

UNILEÃO
CENTRO UNIVERSITÁRIO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

HEITOR BATISTA LEITE

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

JUAZEIRO DO NORTE-CE
2021

HEITOR BATISTA LEITE

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

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Coordenação do Curso de Graduação em
Odontologia do Centro Universitário Doutor
Leão Sampaio, como pré-requisito para
obtenção do grau de Bacharel.

Orientador(a): Prof. Esp. Jéferson Martins
Pereira Lucena Franco

JUAZEIRO DO NORTE-CE
2021

HEITOR BATISTA LEITE

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

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Coordenação do Curso de Graduação em
Odontologia do Centro Universitário Doutor
Leão Sampaio, como pré-requisito para
obtenção do grau de Bacharel.

Orientador(a): Prof. Esp. Jéferson Martins
Pereira Lucena Franco

Aprovado em 10/12/2021

BANCA EXAMINADORA

Prof. Orientador – Jéferson Martins Pereira Lucena Franco
Centro Universitário Doutor Leão Sampaio

Prof. Me. Wilson Rocha Cortez Teles De Alencar
Centro Universitário Doutor Leão Sampaio

Prof.Me. Dr. Francisco Aurelio Lucchesi Sandrini
Centro Universitário Doutor Leão Sampaio

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à meus pais Lenilson Leite dos Santos e Laedina Viana de Araujo, meus irmãos Eduardo José Viana de Araujo e Maria Tereza Batista Leite e minha namorada e melhor amiga Lorena de Souza Sobral.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela saúde para que me possibilitasse seguir firme na minha caminhada até aqui.

Aos meus pais Lenilson Leite dos Santos e Laedina Viana de Araujo, por todo o suporte, apoio e esforço, mesmo muitas vezes em dificuldades nunca me deixaram faltar nada.

Ao meu irmão Eduardo José Viana de Araujo, pois sem ele não teria chegado até aqui, quando meu apoiou e comprou a minha primeira lista de materiais em um momento de dificuldade, onde meus pais não tinham a condição para tal.

Ao meu tio e padrinho, Dr Lucildo Leite por sempre estar apoiando nossa família, nunca nos deixou desamparados e também a todos os seus filhos, cujo os considero como irmãos.

Aos meus melhores amigos e irmãos Jaalef Xenofonte, Luis Carlos, Matheus Lira, Claudio Maceda e Gilmar Lima.

A minha namorada e melhor amiga Lorena Sobral por todo o amor, carinho e afeto. A sua parceria tornou os meus dias mais difíceis em fáceis, me alegrando e me tornando uma pessoa melhor. Obrigado por me aceitar exatamente assim como eu sou, te amo!

A meu melhor amigo da faculdade e dupla nos estágios Richard Medeiros, apesar dos desentendimentos, crescemos e aprendemos a lidar com adversidades juntos. Obrigado pela parceria de estudo, pelas madrugadas viradas estudando e trabalhando na conclusão desse trabalho.

Aos meus queridos amigos da faculdade Rene Gomes, Yuri Andrade, Hélio Jr, Maurício Dias, Nicole Gonçalves, Marco Vinícius, Maíra Lavor por todos os momentos de descontração, troca de experiências e parceria.

Ao meu querido professor e orientador, Dr. Jéferson Lucena, pela fé em mim, por todas as oportunidades e pelo empenho para a conclusão desse trabalho. É uma grandíssima inspiração para mim, foi um privilegio ser seu aluno e tutorando.

Ao meu querido professor e orientador da monitoria, Dr. Ivo Pita, foi minha primeira inspiração no curso, foi quem me inspirou a trilhar o caminho que estou seguindo. Obrigado por todas as oportunidades e pelo reconhecimento, nunca esquecerei dos seus conselhos e ensinamentos.

A minha querida professora e primeira tutora de estagio, Dra Marcilia Ribeiro, obrigado por toda paciência, ensinamentos e carinho.

A todos os demais professores que contribuíram de alguma forma para o meu crescimentos pessoal e profissional e a todos os funcionarios e colaboradores de Unileão que fazem tantos sonhos se tornarem possíveis!

RESUMO

A osteotomia sagital do ramo mandibular é um dos procedimentos mais utilizados por cirurgiões para correções de deformidades dentofaciais. No decorrer dos anos, diversas técnicas foram desenvolvidas. O objetivo do presente estudo foi comparar os padrões de fratura, torque necessário para a separação sagital mandibular e a visualização do nervo alveolar inferior (NAI) após separação mandibular de acordo com as técnicas descritas por Hunsuck/Epker, Wolford e Posnick. O estudo caracteriza-se como ensaio laboratorial (in vitro), randomizado controlado, duplo-cego e comparativo de intervenção. Sessenta mandíbulas de porco foram divididas com osteotomias na linha média, totalizando cento e vinte hemimandíbulas, trinta para cada grupo do teste. Por meio de uso de um torquímetro acoplado a um suporte rígido de fixação de mandíbulas, foi comparado o torque em newton necessário para divisão mandibular de acordo com as de técnicas Hunsuck/Epker, Wolford e Posnick. Foi comparado também os seus padrões de fratura e exposição do NAI. Observou-se que as forças de torque ao utilizar a técnica descrita por Posnick foi menor em comparação as de Hunsuck/Epker e Wolford. O grupo de Posnick apresentou maior número de padrão de fratura lingual sobre o sulco milo-hióide, enquanto Hunsuck/Epker e Wolford fraturas sobre a região posterior ao canal mandibular. Nos grupos Wolford e Hunsuck/Epker houve em sua maioria uma visualização superior a 50% do NAI, enquanto no Posnick em sua maioria, uma visualização inferior a 50%. Em conclusão a técnica de separação mandibular descrita por Posnick aumenta a previsibilidade das fraturas, reduzindo a ocorrências de fraturas indesejadas, risco de dano ao nervo alveolar inferior e exigindo menor torque para a separação mandibular.

Palavras-chave: Avanço mandibular. Cirurgia ortognática. Osteotomia mandibular. Osteotomia sagital do ramo mandibular.

ABSTRACT

The sagittal split osteotomy of the mandibular ramus is one of the most used procedures by surgeons to correct dentofacial deformities. Over the years, several techniques have been developed. The purpose of the present study was to compare fracture patterns, torque required for mandibular sagittal separation and visualization of the inferior alveolar nerve (IAN) after mandibular separation according to the techniques described by Hunsuck/Epker, Wolford and Posnick. The study is characterized as a laboratory trial (in vitro), randomized controlled, double-blind and intervention comparison. Sixty pig's mandibles were divided with osteotomies in the midline, totaling one hundred and twenty hemimandibles, thirty for each test group. Through the use of a torquemeter attached to a rigid support for fixing the jaws, the torque in Newton required for mandibular division was compared according by the Hunsuck/Epker, Wolford and Posnick's techniques. Their fracture patterns and IAN exposure were also compared. It was observed that the torque forces when using the technique described by Posnick were smaller compared to those of Hunsuck/Epker and Wolford. Posnick's group had a greater number of lingual fracture patterns over the mylohyoid sulcus, while Hunsuck/Epker and Wolford had fractures over the region posterior to the mandibular canal. In the Wolford and Hunsuck/Epker groups there was mostly a view greater than 50% of the IAN, while in Posnick mostly a view less than 50%. In conclusion, the technique of mandibular separation described by Posnick increases the fractures predictability, reducing the occurrence of bad splits, risk of inferior alveolar nerve damage and requiring a smaller torque for mandibular separation.

Keywords: Mandibular advancement. Orthognathic surgery. Mandibular osteotomy. Sagittal osteotomy of the mandibular ramus.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Validação do sistema de teste.....	pág 23
Tabela 2 – Padrão de fraturas e visualização do nervo alveolar inferior nos grupos analisados.....	pág 25

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Interface do programa ImageJ demonstrando o perímetro de avaliação da área radiolucida das mandíbulas previamente a randomização..... pág 15
- Figura 2** - Desenho de uma hemimandíbula de porco, mostrando todas as dimensões utilizadas no protocolo de osteotomias sagital..... pág 16
- Figura 3** – Desenho de uma hemimandíbula de porco, mostrando os esboços das osteotomias sagitais dos ramos mandibulares (Vermelho pontilhado). A) Desenho da técnica descrita por Epker (1977) e Hunsuck (1968). B) Desenho da técnica descrita por Wolford et al (1987), Wolford e Davis (1990) e Wolford (2014). C) Desenho da técnica descrita por Posnick (2014) e Posnick, Choi e Liu, (2016)..... pág 18
- Figura 4** – Equipamento de teste com uma mandíbula de porco e o osteotomo conectado ao medidor de torque.....pág 19
- Figura 5** – 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. (2009). 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.....pág 21
- Figura 6** – Gráfico de barra e 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).....pág 24
- Figura 7** – Gráfico de dispersão com barra da força de torque em newton (n) dos Grupos Hunsuck/Epker (GHE); Wolford (GW) e Posnick (GP).....pág 24

LISTA DE SIGLAS

CEUA	Comitê de Ética no Uso de Animais
EDL	Escala de Divisão Língual
GHE	Grupo Hunsuck/Epker
GP	Grupo Posnick
GW	Grupo Wolford
Kv	Key visual
mAs	Milliampere-seconds
NAI	Nervo Alveolar Inferior
Nm	Newtons Metro
OSSB	Osteotomia de Separação Sagital Bilateral
OSRM	Osteotomia Sagital do Ramo Mandibular

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 METODOLOGIA	13
2.1 CALCULO AMOSTRAL	13
2.2 ANÁLISE RADIOGRÁFICA.....	14
2.3 PREPARO DA AMOSTRA.....	15
2.4 TÉCNICAS CIRÚRGICAS	17
2.4.1TÉCNICA DE HUNSUCK/EPKER	17
2.4.2 TÉCNICA DE WOLFORD	17
2.4.3 TÉCNICA DE POSNICK	17
2.5 ENSAIO MECÂNICO.....	19
2.5.1 SUPORTE DE TESTES.....	19
2.5.2 REALIZAÇÃO DO ENSAIO MECÂNICO.....	20
2.5.3 ANÁLISE DOS PADRÕES DE FRATURA.....	20
2.5.4 ORGANIZAÇÃO E ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	22
3 RESULTADOS.....	23
4 DISCUSSÃO.....	26
5 CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

A técnica cirúrgica da osteotomia sagital do ramo mandibular é um dos procedimentos cirúrgicos mais realizados na cirurgia ortognática, sua ampla variedade de desenhos proporciona um leque de opções oferecendo um amplo contato entre os segmentos osteotomizados, possibilitando uma melhor cicatrização e estabilidade possível. A técnica cirúrgica sofreu diferentes modificações tanto no que diz respeito a fixação quanto ao desenho da osteotomia desde que foi descrita inicialmente por Trauner & Obwegeser em 1957. (DAL PONT, 1961; HUNSUCK, 1968; EPKER, 1977; POLIDO, 1999; WOLFORD, 2000; TUCKER, 2002).

Porém como todo procedimento cirúrgico, as osteotomias sagitais do ramo mandibular (OSRM) oferecem riscos e um deles é a fratura indesejada. A literatura mostra evidências que fraturas indesejadas (bad split) podem variar amplamente, de 1–23% segundo Hou 2015. Fraturas da placa vestibular do segmento proximal, da placa lingual do segmento distal, e do processo coronoide do segmento proximal são as mais comumente registradas fraturas indesejadas (HOU, 2015).

O mais notável entre as inúmeras modificações são as alterações na osteotomia para aumentar a previsibilidade da divisão, como documentado por Dal Pont (1961), Hunsuck (1968) e outros. Uma modificação mais recente no design da OSRM altera a posição da osteotomia horizontal medial para ser ao nível do plano oclusal mandibular. Inicialmente descrito e realizado por Posnick, esta modificação mantém o corte baixo (próximo ao plano oclusal mandibular) e curto (anterior a ligula) em um esforço para evitar uma bad split. Posnick et al. (2016) documentaram uma vasta experiência com esta técnica em mais de 500 OSRM em pacientes com mandíbulas morfológicamente normais. Recentemente foi demonstrada a eficácia desta técnica quando aplicada a morfologias mandibulares atípicas com risco aumentado de bad splits, por exemplo em ramos sem espaço medular favorável acima da língula e/ou largura retromolar estreita (HOPPER et al., 2020).

A motivação maior deste estudo é fundamentada na escassez de trabalhos na literatura que correlacionam as técnicas mais consolidadas de osteotomia sagital do ramo mandibular, afim de avaliar qual destas técnicas apresentam menor possibilidade de

fratura indesejada da mandíbula durante a separação, impactando positivamente a conduta de cirurgias bucomaxilofaciais e expondo os pacientes a menor possibilidade de complicações.

Objetivo deste estudo é comparar as seguintes temáticas clínicas: os padrões de fratura lingual utilizando as técnicas de Hunsuck/Epker, Wolford e Posnick em mandíbulas de porco são semelhantes? E qual destas apresenta menor possibilidade de fratura indesejada? Outro objetivo é analisar se a osteotomia na borda inferior da mandíbula possibilita uma divisão previsível e controlada com menor torque em mandíbulas de porco.

2 METODOLOGIA

Este estudo laboratorial (*in vitro*), randomizado controlado, duplo-cego e comparativo de intervenção 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 ± 3 cm), sem sinais de quaisquer alterações estruturais e que apresetem 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 foram utilizadas 15 mandíbulas. Para validar o sistema de teste, 15 mandíbulas de porcos foram divididas entre os incisivos centrais inferiores ao longo da linha mediana, gerando 30 hemimandíbulas que serão 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® Excell (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 Chistus – UNICHISTUS, Brasil o qual revisou e aprovou este estudo (número de referência: 014/20). Todas as mandíbulas que foram utilizadas estavam programadas para destruição, por motivos não relacionados a esta pesquisa.

2.1 CALCULO AMOSTRAL

No estudo de Möhlhenrich et al. (2017) 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

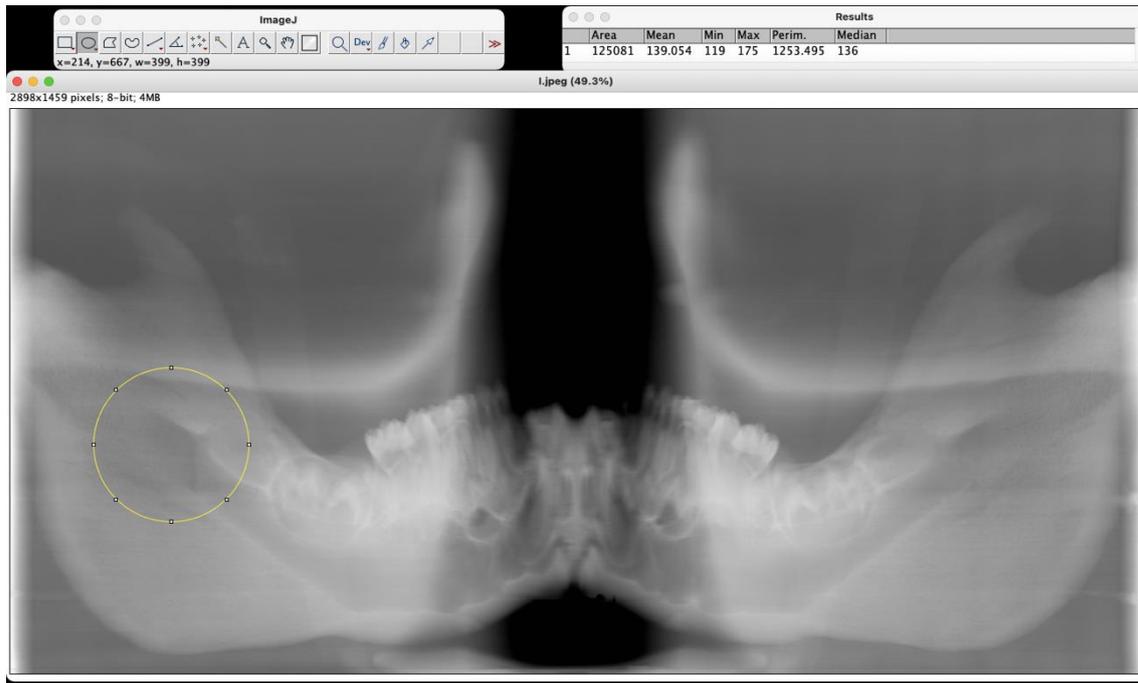
fórmulas ajustadas de Hozo et al. (2005), foram estimados as médias e desvio padrão de cada medida. Uma vez que a técnica Modified burr osteotomy apresentava menor tempo de osteotomia que a técnica modified ultrasonic osteotomy (490 ± 99 vs. 723 ± 202 segundos) estimou-se necessário avaliar dez mandíbulas 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.

2.2 ANÁLISE RADIOGRÁFICA

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 (Milliampere-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 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 analisado 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*) (Fig. 1).

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



Fonte: Própria (2021).

As três medidas da análise feita em triplicidade foram calculadas como médias e designadas como a unidade de amostra. Nos casos de divergência superior ou inferior à 5% de 138.902 pixel, que correspondente a média obtida de três mandíbulas escolhidas de forma randomizada da área demarcada radiolucida, a mandíbula foi substituída, permitindo a padronização da densidade óssea.

2.3 PREPARO DA AMOSTRA

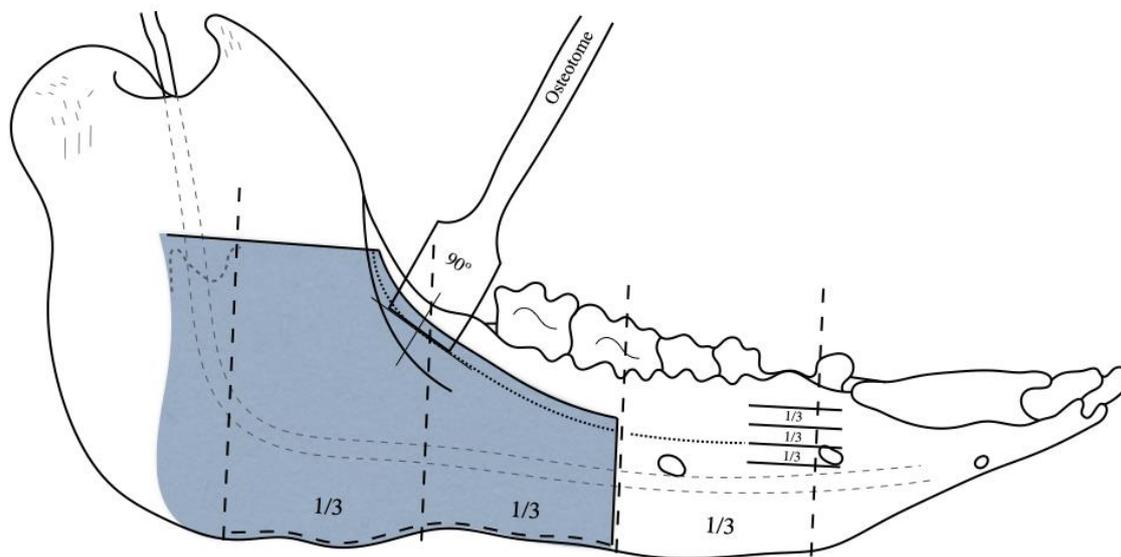
Um único especialista em cirurgia oral e maxilofacial (J.M.P.L.F), com experiência em realização de osteotomias sagitais dos ramos mandibulares, em especial nas técnicas avaliadas, realizou as osteotomias de acordo com os grupos experimentais. As hemimandíbulas, foram fixadas em suporte de teste permitindo 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, conforme descrito por Schoen et al. (2011), Böckmann et al. (2015) e Böckmann et al. (2017).

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 mentonianos) e o forame da mandíbula o comprimento total da área da osteotomia sagital nos grupos. Cada hemimandíbula foi então dividida em três seguimentos iguais, sendo o primeiro o seguimento medial e o terceiro o seguimento distal (Fig. 2). O desenho da osteotomia vertical foi realizado 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 Epker, Wolford e Davis e Posnick, 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 cinzeis.

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



Fonte: Própria (2021).

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 sejam mantidas, como o comprimento da osteotomia horizontal medial na fossa retrolingual e a profundidade das osteotomias.

2.4 TÉCNICAS CIRÚRGICAS

2.4.1 TÉCNICA DE HUNSUCK/EPKER

Uma osteotomia horizontal monocortical foi realizada acima do forame da mandíbula na face interna do ramo ascendente, como descrito por Epker 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 mentual 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 Hunsuck em 1968 (Fig. 3A).

2.4.2 TÉCNICA DE WOLFORD

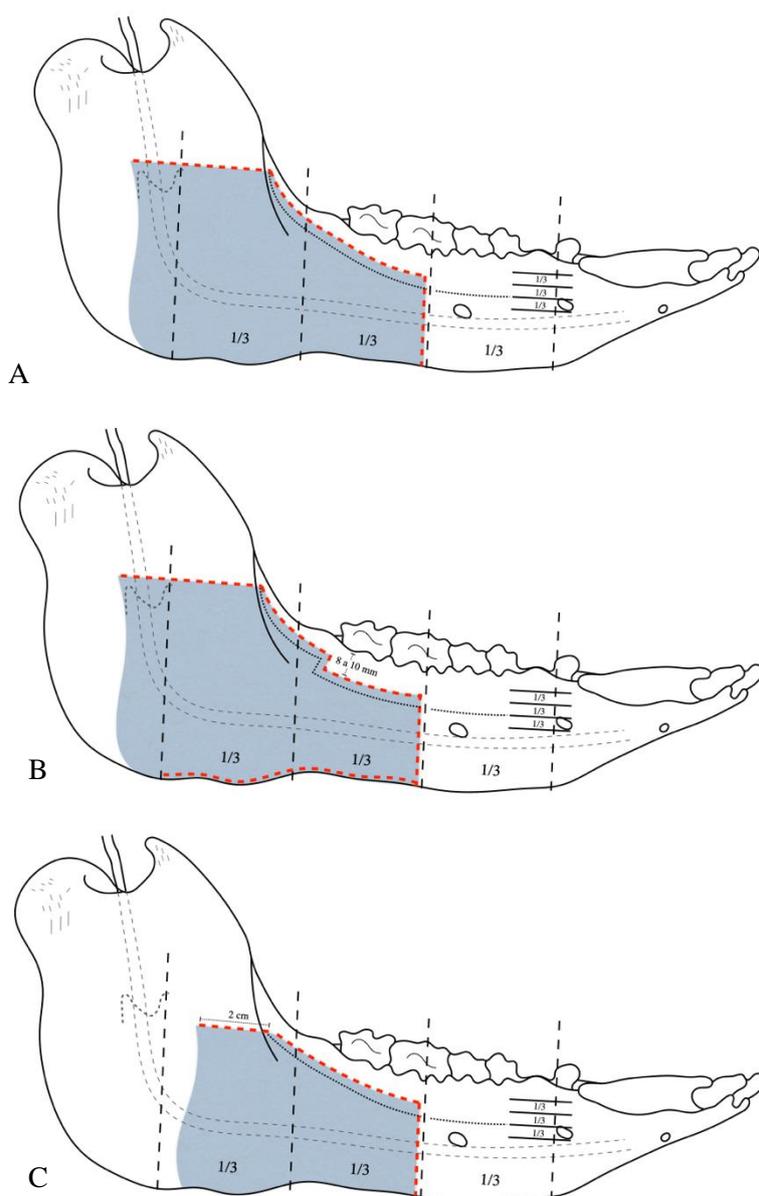
A osteotomia monocortical medial é realizada através da cortical lingual do ramo ascendente da mandíbula, logo acima da línula, estendendo-se levemente posteriormente ao forame mandibular. A osteotomia é procedida ao longo da linha oblíqua externa até a região distal a segundo molar, e então é direcionada perpendicularmente à cortical lateral, 8 a 10 mm abaixo da crista alveolar, conforme descrito por Wolford et al. (2015). A osteotomia sagital ao longo da linha oblíqua externa é 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, está conectada com uma osteotomia iniciada na borda cortical anterior e direcionada posteriormente até a região antigoniana, seguindo a descrição de Wolford e Davis em 1990 e Wolford em 2000 (Fig. 3B).

2.4.3 TÉCNICA DE POSNICK

A osteotomia horizontal monocortical é 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 é continuada

anteriormente lateral aos molares inferiores até os dois terços da distância entre o forame mandibular e o forame mental médio. A osteotomia vertical começa na borda inferior da mandíbula e é direcionada de forma biselada em 45° superiormente até conectar-se à osteotomia lateral, que foi previamente concluída, conforme descrito por Posnick et al. (2016) (Fig. 3C).

Figura 3. Desenho de uma hemimandíbula de porco, mostrando os esboços das osteotomias sagitais dos ramos mandibulares (Vermelho pontilhado). A) Desenho da técnica descrita por Epker (1977) e Hunsuck (1968). B) Desenho da técnica descrita por Wolford et al. (1987), Wolford e Davis (1990) e Wolford (2014). C) Desenho da técnica descrita por Posnick (2014) e Posnick, Choi e Liu, (2016).



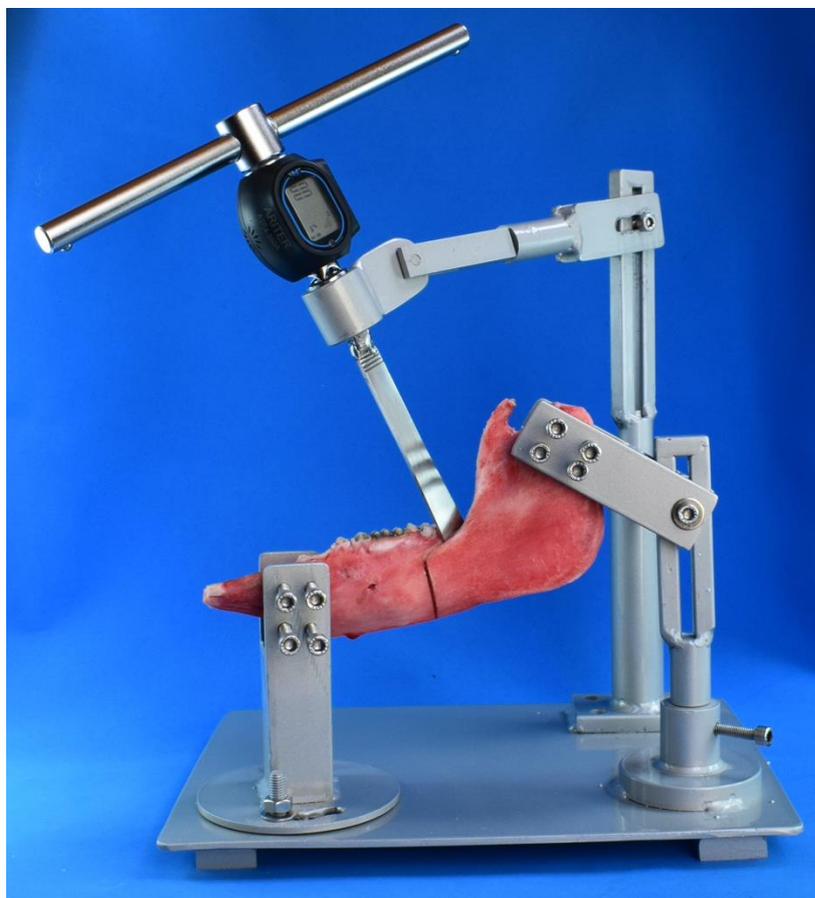
Fonte: Própria (2021).

2.5 ENSAIO MECÂNICO

2.5.1 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 al. (2011). 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 (Fig. 4).

Figura 4. Equipamento de teste com uma mandíbula de porco e o osteotomo conectado ao medidor de torque.



Fonte: Própria (2021).

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.

2.5.2 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.

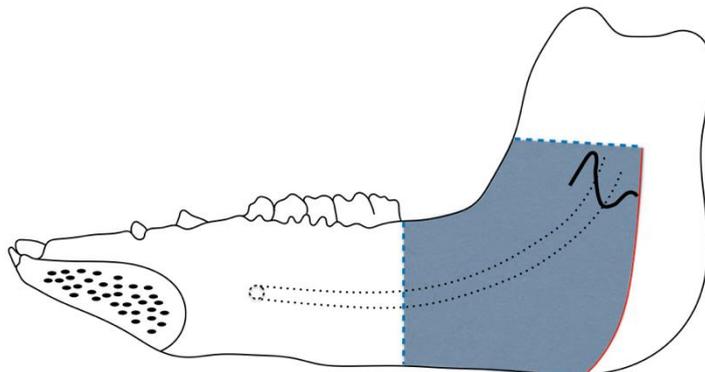
O medidor de torque foi programado para informar a máxima carga de resistência em Nm, quanto da aplicação de carga progressiva. Em seguida, a força máxima de torque necessário para dividir a mandíbula foi registrada.

2.5.3 ANÁLISE DOS PADRÕES DE FRATURA

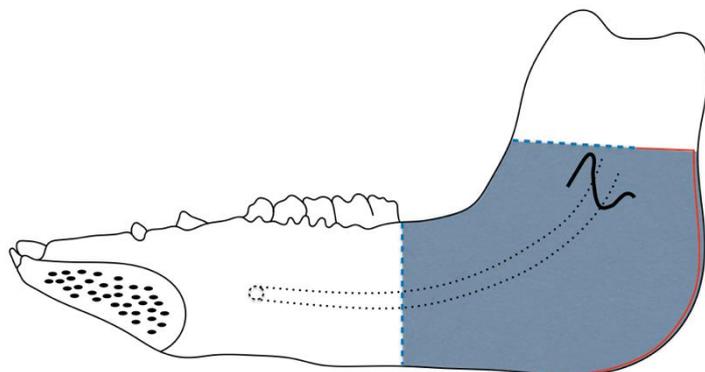
Após as divisões sagitais mandibulares dos três grupos, os padrões de fraturas foram analisados e registrados de acordo com uma escala de divisão lingual (EDL) modificada por Plooij et al. (2009) Nesta escala, em todos os casos, a fratura começa na extremidade distal do corte ósseo medial e segue um 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 fraturas desfavoráveis, também conhecidas como “Bad Split” (Fig. 5). 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 II e III não são necessariamente ideias, mas não causam complicações pós-operatórias, já o padrão de fratura tipo IV inclui fraturas com maiores riscos de recuperação pós-operatória.

Figura 5. 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. (2009). 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.

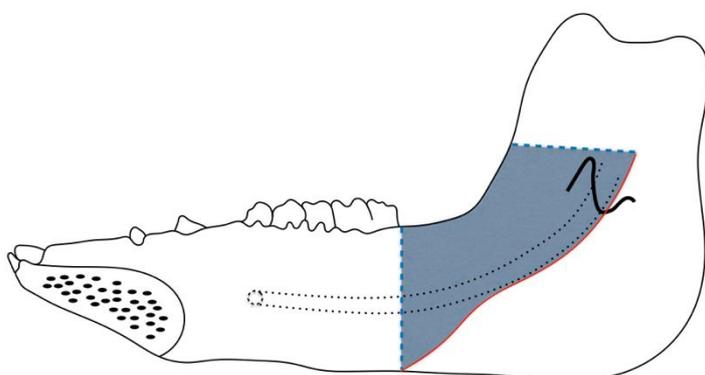
EDL 1



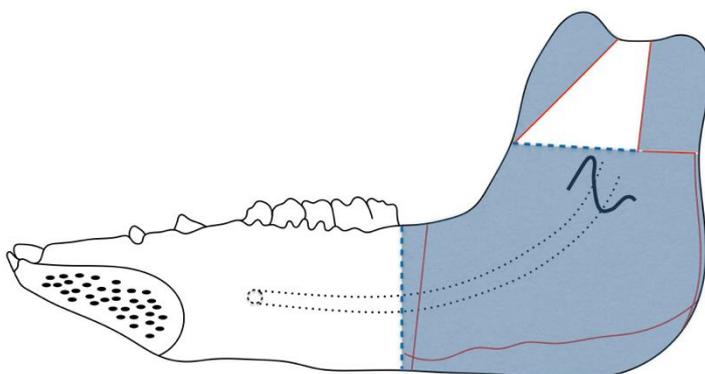
EDL 2



EDL 3



EDL 4



Fonte: Própria (2021).

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 distal, mais de 50% visível no segmento distal e completamente visível no segmento proximal da mandíbula.

2.5.4 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.

3 RESULTADOS

O primeiro lote de 15 mandíbulas foi usado 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.

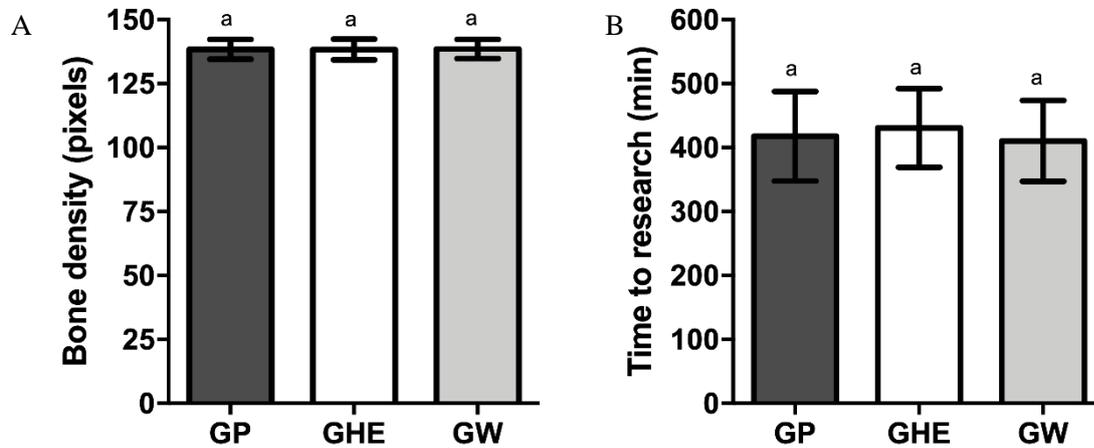
Torque Lado Direito	Torque Lado Esquerdo	Diferença entre as médias	(r)	p- Valor
GP				
2.16±0.06 N	2.12±0.09	-0,04±0.11	-0.45	0.5740
GHE				
4.32±0.08 N	4.26±0.06	-0.06±0.10	-0.73	0.5024
GW				
3.02±0.1	3.04±0.1	-0.04±0.14	-0.58	0.9563

(r): *Correlação de Pearso*; GHE: *Grupo Hunsuck/Epker*; GP: *Grupo Posnick*; GW: *Grupo Wolford*; N: *Newton*; p-Valor: *Probabilidade de mudança significativa no tratamento*.

Fonte: Própria (2021).

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) ($p = 0,474$) (Fig. 6).

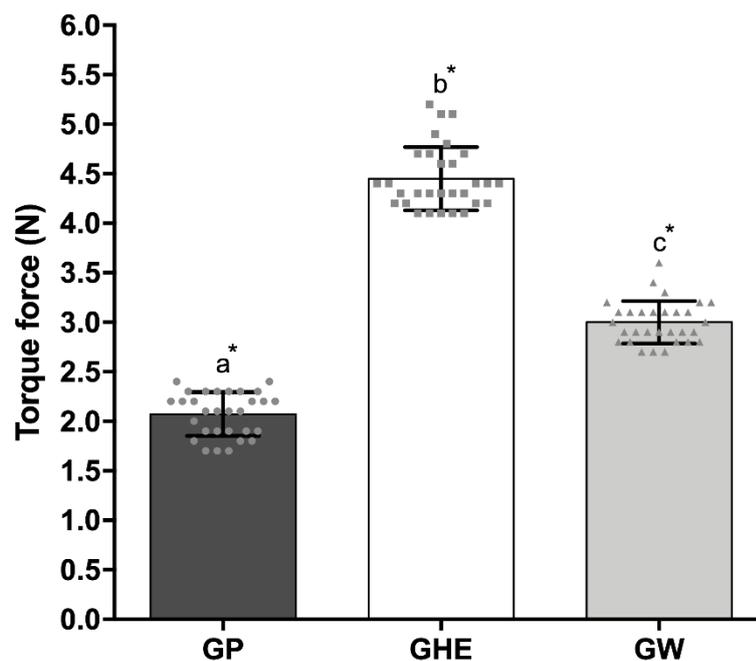
Figura 6. Gráfico de barra e coluna do Grupo Hunsuck/Epker (GHE); Grupo Wolford (GW) e Grupo Posnick (GP). A) Média da densidade óssea em pixels. B) Média do tempo entre o abatimento e a pesquisa em minutos (min).



Fonte: Própria (2021).

O torque médio do grupo GHE (4.45 ± 0.32 N) foi significamente maior que do grupo GW (3.00 ± 0.21 N) e ambos foram superiores ao grupo GP (2.07 ± 0.22 N) ($p < 0.001$) (Fig. 7).

Figura 7. Gráfico de dispersão com barra da força de torque em newton (n) dos Grupos Hunsuck/Epker (GHE); Wolford (GW) e Posnick (GP).



Fonte: Própria (2021).

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	
Padrão de fratura				
EDL1	3	17**	28**	<0.001
EDL2	0	3	2	
EDL3	27**	6	0	
EDL4	0	4	0	
Visualização do nervo distal				
Não	2	0	0	<0.001
$<50\%$	25**	3	0	
$>50\%$	3	10	26**	
Completamente	0	17**	4	

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

Fonte: Própria (2021).

4 DISCUSSÃO

A osteotomia do ramo mandibular é um procedimento cirúrgico versátil para a correção de deformidades esqueléticas de deficiência, excesso e assimetria mandibular. Neste estudo foram comparadas diversas técnicas a fim de chegar a conclusões a respeito da eficiência e previsibilidade de tais, quanto a padrões de fraturas indesejadas, torque necessário para separação sagital e visualização do NAI, através de métodos que buscaram minimizar quaisquer variáveis que fugissem ao padrão do estudo, mantendo grupos de testes padronizados em todos os aspectos para que não houvesse distorções nos resultados.

Foram realizados testes para confirmar a hipótese de que a osteotomia na região basilar da mandíbula reduz consideravelmente o risco de fraturas indesejadas, podendo se observar diferenças estatísticas relevantes em todos os testes realizados, também como a diminuição no torque necessário, visualização do NAI e padrão de fraturas do grupo Posnick em comparação aos demais grupos (Wolford e Hunsuk/Epker).

A OSRM é um procedimento cirúrgico amplamente utilizado para a correção de deformidades dentofaciais desde o início do século XX, abordagens extraorais foram usadas por Kostecka et al (1931) e Kazanjian et al (1951) para atingir esses objetivos frequentemente resultando em pseudoartrose, cicatrizes visíveis, paralisia do nervo facial e dormência labial.

A era moderna da cirurgia ortognática começou com a introdução da osteotomia de separação sagital bilateral (OSSB) descrita por Trauner e Obwegeser em 1955 e 1957 e modificada com a sua utilização por via intraoral. A técnica cirúrgica envolveu uma osteotomia horizontal através da cortical lingual acima do forame mandibular e uma segunda osteotomia horizontal na cortical bucal, sendo conectada por uma terceira osteotomia vertical. Este novo método levou a uma redução significativa em todas as complicações. Além disso, os resultados estéticos melhoraram, uma vez que, o segmento proximal da mandíbula permaneceu em sua posição original.

Posteriormente Dal Pont et al. em 1961 introduziu mais modificações na técnica original de Trauner e Obwegeser, utilizando uma osteotomia lateral vertical, devendo ser realizada substituindo osteotomia posterior no corpo da mandíbula, dividindo-o até a borda posterior da mandíbula possibilitando um maior contato ósseo e um prognóstico mais favorável para remodelação ossea. Em seguida, Hunsuck em 1968 propôs que a osteotomia medial da cortical ossea fosse empregada após o forame mandibular, mais

distalmente a técnica anterior. Logo após, Epker introduziu a osteotomia medial horizontal, se tornando uma técnica ainda mais conservadora quanto a excisão desnecessária da cinta pterigomasseterica, e uma osteotomia completa da borda inferior mandibular minimizaria o risco de fraturas indesejadas dos segmentos ósseos, e também lesões do nervo alveolar inferior.

Já Wolford et al. (1987) propôs uma modificação na estrutura do desenho da osteotomia, incluindo uma parte da linha oblíqua externa, ajudando no fortalecimento da porção distal, visando uma interface óssea de melhor qualidade e maior precisão da posição condilar, sendo assim reduziu drasticamente o risco de fratura vertical posterior ao segundo molar. Entretanto ainda havia uma grande carência de dados que comprovassem se a osteotomia adicionada inferiormente a mandíbula facilitaria de fato a separação mandibular adequada.

Posteriormente, Posnick et al. (2014) descreveram uma nova modificação na técnica, localizada na região do ramo ascendente da mandíbula prevenindo grande parte das separações indesejadas, diferente das técnicas apresentadas anteriormente que propuseram alterações na área proximal, sugerindo uma osteotomia na cortical medial do ramo mandibular “curta e baixa”, para isso a osteotomia medial não poderia se estender mais do que 2 cm distalmente e deveria ser realizada abaixo do forame mandibular, em uma posição paralela e logo acima do plano oclusal.

Os dados apresentados nesta pesquisa destacam uma redução considerável ($p < 0.001$) na força necessária para induzir a separação mandibular do grupo Posnick quando comparada com as técnicas de Hunsuck/Epker e Wolford, representando uma redução média de 53% e 31% respectivamente. Os resultados da pesquisa mostraram que 56,7% das fraturas do Grupo GHE possuem 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 fraturas indesejadas.

Os resultados desta pesquisa também expuseram outro ponto importante, que é a visualização do NAI após a divisão mandibular, mostraram que ao utilizar a técnica de Wolford mais de 50% do nervo encontrava-se completamente visível, assim como, utilizando a técnica de Hunsuck/Epker, 90% das separações permitiram a visualização de mais de 50% do nervo, entretanto quando foi avaliado o grupo Posnick, 90% das hemimandíbulas apresentaram uma visualização inferior a 50% do NAI.

O ensino clássico de OSRM instrui ao cirurgião a liberar por completo o NAI dos segmentos proximais se permanecer preso após a osteotomia. Geralmente para a liberação

do nervo é necessário realizar uma dissecação na bainha neural e osteotomias adicionais no segmento proximal e distal. Mesmo realizadas com cautela, tais manobras, geram no mínimo uma neuropraxia podendo até mesmo evoluir para uma axonotmese ou a neurotmese. A recuperação do NAI após OSRM foi estudada já foi amplamente analisada e atualmente, não há evidências convincentes de que a liberação total do NAI da porção proximal resulte em uma incidência menor de parestesia pós cirúrgica.

Buscando sanar tais dúvidas o presente estudo foi realizado, onde a técnica cirúrgica de Posnick foi a que apresentou o menor índice de bad splits, também como uma menor necessidade de torque e menor incidência de parestesias quando comparada aos demais devido a sua menor exposição, evidenciando-a como a técnica mais previsível e confiável para cirurgias bucomaxilofaciais de acordo com os dados apresentados neste estudo, necessitando ainda de pesquisas posteriores realizadas em mandibular humanas, onde provavelmente resultariam em dados mais precisos pela composição ossea das mandíbulas humanas serem mais esponjosas favorecendo a realização da osteotomia sagital.

5 CONCLUSÃO

Por meio da metodologia empregada e dos resultados obtidos é possível concluir que houve alteração nos padrões de fraturas. Os dados mostram que a técnica proposta por Hunsuck/Epker possui maior instabilidade na precisão da fratura induzida. A técnica proposta por Wolford mostrou resultados positivos com padrões de fratura controlados, porém com grande extensão. Enquanto a de Posnick se mostrou a técnica com menor possibilidade de fraturas indesejadas, além de fraturas menos agressivas.

Em comparação a técnica de Hunsuck/Epker: Wolford teve fraturas induzidas controladas, porém de maior extensão, com prevalência no padrão EDL1; Posnick teve fraturas induzidas mais controladas EDL3, com menor incidência de fraturas indesejadas.

Portanto conclui-se que a técnica mais previsível e minimamente invasiva é a de Posnick, pois apresentou um índice de intercorrências muito menores frente aos outros métodos de Husuk/Epker e Wolford. Passando assim uma maior segurança e confiabilidade no sucesso do procedimento aos cirurgiões e um melhor prognóstico geral para os pacientes no tocante a resultados desejados, recuperação e cicatrização.

REFERÊNCIAS

- BÖCKMANN, R. et al. In vitro comparison of the sagittal split osteotomy with and without inferior border osteotomy. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 73, n. 2, p. 316-323, 2015.
- BÖCKMANN, R. et al. Pilot study of modification of the bilateral sagittal split osteotomy (BSSO) in pig mandibles. **Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery**, v. 39, n. 3, p. 169-172, 2011.
- 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. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 75, n. 8, p. 1742.e1-1742.e9, 2017.
- DAL PONT, G. Retromolar osteotomy for the correction of prognathism. **J Oral Surg Anesth Hosp Dent Serv**, v.19, p.42-47, 1961.
- EPKER, B.N. Modifications in the sagittal osteotomy of the mandible. **J Oral Surg**, v.35, n. 2, p.157-9, 1977.
- FERRETTI, C.; REYNEKE, J. P. Mandibular sagittal split osteotomies fixed with biodegradable or titanium screws: a prospective, comparative study of postoperative stability. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 93, n. 5, p. 534-537, May. 2002.
- HOPPER, J. S.; SOBOL, D. L.; ETTINGER, R. E.; SUSARLA, S. M. Mandibular Foramen Position Predicts Inferior Alveolar Nerve Location After Sagittal Split Osteotomy With a Low Medial Cut. **American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons**, v. 79, n. 1, p. 205-206, 2021.
- HOU, M.; YU, T.; WANG, J. Evaluation of the mandibular split patterns in sagittal split ramus osteotomy. **J Oral Maxillofac. Surg.**, May. 2015.
- HOZO, S. P.; DJULBEGOVIC, B.; HOZO, I. Estimating the mean and variance from the median, range, and the size of a sample. **BMC medical research methodology**, v. 5, n.1, p.13, 2005.
- HUNSUCK, E.E. A modified intraoral sagittal splitting technic for correction of mandibular prognathism. **J Oral Surg**, v.26, n.4, p.250-3, 1968.
- KAZANJIAN, V.H. The treatment of mandibular prognathism with special reference to edentulous patients. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v.4, p.680- 688, 1951.
- KOSTECKA, F. Die chirurgische Therapie der Progenie. **Zahnarztl Rundsch**, v.40, p.669-687, 1931.
- MÖHLHENRICH, S. C. 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. **Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery**, v. 45, n. 5, p. 762-767, 2017.

MÖHLHENRICH, S. C.; 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. **International journal of oral and maxillofacial surgery**, v. 48, n. 5, p. 620-628, 2019.

NASCIMENTO, F. F. A. O. Avaliação biomecânica de três desenhos de osteotomia sagital do baixo mandibular. 2010. 66 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Piracicaba, SP, Ago. 2010.

OLIVEIRA, L. B. Avaliação mecânica de seis formas de fixação interna da osteotomia sagital do ramo mandibular, em movimentos de avanço com rotação anti-horária. 2016. 52 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia de Araraquara, Araraquara, SP, 2016.

PLOOIJ, J. M. et al. 3D evaluation of the lingual fracture line after a bilateral sagittal split osteotomy of the mandible. **International journal of oral and maxillofacial surgery**, v. 38, n. 12, p. 1244-1249, 2009.

POLIDO W.D. Osteotomia sagital do ramo mandibular. In: Araujo A, editor. Cirurgia ortognática. São Paulo, Santos, 1999.

POSNICK, J. C. Sequencing of orthognathic procedures: Step-by-step approach. In: Orthognathic surgery: principles and practice. Elsevier, St Louis, MO, p. 441-474, 2014.

POSNICK, J. C.; 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. **International journal of oral and maxillofacial surgery**, v. 45, n. 10, p. 1187-1194, 2016.

SCHOEN, P. et al. Modification of the bilateral sagittal split osteotomy (BSSO) in a study using pig mandibles. **International journal of oral and maxillofacial surgery**, v. 40, n. 5, p. 516-520, 2011.

SIQUEIRA, D. F.; CASTRO A. M. A., SANTOS J. J. A.; MALTAGLIATI LILIANA A.; ANGELIERI F. A estabilidade do avanço mandibular cirúrgico por meio da osteotomia bilateral sagital: uma revisão. **Rev. Dent. Press Ortodon. Ortop. Facial**, Maringá, v. 12, n. 5, p. 126-132, Out. 2007.

THIELE, O.C. et al. Moving the mandible in orthognathic surgery - A multicenter analysis. **J Craniomaxillofac Surg**, v.44, n.5, p.579-83, 2016.

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**, v.10, n.7, p.677-689, 1957.

TRAUNER, R.; OBWEGESER, H. Zur Operationstechnik bei der Progenia und anderen Unterkieferanomalien. **Dtsch Zahn Mund Kieferheilkd**, v.23, p.11-25, 1955.

TUCKER M.R. Management of severe mandibular retrognathia in the adult patient using traditional orthognathic surgery. **J Oral Maxillofac Surg**. 2002.

VERWEIJ, J. P.; MENSINK, G.; HOUPPERMANS, P. N. W. J.; MERKESTYN, J. P. R. Angled Osteotomy Design Aimed to Influence the Lingual Fracture Line in Bilateral Sagittal Split Osteotomy: A Human Cadaveric Study. **J Oral Surg**, v. 73:1983-1993, 2015.

WOLFORD L.M. The sagittal split ramus osteotomy as the preferred treatment for mandibular prognathism. **J Oral Maxillofac Surg**. 2000.

WOLFORD, L.M. Influence of Osteotomy Design on Bilateral Mandibular Ramus Sagittal Split Osteotomy. **J Oral Maxillofac Surg**, v. 73, n.10, p. 1994- 2004, 2015.

WOLFORD, L.M.; BENNETT, M.A.; RAFFERTY, C.G. Modification of the mandibular ramus sagittal split osteotomy. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v.64, n.2, p.146-55, 1987.

WOLFORD, L.M.; DAVIS, W.M.JR. The mandibular inferior border split: A modification in the sagittal split osteotomy. **J Oral Maxillofac Surg**, v.48, n.1, 1990.