONTOLÓGICAS

JÉFERSON MARTINS PEREIRA LUCENA FRANCO

**COMPARAÇÃO *IN VITRO* DOS PADRÕES DE FRATURA PARA A OSTEOTOMIA
SAGITAL DA MANDÍBULA DE ACORDO COM AS MODIFICAÇÕES DE
HUNSUCK/EPKER, WOLFORD E POSNICK**

FORTALEZA

2022

JÉFERSON MARTINS PEREIRA LUCENA FRANCO

**COMPARAÇÃO *IN VITRO* DOS PADRÕES DE FRATURA PARA A OSTEOTOMIA
SAGITAL DA MANDÍBULA DE ACORDO COM AS MODIFICAÇÕES DE
HUNSUCK/EPKER, WOLFORD E POSNICK**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Acadêmico em Ciências Odontológicas do Centro Universitário Christus, como um dos requisitos exigidos para a obtenção do título de mestre. Área de concentração: Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial. Linha de Pesquisa: Cirurgia Ortognática.

Orientador: Prof. Dr. Tácio Pinheiro Bezerra

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Centro Universitário Christus - Unichristus
Gerada automaticamente pelo Sistema de Elaboração de Ficha Catalográfica do
Centro Universitário Christus - Unichristus, com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F825c Franco, Jéferson Martins Pereira Lucena.
Comparação in vitro dos padrões de fratura para a osteotomia sagital da mandíbula de acordo com as modificações de Hunsuck/Epker, Wolford e Posnick / Jéferson Martins Pereira Lucena Franco. - 2022.
43 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) - Centro Universitário Christus - Unichristus, Mestrado em Ciências Odontológicas, Fortaleza, 2022.
Orientação: Prof. Dr. Tácio Pinheiro Bezerra.
Área de concentração: Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial.

1. Fratura Indesejada. 2. Osteotomia mandibular. 3. Cirurgia maxilofacial. 4. Cirurgia ortognática. 5. Osteotomias. I. Título.

CDD 617.6

JÉFERSON MARTINS PEREIRA LUCENA FRANCO

**COMPARAÇÃO *IN VITRO* DOS PADRÕES DE FRATURA PARA A OSTEOTOMIA
SAGITAL DA MANDÍBULA DE ACORDO COM AS MODIFICAÇÕES DE
HUNSUCK/EPKER, WOLFORD E POSNICK**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Acadêmico em Ciências Odontológicas do Centro Universitário Christus, como requisito para a obtenção do título de mestre em Odontologia.

Aprovada em: ____ / ____ / ____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Tácio Pinheiro Bezerra (Orientador)
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Prof. Dr. Paulo Goberlânio de Barros Silva
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Prof. Dr. Ivo Cavalcante Pita Neto
Centro Universitário Doutor Leão Sampaio (UNILEÃO)

Dedico toda essa felicidade ao concluir essa etapa da vida aos meus pais João Lucena e Jacilene Lucena, os quais me deram a vida e o amor e pela incansável tarefa em investir em minha educação.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, o centro e o fundamento de tudo em minha vida, por renovar a cada momento a minha força e disposição e pelo discernimento concedido ao longo dessa jornada.

A meus pais por sempre propiciar a minha formação profissional, interminável, mas com muito desprendimento, amor, confiança e a fé que eu trilharia pelo melhor caminho através das melhores escolhas. Antes do profissional, os verdadeiros valores da vida e os princípios baseados na lei do amor que são os verdadeiros tesouros adquiridos e permanentes, os quais me foram ensinados e exemplificados a todo o momento por eles.

Aos meus irmãos, Jonatan Lucena, João Lucena Filho, por me tornarem capaz de enfrentar novos desafios sabendo que vocês estarão sempre ao meu lado.

A meu amor Jamile de Melo, que com sua infinita compreensão me ajudou nos momentos duros e exaustivos, soube entender minha ausência e meus pensamentos filosóficos, devido às exigências do estudo. Obrigado pelo teu carinho, tua alegria, tua atenção, tua vibração com as minhas conquistas e teu ombro em cada momento difícil que você ajudou a atravessar. Sem você, essa conquista não teria o mesmo gosto. Obrigado meu amor. Te amo!

Ao Prof. Dr. Tácio Pinheiro Bezerra, por ter me recebido como orientando, pela capacidade de aliar talento profissional e humildade, por todo crescimento científico proporcionado, por toda a dedicação e disponibilidade prestada, pelo incentivo durante todo o processo de planejamento e desenvolvimento deste trabalho e pela grande amizade. Minha sincera admiração e gratidão!

Ao Prof. Dr. Ivo Cavalcante Pita Neto, pela disponibilidade, dedicação, paciência e, principalmente, pela amizade durante todo o processo. Algumas pessoas são colocadas na nossa vida para nos guiarem e para nos mostrarem uma forma mais digna de caminhar, por isso eu agradeço por Deus ter colocado o senhor em meu caminho. Muito obrigado pelo impacto tremendo na minha vida, meu amigo e mentor!

Aos professores, Dr. Fabrício Bitu Sousa, Dr. Paulo Goberlânio, Dra. Danna Mota, Dra. Ramille Araújo, Dra. Juliana Paiva, Dr. George Taccio, Dr. Jiovane Neti, Dr. Rafael Linard, Dr. Phillipe Nogueira, por terem sido os responsáveis pelo meu aprendizado diário, me

guiando rumo ao amadurecimento profissional. Muito obrigado pela paciência e confiança em mim depositada!

Aos antigos e atuais companheiros de mestrado, pelas horas agradáveis de convivência, cumplicidade e aprendizado mútuo. A presença de vocês foi essencial para o crescimento pessoal e valorização de todos os momentos vividos durante a residência.

Aos estagiários do serviço, agradeço pelo apoio a nós conferido na rotina do mestrado. Isso reflete o altruísmo e interesse pelo aprendizado diário na nossa especialidade, que vocês demonstram.

Às funcionárias do setor de mestrado da UNICHRISTUS, agradeço não só pelos serviços prestados, mas pela amizade estabelecida, o que contribui para tornar o nosso dia-a-dia mais agradável.

A Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), agradeço pelo apoio e suporte educacional.

Agradeço a todos os professores por me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, por tanto que se dedicaram a mim, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender. A palavra mestre, nunca fará justiça aos professores dedicados aos quais sem nominar terão os meus eternos agradecimentos.

Obrigada a todos que, mesmo não estando citados aqui, tanto contribuíram para o que hoje sou.

“A progredir, sem perder a simplicidade”

Chico Xavier

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi comparar os padrões de fratura, visualização do nervo alveolar inferior e o torque necessário para a divisão sagital mandibular de acordo com as técnicas de Hunsuck/Epker, Wolford e Posnick. 60 mandíbulas suínas foram usadas para realizar 120 osteotomias de divisão sagital do ramo mandibular. Conduzido como um modelo de boca dividida de forma randomizada duplo-cego, cada mandíbula foi dividida na linha média, totalizando 120 hemimandíbulas. Um sistema de teste foi projetado visando comparar o torque em newtons necessário para separar a mandíbula utilizando as técnicas de Hunsuck/Epker, Wolford e Posnick e o padrão de fratura lingual de cada divisão foi classificado. Todos os resultados foram examinados e o nível de significância (p) foi estabelecido em $<0,05$. As forças de torque foram significativamente menores ($p<0.001$) ao utilizar a técnica de Posnick quando comparadas com a técnica de Hunsuck/Epker e Wolford. Os grupos Wolford e Hunsuck/Epker apresentaram maior prevalência de fratura lingual sobre a região posterior ao canal mandibular ($p<0.001$), em quanto o grupo Posnick obteve maior frequência de padrão de fratura lingual sobre o sulco milo-hióide ($p<0.001$). Mais de 90% das divisões dos Grupos Wolford e Hunsuck/Epker, apresentaram uma visualização superior a 50% do nervo alveolar inferior. Já no grupo Posnick 90% apresentaram uma visualização do nervo alveolar inferior a 50%. Em conclusão, a osteotomia sagital utilizando a técnica de Posnick reduz a possibilidade de fratura indesejada da mandíbula e danos ao nervo alveolar inferior, em modelo animal, além de produzirem resultados mais previsíveis com torque reduzido. Deve-se ter cuidado ao extrapolar os resultados dos protocolos em animais para aplicações com humanos no ambiente clínico.

Palavras-Chave: Fratura Indesejada. Osteotomia mandibular. Cirurgia maxilofacial. Cirurgia ortognática. Osteotomias.

ABSTRACT

The present study aimed at comparing the fracture patterns, visualization of the inferior alveolar nerve, and the torque required for mandibular sagittal split according to the Hunsuck/Epker, Wolford, and Posnick. Sixty pig mandibles were used to perform 120 sagittal osteotomies of the mandibular ramus. A randomized double-blind split-mouth model was used, and each mandible was split in the midline, totaling 120 hemimandibles. A test system was designed to determine the torque in newtons required to separate the mandible using the Hunsuck/Epker, Wolford, and Posnick techniques, and the lingual fracture pattern of each division was classified. All results were examined, and the significance level (p) was set at <0.05 . Torque forces were significantly lower ($p<0.001$) when using the Posnick technique when compared to the Hunsuck/Epker and Wolford technique. The Wolford and Hunsuck/Epker groups had a higher prevalence of lingual fracture over the posterior region of the mandibular canal ($p<0.001$), while the Posnick group had a higher prevalence of lingual fracture over the mylohyoid sulcus ($p<0.001$). More than 90% of the divisions of the Wolford and Hunsuck/Epker Groups showed more than 50% visualization of the inferior alveolar nerve. The Posnick group, in turn, showed 90% visualization of the alveolar nerve inferior to 50%. In conclusion, sagittal osteotomy using the Posnick technique reduces the likelihood of unwanted fracture of the mandible and damage to the inferior alveolar nerve, in addition to producing more predictable results with reduced torque. Care must be taken when extrapolating results from animal protocols to human applications in the clinical setting.

Keywords: Bad split. Mandibular osteotomy. Maxillofacial surgery. Orthognathic surgery. Osteotomy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Interface do programa ImageJ® demonstrando o perímetro de avaliação da área radioluscente das mandíbulas previamente a randomização.	22
Figura 2. Desenho de uma hemimadíbula de porco, mostrando todas as dimensões utilizadas no protocolo de osteotomias sagital.....	24
Figura 3. Desenho de uma hemimadíbula de porco, mostrando os esboços da osteotomias sagital do ramos mandibular (Vermelho pontilhado) como descrito por Hunsuck ¹¹ e Epker ¹²	25
Figura 4. Desenho de uma hemimadíbula de porco, mostrando os esboços da osteotomias sagital do ramos mandibular (Vermelho pontilhado) conforme descrito por Wolford e Davis ¹³	25
Figura 5. Desenho de uma hemimadíbula de porco, mostrando os esboços da osteotomias sagital do ramos mandibular (Vermelho pontilhado) conforme descrito por Posnick et al ¹⁴	26
Figura 6. Equipamento de teste com uma mandíbula de porco e o osteótomo conectado ao medidor de torque.	27
Figura 7. Variações do caminho da divisão no lado lingual do ramo de uma vista lingual. Desenhos esquemáticos dos quatro padrões de divisão de fratura de acordo com Plooij et al ²⁵ . A linha pontilhada azul representa o corte ósseo medial e vertical, a linha tracejada o nervo alveolar e a linha vermelha a divisão lingual. EDL = Escala de divisão lingual, padrão 1 a 4.	28

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1. Gráfico de coluna do Grupo Hunsuck/Epker (GHE); Grupo Wolford (GW) e Grupo Posnick (GP). A) Média da densidade óssea em pixels. B) Média do tempo entre o abatimento e a pesquisa em minutos (mm). *Teste ANOVA/Tukey (média±DP). Letras diferentes = diferença significativa entre os grupos.31
- Gráfico 2. Gráfico de dispersão com barra da força de torque em newton (n) dos Grupos Hunsuck/Epker (GHE); Wolford (GW) e Posnick (GP). *Teste ANOVA/Tukey (média±DP). Letras diferentes = diferença significativa entre os grupos.31

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1. Validação do sistema de teste.	30
Tabela 2. Padrão de fraturas e visualização do nervo alveolar inferior nos grupos analisados.	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEUA	Comitê de Ética em Pesquisa com Animais
DP	Desvio-padrão
EDL	Escala de divisão lingual
GHE	Grupo Hunsuck/Epker
GP	Grupo Posnick
GW	Grupo Wolford
J.M.P.L.F	Jéferson Martins Pereira Lucena Franco
Kv	Key visual
mAs	Milliampere-seconds
mm	Minutos
N	Newtons
NAI	Nervo alveolar inferior
OSSB	Osteotomia de separação sagital bilateral
p	Probabilidade de mudança significativa no tratamento
r	Correlação de Pearson

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	15
2. PROPOSIÇÃO.....	16
2.1 Objetivo Geral.....	16
2.2 Objetivos Específicos	16
3. CAPÍTULO.....	17
4. CONCLUSÃO GERAL.....	37
5. REFERÊNCIAS.....	38
6. ANEXOS	42

1. INTRODUÇÃO GERAL

A osteotomia do ramo mandibular é um procedimento cirúrgico versátil e amplamente utilizado para a correção de deformidades esqueléticas de deficiência, excesso e assimetria mandibular (JOSS *et al.*, 2010; TRAUNER; OBWEGESER, 1957; MONT'ALVERNE *et al.*, 2019; POSNICK, 2014; BELL, 2018). No início do século XX, abordagens extraorais foram usadas para atingir esses objetivos, frequentemente resultando em pseudoartrose, cicatrizes visíveis, paralisia do nervo facial e dormência labial (KAZANJIAN, 1951). A era moderna da cirurgia ortognática começou com a introdução da osteotomia de separação sagital bilateral (OSSB) através de acessos intraorais, descrita por Trauner em 1955 e atualizada por Obwegeser em 1957, levando a uma redução significativa de todas as complicações pós-operatórias e acidentes transoperatórios. Além disso, os resultados estéticos melhoraram, uma vez que, o segmento proximal da mandíbula permaneceu em sua posição original (TRAUNER; OBWEGESER, 1957).

Desde a sua introdução, diversas variações de técnicas foram descritas, objetivando diminuir o risco de má união óssea, má divisão, lesão do nervo alveolar inferior, sangramento, estabilidade condilar e redução do trauma cirúrgico, como as descritas por Dal Pont (1961), Hunsuck (1968), Epker (1977), Wolford *et al.* (1990) e Posnick *et al.* (2014, 2016). No entanto, o risco de fratura indesejada da mandíbula é considerado a principal desvantagem da osteotomia sagital (KRIWALSKY *et al.*, 2008). Relatórios anteriores citam uma incidência de *Bad split* de 0,2% até 14,6% (AARABI *et al.*, 2014; AKHTAR; TUINZING; 1999), apesar dos avanços tecnológicos, o que representa uma grande preocupação para os cirurgiões orais e maxilofaciais e seus pacientes.

Objetivo deste estudo foi abordar as seguintes temáticas clínicas: os padrões de fratura lingual utilizando a técnica de Hunsuck/Epker, Wolford e Posnick são semelhantes? E qual destas apresenta menor possibilidade de fratura indesejada? Os objetivos específicos formam: (1) avaliar o status do nervo alveolar inferior após a osteotomia sagital do ramo mandibular utilizando as técnicas analisadas; (2) comparar o torque necessário para a divisão sagital mandibular; (3) analisar se a osteotomia na borda inferior da mandíbula possibilita uma divisão previsível, controlada com melhor torque a partir de um estudo animal *in vitro* em mandíbulas suínas.

2. PROPOSIÇÃO

Os objetivos do presente trabalho foram:

2.1 Objetivo Geral

Comparar os padrões de fratura e o torque necessário para a divisão sagital mandibular de acordo com as técnicas de Hunsuck/Epker, Wolford e Posnick através de um ensaio biomecânico em mandíbulas suínas.

2.2 Objetivos Específicos

- Descrever as técnicas cirúrgicas de Hunsuck/Epker, Wolford e Posnick;
- Comparar e analisar a incidência de *bad split* durante a osteotomia sagital do ramo mandibular utilizando as técnicas de Hunsuck/Epker, Wolford e Posnick;
- Comparar e analisar o torque necessário para a divisão sagital mandibular de acordo com as técnicas de Hunsuck/Epker, Wolford e Posnick;
- Comparar e analisar os padrões de fratura lingual durante a osteotomia sagital do ramo mandibular utilizando as técnicas de Hunsuck/Epker, Wolford e Posnick.
- Comparar e analisar a integridade do nervo alveolar inferior após a osteotomia sagital do ramo mandibular utilizando as técnicas de Hunsuck/Epker, Wolford e Posnick.

3. CAPÍTULO

Esta dissertação está baseada no regimento interno do Curso de Mestrado Acadêmico em Ciências Odontológicas do Centro Universitário Christus, que regulamenta o formato alternativo para dissertação de mestrado e permite a inserção de artigos científicos de autoria ou co-autoria do candidato. O projeto de pesquisa deste trabalho foi submetido à apreciação do Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UNICHRISTUS, tendo sido aprovado sob o protocolo no 014/20 (Anexo A). Assim sendo, esta dissertação é composta de um capítulo contendo um artigo científico que será submetido para publicação no periódico “Journal of Oral and Maxillofacial Surgery / ISSN: 0278-2391” conforme descrito abaixo:

Comparação in vitro dos padrões de fratura para a osteotomia sagital da mandíbula de acordo com as modificações de Hunsuck/Epker, Wolford e Posnick.

Franco, JMPL; Pita-Neto, IC; Araújo, TLC; Pereira, JMC; Silva, PGB; Bezerra, TP.

Título: Comparação *in vitro* dos padrões de fratura para a osteotomia sagital da mandíbula de acordo com as modificações de Hunsuck/Epker, Wolford e Posnick

Título Curto: Hunsuck/Epker, Wolford ou Posnick ?

Authors:

Jéferson Martins Pereira Lucena Franco, DDS, OMS ^{a,b} (Professor)

Ivo Cavalcante Pita Neto DDS, OMS, PhD ^b (Professor)

Thyago Leite Campos de Araújo DDS, PhD ^c (Professor)

Jamile de Melo Casado Pereira MD ^d (Professora)

Paulo Goberlânio de Barros Silva, DDS, PhD ^a (Professor)

Tácio Pinheiro Bezerra, DDS, OMS, PhD ^a (Professor)

^a Division of Oral and Maxillofacial Surgery, Unichristus University Center (UNICHRISTUS), Fortaleza, Brazil

^b Division of Oral and Maxillofacial Surgery, Doctor Leão Sampaio University Center (UNILEÃO), Juazeiro do Norte, Ceará, Brazil.

of Oral and Maxillofacial Surgery, Doctor Leão Sampaio University Center (UNILEÃO), Juazeiro do Norte, Ceará, Brazil.

^c Division of Oral and Maxillofacial Radiology, Doctor Leão Sampaio University Center (UNILEÃO), Juazeiro do Norte, Ceará, Brazil.

^d Division of Diagnostic Imaging – Institute of Integral Medicine Professor Fernando Figueira (IMIP) Recife, Pernambuco, Brazil.

CORRESPONDENCE AUTHOR

Jéferson Martins Pereira Lucena Franco D.D.S.

E-mail: jefersonlucenaodonto@hotmail.com / jefersonlucenactbmf@gmail.com

Institution: Christus University (UNICHRISTUS) and Doctor Leão Sampaio University Center (UNILEÃO).

Address: Av. Quinco Melo, N: 23, Juazeiro do Norte – Ceará, Brazil / Zip Code: 63021-250

Phone: +55 88 9 8814-9901

ORCID iD: 0000-0003-1876-4191

Resumo

Objetivo: Comparar os padrões de fratura, visualização do nervo alveolar inferior (NAI) e o torque necessário para a divisão sagital mandibular de acordo com as técnicas de Hunsuck/Epker, Wolford e Posnick.

Material e Métodos: 60 mandíbulas suínas foram usadas para realizar 120 osteotomias de divisão sagital do ramo mandibular. Conduzido como um modelo de boca dividida de forma randomizada duplo-cego, cada mandíbula foi dividida na linha média. Um sistema de teste foi projetado visando comparar o torque em newtons necessário para separar a mandíbula utilizando as técnicas de Hunsuck/Epker (GHE), Wolford (GW) e Posnick (GP) e o padrão de fratura lingual de cada divisão foi classificado. Todos os resultados foram examinados e o nível de significância (p) foi estabelecido em $<0,05$.

Resultados: As forças de torque foram significativamente menores ($p<0.001$) ao utilizar a técnica de Posnick quando comparadas com a técnica de Hunsuck/Epker e Wolford. Os grupos GW e GHE apresentaram maior prevalência de fratura lingual sobre a região posterior ao canal mandibular ($p<0.001$), em quanto o grupo GP obteve maior frequência de padrão de fratura lingual sobre o sulco milo-hióide ($p<0.001$). Mais de 90% das divisões dos Grupos GW e GHE apresentaram uma visualização superior a 50% do NAI. Já no grupo Posnick 90% apresentaram uma visualização do NAI inferior a 50%.

Conclusão: A osteotomia sagital utilizando a técnica de Posnick reduz a possibilidade de fratura indesejada da mandíbula e danos ao nervo alveolar inferior, em modelo animal, além de produzirem resultados mais previsíveis com torque reduzido. Deve-se ter cuidado ao extrapolar os resultados dos protocolos em animais para aplicações com humanos no ambiente clínico.

Keywords: Bad split; mandibular nerve injuries; mandibular osteotomy; maxillofacial surgery; orthognathic surgery; osteotomy, sagittal split ramus

INTRODUÇÃO

A osteotomia do ramo mandibular é um procedimento cirúrgico versátil e amplamente utilizado para a correção de deformidades esqueléticas de deficiência, excesso e assimetria mandibular¹⁻⁵. No início do século XX, abordagens extraorais foram usadas para atingir esses objetivos, frequentemente resultando em pseudoartrose, cicatrizes visíveis, paralisia do nervo facial e dormência labial⁶. A era moderna da cirurgia ortognática começou com a introdução da osteotomia de separação sagital bilateral (OSSB) através de acessos intraorais, descrita por Trauner⁷ em 1955 e atualizada por Obwegeser^{8,9} em 1957, levando a uma redução significativa de todas as complicações pós-operatórias e acidentes transoperatórios. Além disso, os resultados estéticos melhoraram, uma vez que, o segmento proximal da mandíbula permaneceu em sua posição original⁹.

Desde a sua introdução, diversas variações de técnicas foram descritas, objetivando diminuir o risco de má união óssea, má divisão, lesão do nervo alveolar inferior, sangramento, estabilidade condilar e redução do trauma cirúrgico, como as descritas por Dal Pont¹⁰, Hunsuck¹¹, Epker¹², Wolford et al¹³ e Posnick et al^{4,14}. No entanto, o risco de fratura indesejada da mandíbula é considerada a principal desvantagem da osteotomia sagital¹⁵. Relatórios anteriores citam uma incidência de *bad split* de 0,2% até 14,6%^{16,17}, apesar dos avanços tecnológicos, o que representa uma grande preocupação para os cirurgiões orais e maxilofaciais e seus pacientes.

Objetivo deste estudo foi abordar as seguintes temáticas clínicas: os padrões de fratura lingual utilizando a técnica de Hunsuck/Epker, Wolford e Posnick são semelhantes? E qual destas apresenta menor possibilidade de fratura indesejada? Os objetivos específicos formam: (1) avaliar o status do nervo alveolar inferior após a osteotomia sagital do ramo mandibular utilizando as técnicas analisadas; (2) comparar o torque necessário para a divisão sagital mandibular; (3) analisar se a osteotomia na borda inferior da mandíbula possibilita uma divisão previsível, controlada com melhor torque a partir de um estudo animal *in vitro* em mandíbulas suínas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizado um estudo laboratorial (*in vitro*), randomizado controlado, duplo-cego e comparativo de intervenção que avaliou 60 mandíbulas de porco adulto de linhagem *Landrace* originalmente criados para consumo. As mandíbulas foram obtidas de porcos com cerca de 24 semanas, peso médio de aproximadamente 100 kg e comprimento médio de 20 cm (variação \pm 3cm), sem sinais de quaisquer alterações estruturais e que apresentaram todo o arcabouço ósseo disponível. Para viabilizar uma melhor obtenção dos resultados, reduzir a interferências de possíveis inadequações do desenho experimental e validação do sistema, foi realizado um ensaio piloto no qual 15 mandíbulas foram divididas entre os incisivos centrais inferiores ao longo da linha mediana, gerando 30 hemimandíbulas que foram atribuídas aleatoriamente de forma randomizada e cega às técnicas de Hunsuck/Epker, Wolford e Posnick, cada grupo contendo 10 hemimandíbulas. As demais 45 mandíbulas foram divididas em três grupos no qual foi atribuído a denominação da técnica de osteotomia que foi realizada, compondo o desenho experimental final: Grupo Hunsuck/Epker (GHE); Grupo Wolford (GW) e Grupo Posnick (GP). A distribuição foi realizada de forma aleatória e cega, por meio de sorteio em três grupos utilizando a função aleatória no Microsoft® Excel (Versão 15.12.3 (150724)). As mandíbulas foram então seccionadas em duas partes na linha média entre os incisivos centrais inferiores. Desta forma, 30 hemimandíbulas foram geradas em cada grupo (15 do lado direito e 15 do lado esquerdo), totalizando 90 hemimandíbulas.

O estudo foi realizado de acordo com as normas éticas do Comitê de Ética em Pesquisa com Animais (CEUA), do Centro Universitário Christus – UNICHISTUS, Brasil o qual revisou e aprovou este estudo (número de aprovação: 014/20) (Anexo A). Todas as mandíbulas que foram utilizadas estavam programadas para destruição, por motivos não relacionados a esta pesquisa.

CALCULO AMOSTRAL

No estudo de Möhlhenrich et al¹⁸, diversas técnicas de osteotomias sagitais do ramo mandibular foram expressas em medianas, intervalos quartílicos e valores mínimo e máximo do tempo necessário para realização da cirurgia e, utilizando-se das fórmulas ajustadas de Hozo et al¹⁹, foram estimados as médias e desvio padrão de cada medida. Uma vez que a técnica *Modified burr osteotomy* apresentava menor tempo de osteotomia que a técnica *modified ultrasonic osteotomy* (490 \pm 99 vs. 723 \pm 202 segundos) estimou-se necessário avaliar dez mandíbulas por grupo de estudo a fim de obter uma amostra que represente com 90% de poder

e 95% de confiança a diferença nos padrões cirúrgicos de diferentes técnicas de osteotomia deste trabalho. Logo, a amostra utilizada na presente pesquisa apresenta segurança estatística para defender os resultados obtidos.

ANÁLISE RADIOGRÁFICA E TEMPORAL

Previamente a randomização, todas as mandíbulas foram submetidas a uma radiografia panorâmica digital utilizando o aparelho Rx Dabi Atlante® tipo Eagle, ajustada em 65 Kv (Key visual) e 6.3mAs (Milliamperere-seconds) com tempo de exposição de 11 segundos. O procedimento para obtenção das radiografias panorâmicas digitais foi realizado por um único técnico em radiologia com treinamento especializado com mais de 10 anos de experiência. As imagens obtidas não passaram por manipulação de contraste.

As imagens foram então analisadas quantitativamente usando o software ImageJ®. Após a randomização, um operador analisou cegamente a área radiolúcida, em triplicidade, usando a ferramenta *Wand (Tracing)* para delimitar a área de interesse. Um perímetro de 399x399 pixels ao redor do forame mandibular foi analisada a partir do comando “measure” do software ImageJ®, e o valor médio da soma dos valores de cinza de todos os pixels da seleção, dividido pelo número total de pixels foi obtida (*Mean gray value*) (Figura. 1).

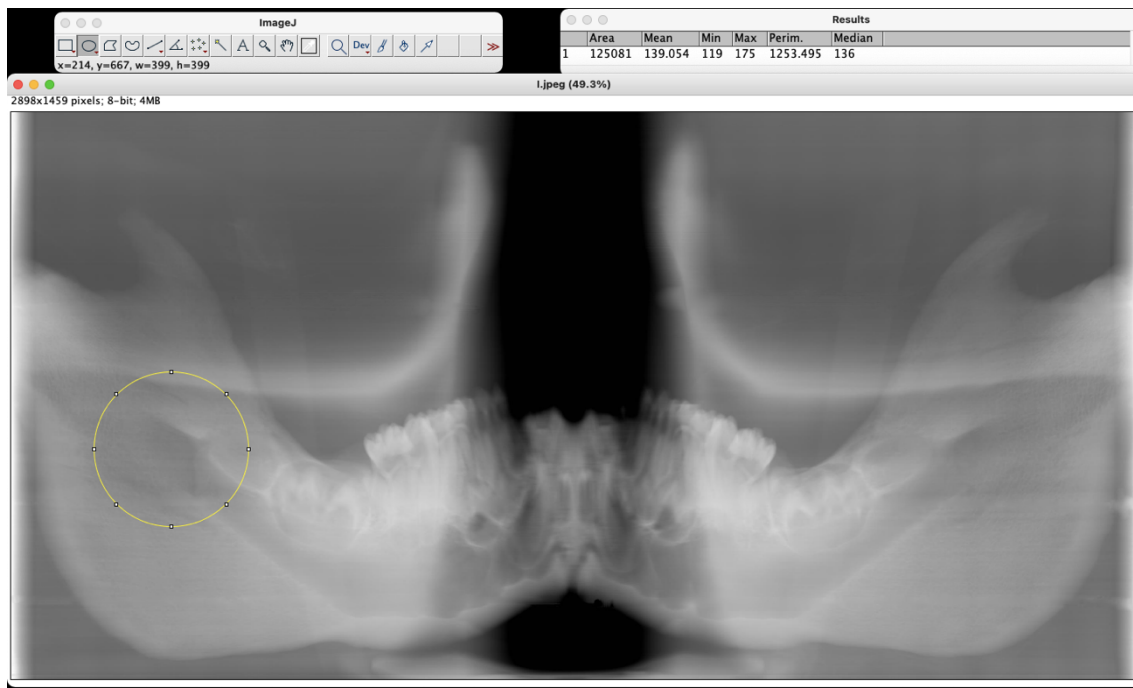


Figura 1. Interface do programa ImageJ® demonstrando o perímetro de avaliação da área radioluscente das mandíbulas previamente a randomização.

Uma medida de análise foi realizada em três mandíbulas selecionadas de forma randomizadas da área demarcada radiolúcida e a média de 138.902 pixel foi designada como a unidade de amostra, no caso de divergência superior ou inferior à 5% do valor da média radiolúcida as mandíbulas foram substituídas, permitindo a padronização da densidade óssea. Um total de 45 mandíbulas foram analisadas e 6 necessitaram ser substituídas por apresentar divergência na média de radiolúcidez.

O tempo entre o abatimento e a pesquisa foi mensurado com um cronômetro digital (AK68, São Leopoldo, Brasil), com resolução 1/100 segundos, do momento do abatimento até o tempo final da pesquisa, o objetivo foi padronizar o tempo de teste de cada mandíbula, uma vez que, ao passar do tempo ocorre o processo natural de desmineralização e desidratação podendo inclusive alterar a densidade óssea.

PREPARO DA AMOSTRA

Um único especialista em cirurgia oral e maxilofacial (J.M.P.L.F), com experiência em realização de osteotomias sagitais dos ramos mandibulares, em especial nas técnicas avaliadas, realizou as osteotomias de acordo com os grupos experimentais. As hemimandíbulas foram fixadas em um suporte de teste desenvolvido para o ensaio experimental da pesquisa, permitindo a estabilização durante a realização do procedimento.

Devido às diferenças individuais no formato das mandíbulas, cada hemimandíbula foi medida separadamente e as osteotomias foram realizadas com referência a pontos anatômicos, objetivando padronizar as divisões sagitais, como descrito por Schoen et al²⁰, Böckmann et al²¹ e Böckmann et al²².

Para obtenção dos referenciais anatômicos de corte, as hemimandíbulas foram niveladas ao longo do seu plano oclusal (paralelo ao solo). Linhas perpendiculares foram projetadas cruzando o forame mental médio (diferente das mandíbulas humanas, as mandíbulas de porco apresentam três forames mentuais). Cada hemimandíbula foi então dividida em três seguimentos iguais, sendo o primeiro o seguimento medial e o terceiro o seguimento distal (Figura. 2). O desenho da osteotomia vertical foi realizada na linha perpendicular entre o primeiro e o segundo seguimento. A osteotomia horizontal e a osteotomia oblíqua foram realizadas de acordo com o método descrito por Epker¹², Wolford e Davis¹³ e Posnick^{4,14}, em seus respectivos grupos. As linhas de osteotomias oblíquas foram aprofundadas para até 2/3 da distância entre o forame mental medial e borda alveolar com osteotomos.

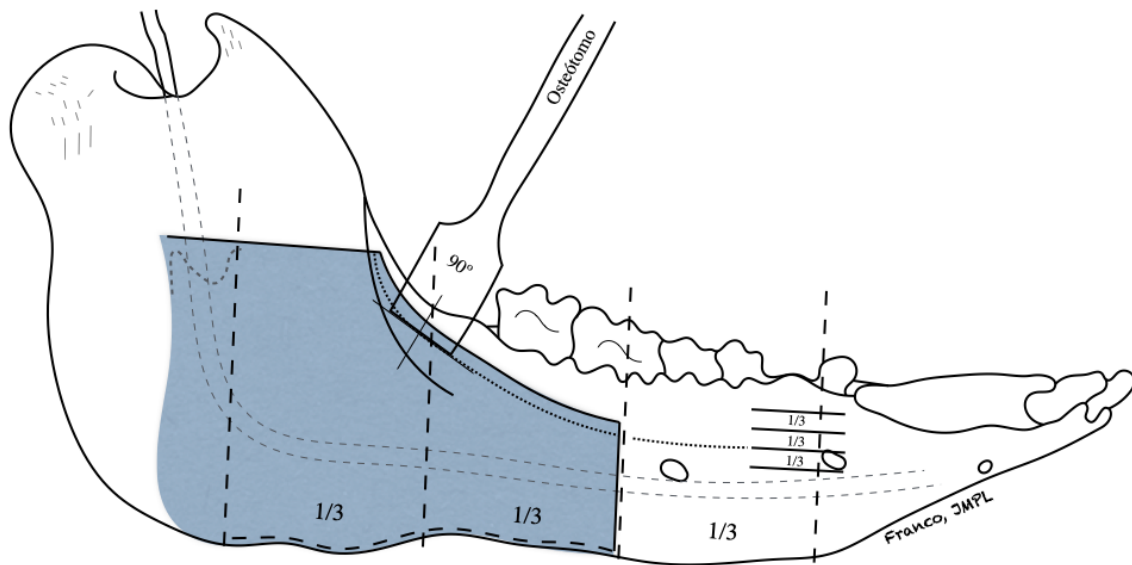


Figura 2. Desenho de uma heminadíbula de porco, mostrando todas as dimensões utilizadas no protocolo de osteotomias sagital.

Todas as osteotomias foram realizadas com o auxílio de um motor cirúrgico (NSK Surgic Pro) o qual foi adicionado uma peça angulada cirúrgica multiplicadora 1:2 (kaVo, biberach an der riß, Germany), com uma broca tungstênio de perfuração 702, o corte foi realizado sob irrigação abundante com solução salina para evitar superaquecimento. Foi tomado cuidado para que nos três grupos a similitude de todos os outros aspectos do desenho da osteotomia fossem mantidos, como o comprimento da osteotomia horizontal medial na fossa retrolingual e a profundidade das osteotomias.

TÉCNICAS CIRÚRGICAS

Técnica de Hunsuck/Epker

Uma osteotomia horizontal monocortical foi realizada acima do forame da mandíbula na face interna do ramo ascendente, como descrito por Epker¹² em 1977. A osteotomia se estende ao longo da linha oblíqua externa até os dois terços da distância entre o forame mandibular e o forame mental médio, unida com uma osteotomia vertical descendente monocortical à base mandibular, com o corte estendendo-se através da cortical lingual da borda inferior, seguindo a descrição de Hunsuck¹¹ em 1968 (Figura. 3).

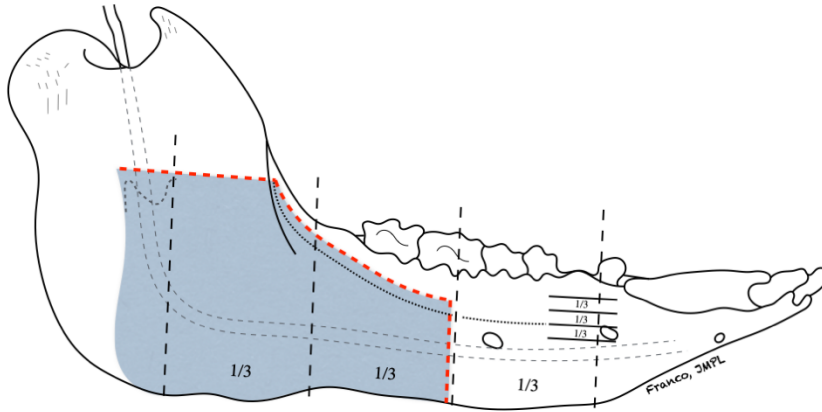


Figura 3. Desenho de uma hemimadíbula de porco, mostrando os esboços da osteotomias sagital do ramos mandibular (Vermelho pontilhado) como descrito por Hunsuck¹¹ e Epker¹².

Técnica de Wolford

A osteotomia monocortical medial foi realizada através da cortical lingual do ramo ascendente da mandíbula, logo acima da línula, estendendo-se levemente posteriormente ao forame mandibular. A osteotomia foi procedida ao longo da linha oblíqua externa até a região distal a segundo molar, e então foi direcionada perpendicularmente à cortical lateral, 8 a 10 mm abaixo da crista alveolar, conforme descrito por Wolford et al²³. A osteotomia sagital ao longo da linha oblíqua externa foi então direcionada anteriormente até os dois terços da distância entre o forame mandibular e o forame mentoniano médio, unida com uma osteotomia vertical descendente monocortical à basilar da mandíbula, esta conectada com uma osteotomia iniciada na borda cortical anterior e direcionada posteriormente até a região antigoniana, seguindo a descrição de Wolford e Davis¹³ e Wolford²⁴ (Figura. 4).

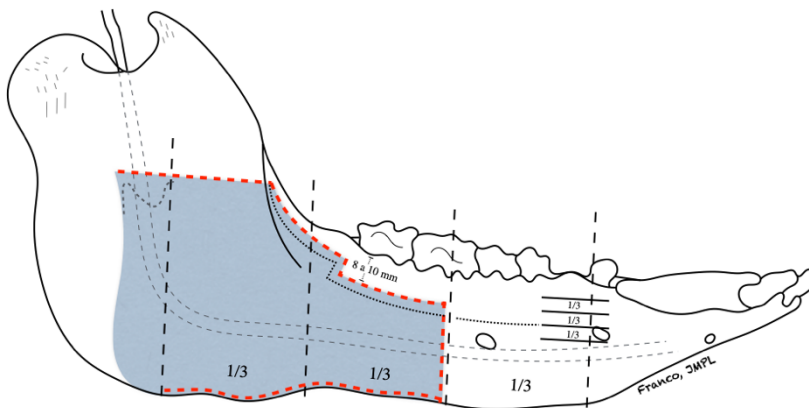


Figura 4. Desenho de uma hemimadíbula de porco, mostrando os esboços da osteotomias sagital do ramos mandibular (Vermelho pontilhado) conforme descrito por Wolford e Davis¹³.

Técnica de Posnick

A osteotomia horizontal monocortical foi realizada paralelamente e logo acima do plano oclusal mandibular, tipicamente localizada abaixo do forame da mandíbula, não se estendendo mais do que 2 cm posteriormente. A osteotomia lateral foi continuada anteriormente lateral aos molares inferiores até os dois terços da distância entre o forame mandibular e o forame mental médio. A osteotomia vertical começou na borda inferior da mandíbula e foi direcionada de forma biselada em 45° superiormente até conectar-se à osteotomia lateral, que foi previamente concluída, conforme descrito por Posnick et al¹⁴ (Figura. 5).

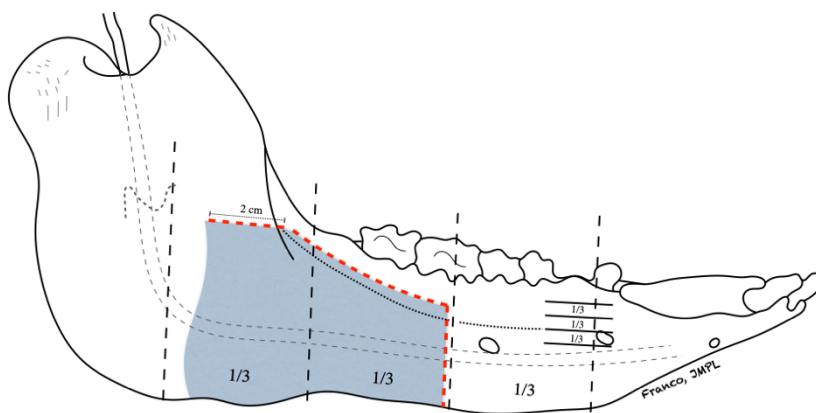


Figura 5. Desenho de uma hemimandíbula de porco, mostrando os esboços das osteotomias sagital do ramo mandibular (Vermelho pontilhado) conforme descrito por Posnick et al¹⁴.

ENSAIO MECÂNICO

Suporte de Testes

Para possibilitar a realização das osteotomias sagitais nas hemimandíbulas de forma padronizada, foi desenvolvido um suporte de teste em aço inoxidável, segundo modelo proposto por Böckmann et al²¹. Trata-se de um suporte acessório rígido para fixação do corpo da mandíbula e um suporte acessório tridimensional móvel para a região do ramo mandibular, o qual permite movimentação tridimensional. Cada suporte acessório contém seis parafusos para fixar as hemimandíbulas.

Um medidor de torque digital (ARITER DTA4-350, Anhui, China (Mainland)), com variação de 0,1 – 350 newtons (N), resolução de 0,1 N, foi conectado a um osteótomo de 16 mm para registrar a força aplicada durante o procedimento de divisão. O suporte do medidor de torque é livremente móvel, permitindo posicionar o osteótomo na posição desejada (Figura. 6).



Figura 6. Equipamento de teste com uma mandíbula de porco e o osteótomo conectado ao medidor de torque.

Realização do ensaio mecânico

Com as hemimandíbulas fixadas e adaptadas ao suporte de teste, a divisão foi alcançada com a introdução do osteotomo de 16 mm acoplado ao medidor de torque em ângulo reto com a linha oblíqua, distalmente ao último molar em direção craniocaudal não mais profunda que dois terços da distância entre a crista alveolar e o forame mental em um ângulo de 45°. A mandíbula foi dividida sagitalmente, rotacionando o osteótomo em uma única direção. Na hemimandíbula do lado esquerdo, o osteótomo foi torcido manualmente no sentido horário e no sentido anti-horário na metade do lado direito até realizar a separação completa mandibular.

O medidor de torque foi programado para informar a máxima carga de resistência em N, quando da aplicação de carga progressiva. Em seguida, a força máxima de torque necessário para dividir a mandíbula foi registrada.

Análise dos padrões de fratura

Após as divisões sagitais mandibulares dos três grupos, os padrões de fraturas foram analisados e registrados de acordo com uma escala de divisão lingual (EDL) modificada por Plooij et al²⁵. Nesta escala, em todos os casos, a fratura começa na extremidade distal do corte ósseo medial e segue um dos seguintes caminhos: fratura tipo 1 (EDL1) representa uma verdadeira fratura de Hunsuck que permanece posterior ao canal mandibular; no tipo 2 (EDL2), reproduz uma fratura de Obwgeser que passa através da borda posterior do ramo mandibular; no tipo 3 (EDL3), uma fratura mais anterior que passa pelo canal mandibular ou sulco milo-hióide, em direção a borda inferior da mandíbula; e o tipo 4 (EDL4), inclui todos os outros padrões de *Bad Split* (Figura. 7). No padrão de fratura tipo 1 a trajetória do nervo alveolar inferior e a região condilar não são alcançadas pela divisão. Padrões de fratura dos tipos 2 e 3 não são necessariamente ideais, mas não causam complicações pós-operatórias, já o padrão de fratura tipo 4 inclui fraturas com maiores riscos de complicações trans e pós-operatórias.

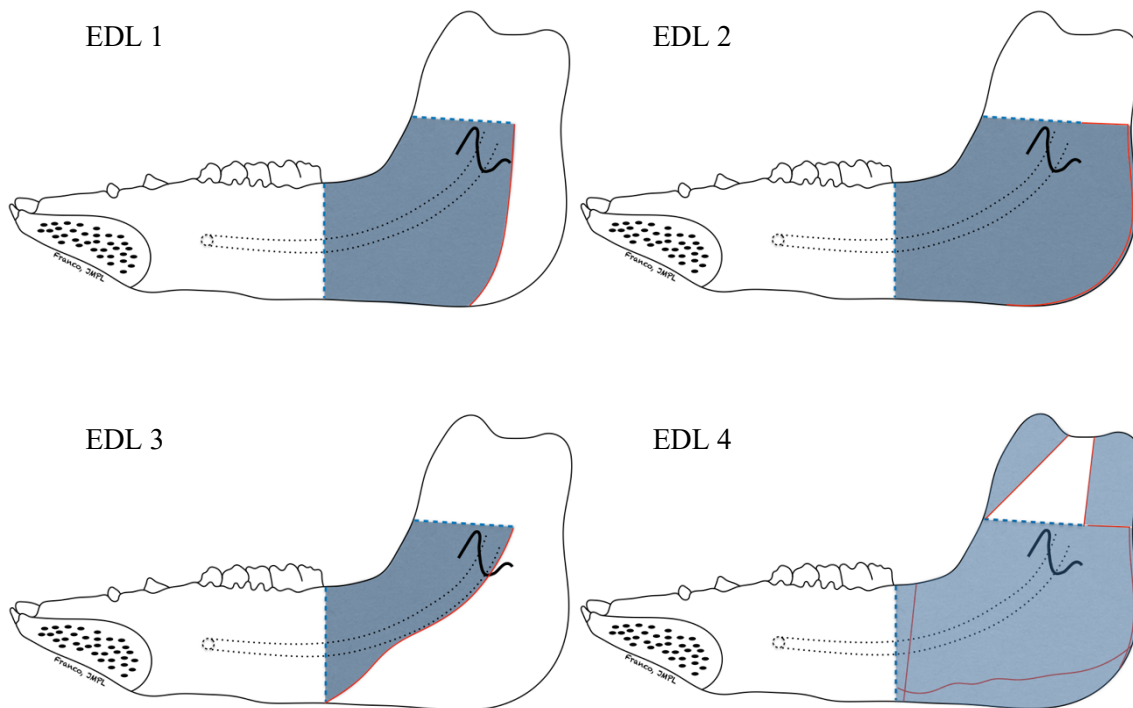


Figura 7. Variações do caminho da divisão no lado lingual do ramo de uma vista lingual. Desenhos esquemáticos dos quatro padrões de divisão de fratura de acordo com Plooij et al²⁵. A linha pontilhada azul representa o corte ósseo medial e vertical, a linha tracejada o nervo alveolar e a linha vermelha a divisão lingual. EDL = Escala de divisão lingual, padrão 1 a 4.

Foi analisado ainda o status do nervo alveolar inferior (NAI). A visibilidade do nervo foi definida como não visível, menos de 50% visível no segmento proximal ou distal, mais de 50% visível e completamente visível.

ORGANIZAÇÃO E ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todos os dados obtidos foram tabulados em um banco de dados do software Numbers versão 3.6.2 (2577) e, em seguida, transferidos para o programa GraphPad Prism 7 (GraphPad Software Inc. San Diego, CA, EUA) para serem submetidos a processamento e análises estatísticas. Os dados de densidade óssea, tempo para realização da pesquisa e torque foram expressos em forma de média e desvio padrão, submetidos ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov e comparados pelo teste ANOVA seguido do pós teste de Tukey. As frequências de exposição do nervo alveolar inferior e padrão de fratura foram comparados pelos testes qui-quadrado de Pearson ou exato de Fisher. Para análise de validação do suporte de teste e medidor de torque os resultados paramétricos foram submetidos ao *T-teste* pareado. A correlação linear de Pearson foi aplicada para correlacionar os lados das hemimandíbulas avaliados. O nível de significância (p) foi estabelecido em $<0,05$.

Resultados

O primeiro lote de 15 mandíbulas foram usadas para validar o sistema de teste, que foram atribuídas aleatoriamente a uma das três técnicas analisadas. Cada mandíbula foi dividida entre os incisivos centrais inferiores ao longo da linha mediana, gerando 30 hemimandíbulas que foram atribuídas às técnicas de Hunsuck/Epker, Wolford e Posnick, cada grupo contendo 10 hemimandíbulas. O torque médio necessário para dividir a hemimandíbula com a técnica de Posnick (Grupo GP) foi de $2,14 \pm 0,17$ N, enquanto para o GHE foi de $4,29 \pm 0,16$ N e para o GW de $3,02 \pm 0,21$ N. Essa diferença foi estatisticamente significativa entre os grupos ($p < 0,001$). Nenhuma diferença significativa da média de torque no lado direito e esquerdo foi observada entre os grupos analisados (Tabela 1).

Tabela 1. Validação do sistema de teste.

Grupos	Torque Lado Direito	Torque Lado Esquerdo	Diferença entre as médias	(r)	p-Valor
Posnick	$2,16 \pm 0,06$ N	$2,12 \pm 0,09$	$-0,04 \pm 0,11$	-0.45	0.5740
Hunsuck/Epker	$4,32 \pm 0,08$ N	$4,26 \pm 0,06$	$-0,06 \pm 0,10$	-0.73	0.5024
Wolford	$3 \pm 0,1$	$3,04 \pm 0,1$	$-0,04 \pm 0,14$	-0.58	0.9563

(r): *Correlação de Pearson*; N: *Newton*; p-Valor: *Probabilidade de mudança significativa no tratamento*.

As outras 45 mandíbulas (90 hemimandíbulas) foram utilizadas para análise experimental final. A densidade mineral óssea média do GP ($138,5 \pm 3,86$) não diferiu significativamente do GHE ($138,4 \pm 4,05$) ou do GW ($138,6 \pm 3,76$) ($p = 0,975$). Também não houve diferença significativa no tempo médio do abatimento até a realização da pesquisa dos três grupos de estudo GP, GHE e GW ($417,80 \pm 70,17$, $430,80 \pm 61,34$ e $410,5 \pm 11,51$, respectivamente) ($p = 0,474$) (Gráfico. 1).

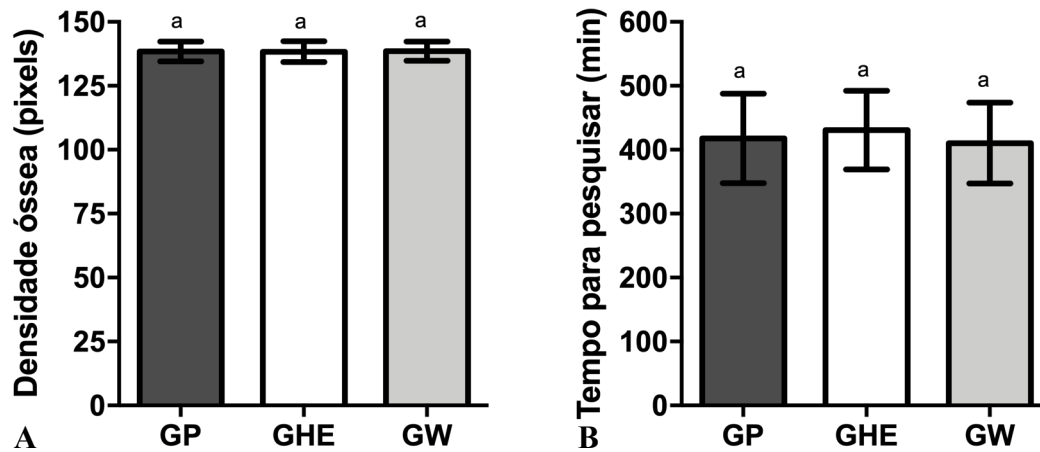


Gráfico 1. Gráfico de coluna do Grupo Hunsuck/Epker (GHE); Grupo Wolford (GW) e Grupo Posnick (GP). A) Média da densidade óssea em pixels. B) Média do tempo entre o abatimento e a pesquisa em minutos (min). *Teste ANOVA/Tukey (média±DP). Letras diferentes = diferença significativa entre os grupos.

O torque médio do grupo GHE (4.45 ± 0.32 N) foi significativamente maior que do grupo GW (3.00 ± 0.21 N) e ambos foram superiores ao grupo GP (2.07 ± 0.22 N) ($p < 0.001$) (Gráfico. 2).

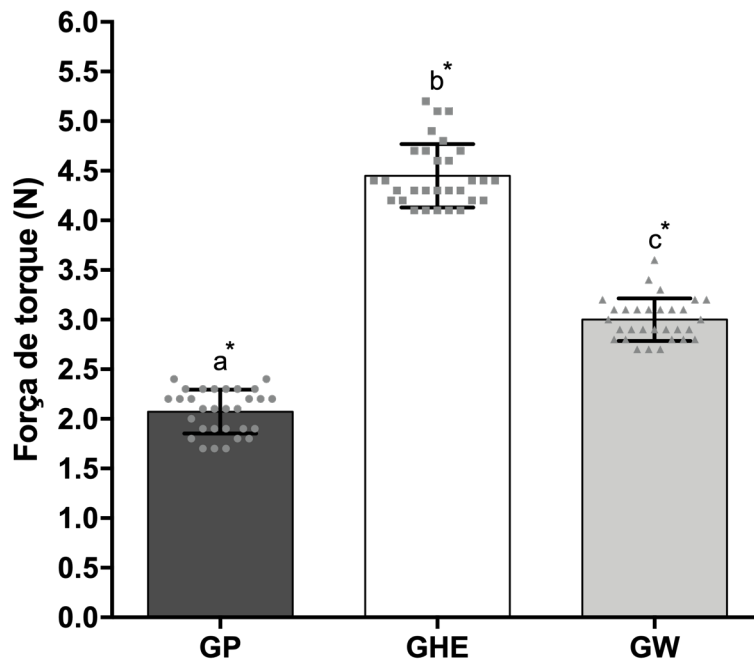


Gráfico 2. Gráfico de dispersão com barra da força de torque em newton (n) dos Grupos Hunsuck/Epker (GHE); Wolford (GW) e Posnick (GP). *Teste ANOVA/Tukey (média±DP). Letras diferentes = diferença significativa entre os grupos.

Com relação ao padrão de fraturas pôde-se observar que o grupo GP apresentou maior frequência de fraturas EDL3, ao passo que os grupos GHE e GW apresentaram significativamente mais fraturas EDL1 ($p < 0.001$). Por sua vez, a visualização do nervo alveolar inferior foi intensamente observada no grupo GHE. Esse grupo apresentou maior frequência de visualização completa do nervo, enquanto o grupo GW maior frequência de visualização de $>50\%$ do nervo alveolar inferior e GP maior frequência de visualização de $<50\%$ deste ($p < 0.001$) (Tabela 2).

Tabela 2. Padrão de fraturas e visualização do nervo alveolar inferior nos grupos analisados.

	Grupo						p-Valor
	GP		GHE		GW		
	(N)	(%)	(N)	(%)	(N)	(%)	
Padrão de fratura							
EDL1	3	10	17**	56,7	28**	93,3	<0.001
EDL2	0	0	3	10	2	6,7	
EDL3	27**	90	6	20	0	0	
EDL4	0	0	4	13,3	0	0	
Visualização do nervo distal							
Não	2	6,7	0	0	0	0	<0.001
<50%	25**	83,3	3	10	0	0	
>50%	3	10	10	33,3	26**	86,7	
Completamente	0	0	17**	57,7	4	13,3	

<: Menor; >: Maior; N: Número de hemimandíbulas; EDL: Escala de divisão lingual; GHE: Grupo Hunsuck/Epker; GP: Grupo Posnick; GW: Grupo Wolford; p-Valor: Probabilidade de mudança significativa no tratamento. %: porcentagem. * $p < 0,05$; ** $p < 0,001$, teste exato de Fisher ou qui-quadrado de Pearson.

DISCUSSÃO

Osteotomia sagital do ramo mandibular é a técnica mais consagrada em cirurgia ortognática, especialmente quando existe a necessidade de correção mandibular. A técnica fundamental permanece essencialmente inalterada, embora inúmeras modificações tenham sido relatadas. Algumas modificações foram introduzidas para diminuir as complicações, enquanto outras foram desenvolvidas para atingir resultados estéticos. Este estudo comparou as técnicas mais consolidadas e realizadas na atualidade em osteotomia sagital quanto a sua previsibilidade, força necessária para induzir a separação mandibular, padrões de fratura lingual e visualização do nervo alveolar inferior, aplicando uma metodologia que reduziu as variáveis que poderiam afetar os resultados.

A hipótese de que a osteotomia adicional na região basilar da mandíbula e uma osteotomia mais curta e baixa reduz o risco de fratura indesejada foi testada. Em relação aos objetivos específicos deste pesquisa, observamos que houve diferença estatisticamente significativa em todas as análises. Além disso, a redução significativa de torque, visualização do nervo alveolar inferior e padrão de fratura lingual do grupo Posnick em relação ao grupo Hunsuck/Epker e Wolford chamaram a atenção. Diante desse cenário, é digno de nota o rigor metodológico do ensaio experimental utilizado no presente estudo com a realização de testes biomecânicos que diminuíram o risco de viés, aumentaram a consistência metodológica e reduziram a heterogeneidade da amostra.

Em 1961, Dal Pont¹⁰ modificou a técnica originalmente introduzida por Trauner e Obwegeser², no qual declarou que uma osteotomia lateral vertical deveria ser realizada em vez de uma osteotomia posterior através do corpo da mandíbula. Portanto, o ramo mandibular seria dividido até a borda posterior, com maior contato ósseo esperado após a separação e melhores condição para a remodelação óssea. Posteriormente, Hunsuck¹¹ em 1968 sugeriu que a osteotomia cortical medial fosse estendida apenas posteriormente ao forame mandibular. Em seguida, Epker¹² declarou que a osteotomia medial-horizontal fosse ainda mais conservadora, que a remoção da cinta pterigomasseterica era desnecessária, e uma osteotomia completa da borda inferior da mandíbula minimizaria o risco de fraturas indesejadas dos segmentos distais ou proximais, bem como lesões do nervo alveolar inferior. Thiele et al²⁶ observou a partir de uma análise multicêntrica que, atualmente, a modificação de Hunsuck/Epker para OSSB é amplamente utilizada para correção de assimetrias ou para excesso e deficiência mandibular, representando uma das técnicas mais consagradas em cirurgia ortognática.

Wolford et al²³, propôs uma modificação estrutural no desenho da OSSB, sugerindo a inclusão de uma porção da linha oblíqua externa, sendo direcionada para o fortalecimento do aspecto posterior do segmento distal, propondo fornecer uma melhor interface óssea, controle preciso da posição condilar e redução do risco de fratura vertical posterior ao segundo molar. Em uma publicação posterior, Wolford e Davis¹³ sugeriram uma nova técnica para criar uma divisão sagital previsível e controlada, através de uma osteotomia da borda inferior como parte dos cortes ósseos preliminares feitos antes da divisão da mandíbula, relatando entre outras vantagens: maior facilidade de separação dos segmentos proximais e distais da mandíbula, principalmente nos casos com severa deficiência vertical posterior da mandíbula e largura do ramo. No entanto, a literatura ainda necessitava de dados que comprovassem se a osteotomia adicional na borda inferior da mandíbula realmente facilitaria a separação mandibular.

Auxiliando no esclarecimento desta dúvida, os resultados apresentados neste estudo evidenciam que o desenho idealizado por Wolford e Davis¹³ apresentou uma redução significativa no torque de divisão mandibular quando comparado ao desenho original de Hunsuck/Epker, além de apresentar um padrão de fratura mais homogêneo. Schoen et al²⁰ relataram a partir de uma análise experimental que uma osteotomia adicional na borda posterior da mandíbula reduziu o torque necessário para a divisão mandibular em cerca de 30% em comparação com a técnica original de Obwegeser-Dal Pont. Da mesma forma, Böckmann et al²⁷ concluíram que ao adicionar uma osteotomia na borda inferior da mandíbula à osteotomia sagital, menos torque foi necessário para dividir a mandíbula ($p < 0.001$), como também os traços das fraturas eram mais previsíveis. Com isso, os dados apresentados nesta pesquisa corroboram os achados publicados de que a osteotomia adicional na borda inferior da mandíbula realmente reduz a força necessária para a separação mandibular, reduzindo a possibilidade de *bad split*.

Mais recentemente, Posnick et al.¹⁴ descreveram uma nova modificação na região do ramo ascendente da mandíbula projetada para limitar separações indesejadas, diferenciando-se das técnicas previamente relatadas que propuseram alterações principalmente na área proximal, sugerindo uma osteotomia através da cortical medial do ramo mandibular “curta e baixa”, ou seja, a osteotomia medial não deveria se estender mais do que 2 cm posteriormente e deveria ser realizada inferiormente ao forame mandibular, posicionada paralelamente e logo acima do plano oclusal^{4,14}. Até o presente estudo, nenhum trabalho anterior analisou o torque necessário para divisão mandibular utilizando a técnica de Posnick. Os dados inovadores da presente pesquisa destacam que houve uma redução significativa ($p < 0.001$) na força necessária para induzir a separação mandibular quando comparada com as técnicas de Hunsuck/Epker e Wolford, representando uma redução média de 53% e 31% respectivamente.

O fato da osteotomia de Posnick necessitar de menor força para induzir a separação pode ser justificado pelo fato do traço da fratura correr sobre o canal alveolar inferior (sulco milo-hióide), região essa que apresenta menor espessura de osso cortical, diferentemente das técnicas de Hunsuck/Epker e Wolford que geralmente correm sobre a região posterior da mandíbula frequentemente envolvendo a sua porção basilar, região essa extremamente corticalizada. Outro fato que merece ser analisado é a curta extensão que o traço de fratura precisa percorrer quando utilizada a técnica de Posnick.

O controle visual do padrão de fratura não é possível durante a OSSB. No entanto, diferentes investigações estudaram a linha de fratura usando modelos tridimensionais (3D) de reconstruções de dados de tomografia computadorizada, além de mandíbulas em cadáveres frescos e mandíbulas de porco.^{19,22,27} Plooj et al.²⁵ relataram a partir de um estudo observacional prospectivo que cerca de 51% das linhas de fratura realizando uma OSSB de acordo com Hunsuck ocorrem através ou atrás do forame mandibular em direção à borda inferior da mandíbula, enquanto 33% percorreram o canal mandibular e 16% se dividiram de outra forma, sendo dessas 2.5% caracterizadas como fraturas indesejadas.

Mais recentemente Möhlhenrich et al²⁸ avaliaram o padrão de fratura após OSSB segundo as modificações de Hunsuck/Epker e observaram que 60% das fraturas da superfície lingual estavam em contato com o canal mandibular e apenas 23,3% percorreram o padrão vertical da linha de fratura até a borda inferior da mandíbula e 10% apresentaram fraturas indesejadas. Os resultados obtidos nesta pesquisa mostraram por sua vez que 56,7% das fraturas do Grupo GHE percorreram o padrão de fratura vertical até a borda inferior da mandíbula, 20% estavam em contato com o canal mandibular, 10% passaram através da borda posterior do ramo mandibular e 13,3% apresentaram fratura indesejada. Até o momento, os padrões de fratura lingual utilizando as técnicas de Wolford e Posnick não foram avaliadas. Dessa forma, fica claro que mais estudos comparando os padrões de fratura lingual utilizando as técnicas mais consagradas em cirurgia ortognática se faz necessário, visando a confirmação dos achados mencionados neste estudo.

Outro ponto que merece destaque é a visualização do NAI após a divisão mandibular. Nossos resultados mostraram que ao utilizar a técnica de Wolford mais de 50% do nervo encontrava-se visível após 100% das separações, da mesma forma, ao utilizar a técnica de Hunsuck/Epker, 90% das separações permitiram a visualização de mais de 50% do nervo, já quando avaliado o grupo Posnick, 90% das hemimandíbulas apresentaram uma visualização inferior a 50% do NAI. Sendo assim, será que a visualização e manipulação do NAI realmente é importante após a separação mandibular?

O ensino clássico de OSSB instrui ao cirurgião a liberar completamente o NAI do segmento proximal se permanecer preso após a divisão. A liberação do nervo geralmente requer dissecação da bainha neural além de osteotomias adicionais no segmento proximal e distal. Mesmo quando realizado com cuidado, essas manobras, no mínimo, criam neuropraxia podendo evoluir para uma axonotmese ou até mesmo uma neurotmesis²⁹. A recuperação neurossensorial após OSSB foi estudada extensivamente ao longo dos últimos anos^{14,30-34}. Atualmente, não há evidências convincentes de que a liberação total no NAI de rotina da porção proximal resulte em uma incidência menor de parestesia.

Susarla et al³⁴ examinaram a partir de um estudo prospectivo de boca dividida a recuperação neurossensorial após OSSB quando o nervo não era liberado do segmento proximal, e concluíram que não há diferença estatística significativa na recuperação neurossensorial pós-operatória do NAI quando o mesmo não é visualizado ou mantido no segmento proximal da mandíbula. Dessa maneira, na ausência de dados que suportem a liberação do NAI após a divisão, não encaramos que a alta porcentagem de visualização reduzida do NAI na técnica do Posnick represente uma desvantagem, pelo contrário, acredita-se ainda que a liberação do NAI muitas vezes é uma etapa desnecessária e pode promover mais danos do que benefícios clínicos¹⁴.

Em resumo, os achados deste estudo sugerem que a técnica idealizada por Posnick apresentaram os melhores resultados quanto a força necessária para separação mandibular, menor possibilidade de fratura indesejada, menor risco de lesão do nervo alveolar inferior e maior previsibilidade do padrão de fratura lingual quando comparada com a técnica de Wolford e Hunsuck/Epker. Existem algumas limitações neste trabalho que são inerentes à estudos experimentais de ensaios mecânicos simulados em corpos de prova, tais como as mandíbulas dos porcos são maiores que as dos humanos, contêm mais dentes e o ângulo mandibular em suínos possui mais osso cortical. No entanto, ao transferir esses resultados para a mandíbula humana, os autores esperam resultados ainda mais consistentes devido à presença de maior quantidade de osso esponjoso na mandíbula humana.

Portanto, são necessários mais ensaios clínicos randomizados, com rigor e padronização metodológica, a fim de proporcionar resultados e conclusões que complementem os achados laboratoriais aqui apresentados. Os resultados, entretanto, são encorajadores o suficiente para sugerir a realização deste estudo *in vitro* em mandíbulas humanas.

4. CONCLUSÃO GERAL

Com base nos resultados obtidos em modelo animal, pode-se concluir que:

- O desenho da osteotomia de separação sagital bilateral idealizada por Hunsuck/Epker apresentou a maior incidência de *bad split* quando comparada com as técnicas de Wolford e Posnick.
- O torque necessário para realizar a divisão sagital mandibular foi significativamente menor ($p < 0.001$) no Grupo Posnick em relação ao Grupo Wolford e Hunsuck/Epker.
- Os padrões de fratura lingual durante a osteotomia sagital do ramo mandibular diferem significativamente ($p < 0.001$) entre os grupos analisados.
- A visualização completa do nervo alveolar inferior após a osteotomia sagital do ramo mandibular foi intensamente observada no grupo Hunsuck/Epker.
- Uma osteotomia adicional na borda inferior da mandíbula reduz a força necessária para a separação mandibular, reduzindo a possibilidade de *bad Split*.

5. REFERÊNCIAS

1. Joss CU, Joss-Vassalli IM, Bergé SJ, Kuijpers-Jagtman AM: Soft tissue profile changes after bilateral sagittal split osteotomy for mandibular setback: a systematic review. *J Oral Maxillofac Surg.* 68:2792-801, 2010. doi: 10.1016/j.joms.2010.04.020.
2. 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.* 10:677-89, 1957. doi: 10.1016/s0030-4220(57)80063-2.
3. Mont'Alverne ALF, Xavier FG, Meneses AM, Santos ES, Franco JMPL: Is Bilateral Sagittal Split Osteotomy of the Mandible With no Step Possible? A Modification in the Technique. *J Craniofac Surg.* 30:2275-2276, 2019 doi: 10.1097/SCS.0000000000005653.
4. Posnick JC: Sequencing of orthognathic procedures: Step-by- step approach, in Posnick JC (ed): *Orthognathic Surgery: Principles and Practice.* St Louis, MO, Elsevier, 2014, pp 441–474
5. Bell RB: A History of Orthognathic Surgery in North America. *J Oral Maxillofac Surg.* 76:2466-2481, 2018. doi: 10.1016/j.joms.2018.09.006.
6. Kazanjian VH: The treatment of mandibular prognathism with special reference to edentulous patients. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 4:680-8, 1951. doi: 10.1016/0030-4220(51)90417-3.
7. Trauner, R.; Obwegeser, H. Zur Operationstechnik bei der Progenia und anderen Unterkieferanomalien. *Dtsch Zahn Mund Kieferheilkd.* 23:11-25, 1955.
8. 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.* 10:677-89, 1957. doi: 10.1016/s0030-4220(57)80063-2.
9. Trauner R, Obwegeser H. The surgical correction of mandibular prognathism and retrognathia with consideration of genioplasty. II. Operating methods for microgenia and distocclusion. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 10(9):899-909, 1957. doi: 10.1016/s0030-4220(57)80041-3.

10. Dal pont G: Retromolar osteotomy for the correction of prognathism. *J Oral Surg Anesth Hosp Dent Serv.* 19:42-7, 1961.
11. Hunsuck EE: A modified intraoral sagittal splitting technic for correction of mandibular prognathism. *J Oral Surg.* 26:250-3, 1968.
12. Epker BN: Modifications in the sagittal osteotomy of the mandible. *J Oral Surg.* 35:157-9, 1977.
13. Wolford LM, Davis WM Jr: The mandibular inferior border split: a modification in the sagittal split osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg.* 48:92-4, 1990. doi: 10.1016/0278-2391(90)90190-d.
14. 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.* 45:1187-94, 2016. 10.1016/j.ijom.2016.05.003.
15. Kriwalsky MS, Maurer P, Veras RB, Eckert AW, Schubert J: Risk factors for a bad split during sagittal split osteotomy. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 46:177-179, 2008. doi: 10.1016/j.bjoms.2007.09.011.
16. Aarabi M, Tabrizi R, Hekmat M, Shahidi S, Puzesh A: Relationship between mandibular anatomy and the occurrence of a bad split upon sagittal split osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg.* 72:2508-13, 2014. doi:10.1016/j.joms.2014.05.008.
17. Akhtar S, Tuinzing DB: Unfavorable splits in sagittal split osteotomy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 87:267-8, 1999. doi: 10.1016/s1079-2104(99)70230-1.
18. 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.* 48:620-628, 2019. doi: 10.1016/j.ijom.2018.11.013.
19. Hozo SP, Djulbegovic B, Hozo I: Estimating the mean and variance from the median, range, and the size of a sample. *BMC Med Res Methodol.* 20:13, 2005. doi: 10.1186/1471-2288-5-13.

20. Schoen P, Frotscher M, Eggeler G, Kessler P, Wolff KD, Boeckmann R: Modification of the bilateral sagittal split osteotomy (BSSO) in a study using pig mandibles. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 40:516-20, 2011. doi: 10.1016/j.ijom.2010.09.028.
21. Böckmann R, Schön P, Frotscher M, Eggeler G, Lethaus B, Wolff KD: Pilot study of modification of the bilateral sagittal split osteotomy (BSSO) in pig mandibles. *J Craniomaxillofac Surg.* 39:169-72, 2011. doi: 10.1016/j.jcms.2010.04.002.
22. Böckmann R, Neuking K, Kessler P: An In Vitro Comparison Study of the Use of a Drill or a Saw in the Hunsuck-Dal Pont Modification of the Obwegeser Sagittal Split Osteotomy in Pig Mandibles. *J Oral Maxillofac Surg.* 75:1742.e1-1742.e9, 2017. doi: 10.1016/j.joms.2017.04.009.
23. Wolford LM, Bennett MA, Rafferty CG: Modification of the mandibular ramus sagittal split osteotomy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 64:146-55, 1987. doi: 10.1016/0030-4220(87)90080-6.
24. Wolford LM: Influence of Osteotomy Design on Bilateral Mandibular Ramus Sagittal Split Osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg.* 73:1994-2004, 2015. doi: 10.1016/j.joms.2015.03.023.
25. Plooij JM, Naphausen MT, Maal TJ, Xi T, Rangel FA, Swennen G, de Koning M, Borstlap WA, Bergé SJ: 3D evaluation of the lingual fracture line after a bilateral sagittal split osteotomy of the mandible. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 38:1244-9, 2009. doi: 10.1016/j.ijom.2009.07.013.
26. Thiele OC, Kreppel M, Bittermann G, Bonitz L, Desmedt M, Dittes C, et al: Moving the mandible in orthognathic surgery - A multicenter analysis. *J Craniomaxillofac Surg.* 44:579-83, 2016. doi: 10.1016/j.jcms.2016.01.024.
27. Böckmann R, Schön 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.* 73:316-23, 2015. doi: 10.1016/j.joms.2014.08.005.
28. 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.* 45:762-767, 2017. doi: 10.1016/j.jcms.2017.02.012.

29. Hopper JS, Sobol DL, Ettinger RE, Susarla SM: Mandibular Foramen Position Predicts Inferior Alveolar Nerve Location After Sagittal Split Osteotomy With a Low Medial Cut. *J Oral Maxillofac Surg.* 79:205-212, 2020. doi: 10.1016/j.joms.2020.09.009.
30. Rude K, Svensson P, Starch-Jensen T: Neurosensory Disturbances After Bilateral Sagittal Split Osteotomy Using Piezoelectric Surgery: A Systematic Review. *J Oral Maxillofac Surg.* 77:380-390. doi: 10.1016/j.joms.2018.06.029.
31. Choi BK, Lee W, Lo LJ, Yang EJ: Is injury to the inferior alveolar nerve still common during orthognathic surgery? Manual twist technique for sagittal split ramus osteotomy. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 56:946-951, 2018. doi: 10.1016/j.bjoms.2018.10.279.
32. Widar F, Kashani H, Alsén B, Dahlin C, Rasmusson L: The effects of steroids in preventing facial oedema, pain, and neurosensory disturbances after bilateral sagittal split osteotomy: a randomized controlled trial. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 44:252-8, 2015. doi: 10.1016/j.ijom.2014.08.002.
33. Nesari S, Kahnberg KE, Rasmusson L: Neurosensory function of the inferior alveolar nerve after bilateral sagittal ramus osteotomy: a retrospective study of 68 patients. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 34:495-8. doi: 10.1016/j.ijom.2004.10.021.
34. Susarla SM, Ettinger RE, Dodson TB: Is It Necessary to Free the Inferior Alveolar Nerve From the Proximal Segment in the Sagittal Split Osteotomy? *J Oral Maxillofac Surg.* 78:1382-1388, 2020. doi: 10.1016/j.joms.2020.03.008.

6. ANEXO A – Protocolo de aprovação do CEUA



Of. No. 014/20

Protocolo da CEUA: 014/20

Pesquisador Responsável: Prof. TÁCIO PINHEIRO BEZERRA

Título do Projeto: COMPARAÇÃO IN VITRO DOS PADRÕES DE FRATURA PARA A OSTEOTOMIASAGITAL DA MANDÍBULA DE ACORDO COM AS MODIFICAÇÕES DE HUNSUCK/EPKER, WOLFORD E POSNICK.

Levamos ao conhecimento de V. Sa que a Comissão de Ética no Uso de Animais do Instituto para Desenvolvimento da Educação LTDA – IPADE considerou **APROVADO** o projeto supracitado na reunião do dia 1 (um) de julho de 2020.

Descrição do animal utilizado:

Espécie:	Porco da linhagem Landrace	Número Amostral:	60
----------	----------------------------	------------------	----

Relatórios parciais e finais devem ser apresentados ao CEUA/Instituto para Desenvolvimento da Educação LTDA - IPADE ao término do estudo, período máximo 01/07/2021.

Fortaleza, 1 de julho de 2020.

Olga Vale Oliveira Machado
Coordenadora

CEP/Instituto para Desenvolvimento da Educação LTDA - IPADE