

Distração osteogênica do osso mandibular: uma revisão bibliográfica



Artigo de Revisão Bibliográfica

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

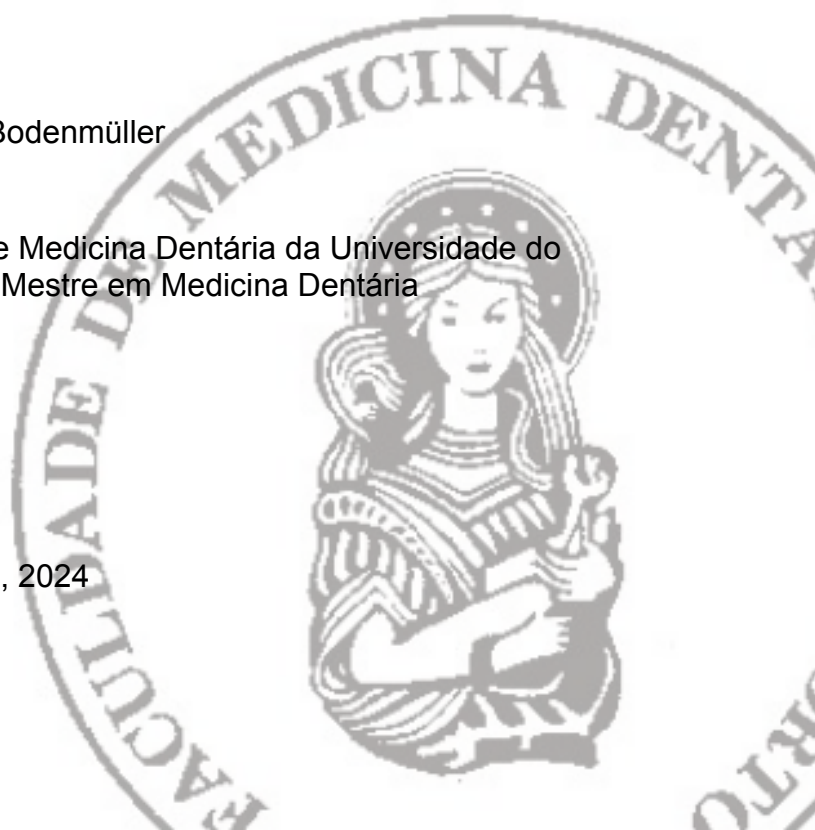
Distração osteogênica do osso mandibular : uma revisão bibliográfica

Distraction osteogenesis of the mandibular bone: a literature review

Fernanda Bodenmüller

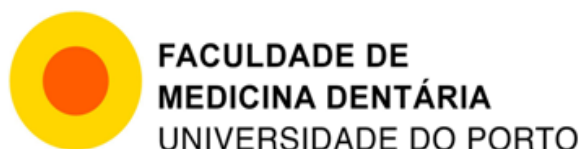
Monografia apresentada à Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto para obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Porto, 2024



“²³ Tudo o que fizerem, façam de todo o coração, como para o Senhor, e não para os homens, ²⁴ sabendo que receberão do Senhor a recompensa da herança. É a Cristo, Senhor, que vocês estão servindo.”

Colossenses 3: 23-24



Distração osteogênica do osso mandibular: uma revisão bibliográfica

Distraction osteogenesis of the mandibular bone: a literature review

Área Científica: Biociências orais

Autor: Fernanda Bodenmüller

Número mecanográfico: UP202200216

Contacto: bodenmuller.fernanda@gmail.com
/up202200216@edu.fmd.up.pt

Orientadora: Maria Helena Raposo Fernandes, Professora Catedrática da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

Co-Orientador: Eduardo Sanches Gonçalves, Professor Associado da Universidade de São Paulo

Porto, 2024

RESUMO

A reabilitação de grandes deformidades faciais de origem genética ou adquirida, consiste em um desafio na reabilitação do paciente. Com o advento da terapia de Distração Osteogênica (DO), a correção das deformidades ganhou um novo rumo. O tratamento, originado na área médica da ortopedia e idealizado para ossos longos, passou a ser adaptado aos ossos da face para a correção cirúrgica de grandes deformidades faciais. O principal benefício está na tração contínua dos ossos, de forma que haja neoformação óssea, associada ao acompanhamento dos tecidos moles de forma gradual, principal característica e vantagem da DO. O presente trabalho teve como objetivo, avaliar a eficácia da DO no tratamento de discrepâncias do osso mandibular. Na revisão de literatura, foi realizada uma pesquisa eletrônica em busca de artigos científicos que abordam a Terapia Cirúrgica de Distração Osteogênica do osso Mandibular, incluindo-se histórico, aplicações, vantagens e desvantagens, protocolos e estabilidade a longo prazo, consultando-se nas bases de dados LILACS, SciELO, MEDLINE, Google Scholar e PubMed por meio dos termos: “Orthopedic”. “Distraction Osteogenesis”, “Bone Lengthening”, “Mandible” (MeSH). Diante desta revisão, conclui-se que a terapia de Distração Osteogênica do osso Mandibular consiste em um tratamento efetivo em termos de ganhos funcionais e estéticos, além de apresentar de maneira geral, boa estabilidade a longo prazo, por mecanismos bem conhecidos e estabelecidos de neoformação óssea, em ganhos maiores que 10mm, principalmente para grandes deformidades faciais; e que ainda serão necessários futuros estudos clínicos com maior número de participantes, corrigindo-se possíveis tipos de viés, e com maiores acompanhamentos longitudinais.

Palavras-chave: “Orthopedic”. “Distraction Osteogenesis”, “Bone Lengthening”, “Mandible” (MeSH)

ABSTRACT

The rehabilitation of major genetic or acquired facial deformities poses a challenge in patient recovery. With the emergence of Distraction Osteogenesis (DO) therapy, the correction of these deformities took a new direction. The treatment, originating in the field of orthopedics and initially designed for long bones, has been adapted for facial bones to surgically correct significant facial deformities. The main benefit lies in the continuous traction of the bones, promoting new bone formation along with gradual monitoring of soft tissues, a primary characteristic and advantage of DO. The aim of this study was to evaluate the effectiveness of DO in treating discrepancies in the mandibular bone. In the literature review, electronic research was conducted to find scientific articles addressing Surgical Distraction Osteogenesis therapy of the mandibular bone. This included historical context, applications, advantages and disadvantages, protocols, and long-term stability. Databases such as LILACS, SciELO, MEDLINE, Google Scholar, and PubMed were searched using the terms: "Orthopedic", "Distraction Osteogenesis", "Bone Lengthening", "Mandible" (MeSH). Based on this review, it is concluded that Distraction Osteogenesis therapy of the mandibular bone proves to be an effective treatment in terms of functional and aesthetic gains. It also generally demonstrates good long-term stability due to well-established mechanisms of new bone formation, particularly for deformities exceeding 10mm, primarily in the case of major facial deformities. Further clinical studies with larger participant numbers, addressing potential biases, and incorporating longer follow-up periods are still required.

Keywords: "Orthopedic", "Distraction Osteogenesis", "Bone Lengthening", "Mandible" (MeSH)

Lista de abreviaturas e siglas

ATM	Articulação Temporomandibular
BMP's	Proteína Morfogenética Óssea
DO	Distração Osteogênica
DOMM	Distração Osteogênica Médio-Sagital da Mandíbula
DOM	Distração Osteogênica Mandibular
LILACS	Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde
TGF - β	Fator de transformação do crescimento beta
TGF - β 1	Fator de transformação do crescimento beta um
MEDLINE	MEDlars onLINE
MeSH	Medical Subjects Heading
MRNA	Ácido ribonucleico mensageiro
SciELO	Scientific Electronic Library Online

Tabelas e figuras

1. Figura 01. Metodologia	12
2. Figura 02. Neoformação óssea no decorrer da Distração Osteogênica...	15
3. Figura 03. Osso Mandibular	18
4. Tabela 01. Artigos selecionados	25

Sumário

1. Introdução	9
2. Objetivos	10
3. Métodos	11
4. Histórico: Distração Osteogênica do Osso Mandibular	13
4.1 Princípios biológicos	14
4.2 Distração Osteogênica Mandibular	17
4.3 Etapas cirúrgicas	22
4.4 Vantagens e desvantagens	23
4.5 Estabilidade a longo prazo	24
5. Eficácia da Distração Osteogênica do Osso Mandibular	25
6. Conclusões	28
7. Referências	29
8. Anexos	40

1. Introdução

A terapia de Distração Osteogênica (DO), tratamento ortopédico idealizado para ossos longos e inicialmente documentada na área médica, passou a ser adaptada aos ossos da face para a correção cirúrgica de grandes deformidades faciais, com o principal benefício de tração contínua dos ossos, com resultante neoformação, e acompanhamento dos tecidos moles, o que consiste na principal vantagem desta intervenção cirúrgica.

Há mais de dois mil anos documentada, desde os tempos de Hipócrates, e com o tempo aprimorada, a técnica de neoformação óssea avançou significativamente no século XX, após ser inicialmente realizada por Codivilla, e posteriormente aprimorada por grandes estudiosos acerca do tema como Ilizarov, que contribuiu significativamente durante a Segunda Guerra Mundial para o conhecimento da DO, postulando teorias que seriam essenciais para a compreensão acerca do tema.

Tais estudos, inicialmente realizados por DO com fixação externa, em ossos longos como o osso fêmur, passaram a ser incorporados mais recentemente, à área da cirurgia bucomaxilofacial, aos ossos do complexo maxilomandibular, introduzidos por Rosenthal, em 1927, quando se passou então a aplicar a neoformação óssea cirurgicamente assistida, por meio da DO, para a correção de discrepâncias esqueléticas dos ossos da face.

A DO mostrou-se um procedimento cirúrgico eficaz para o tratamento de assimetrias faciais importantes, dentre as quais pode-se citar a sequência de Pierre Robin, Microsomia hemifacial, Síndrome de Treacher-Collins e demais deformidades ou assimetrias congênitas.

No século XXI, o procedimento vem sofrendo avanços significativos, por meio de novas técnicas e novos dispositivos intraorais, além de aplicações em diversas regiões anatômicas dos ossos maxilares, com diferentes indicações, aumentando cada vez mais o conhecimento acerca do tema, bem como demonstrando-se por diversos estudos, sua segurança e eficácia.

2. Objetivos

O presente trabalho teve por objetivo investigar a eficácia da Distração Osteogênica no tratamento de discrepâncias do osso mandibular por meio de uma revisão da literatura narrativa.

Inicialmente realizou-se uma revisão da literatura narrativa que incluiu uma pesquisa eletrônica em busca de artigos científicos que abordam a Terapia Cirúrgica de Distração Osteogênica do Osso Mandibular, incluindo-se histórico, aplicações, vantagens e desvantagens, protocolos e estabilidade a longo prazo.

Seguidamente, efetuou-se uma revisão da literatura referente à eficácia da Distração Osteogênica no tratamento de discrepâncias do Osso Mandibular.

3. Métodos

Na revisão narrativa de literatura, na primeira seção, foi realizada uma pesquisa eletrônica em busca de artigos científicos que abordam a Terapia Cirúrgica de Distração Osteogênica do osso Mandibular, incluindo-se histórico, aplicações, vantagens e desvantagens, protocolos e estabilidade a longo prazo, consultando-se nas bases de dados LILACS, SciELO, MEDLINE, Google Scholar e PubMed por meio dos termos: “Orthopedic”. “Distraction Osteogenesis”, “Bone Lengthening”, “Mandible” (MeSH).

Os artigos selecionados para esta revisão de literatura seguiram combinações dos *MeSH terms* supracitados que continham em seu título ou tratavam de um destes termos, de todas as datas disponíveis na pesquisa da base de dados, dentre os anos de 1942 a 2023, com preferência para estudos clínicos, revisões sistemáticas, estudos clínicos randomizados, revisões de literatura e meta-análises. A partir disso, foram selecionados os artigos pertinentes ao tema, desde a introdução à conclusão.

Seguidamente, efetuou-se uma pesquisa bibliográfica em que se abordou especificamente a eficácia da Distração osteogênica no tratamento de discrepâncias do osso mandibular. Pesquisaram-se as plataformas Lilacs e PubMed, por combinação dos termos “Distraction Osteogenesis”, “Mandible”, “Efficacy”. Combinados os termos, após exclusão de artigos não compatíveis ao tema, foram selecionados 8 artigos, dos 13 encontrados, baseados nos que demonstraram na seção conclusões ou resultados, a eficácia do tratamento de DO mandibular, aplicando-se o filtro para dar preferência aos estudos clínicos, revisões sistemáticas, estudos clínicos randomizados, revisões de literatura e meta-análises, dentre os anos de 2002 até 2023.

Metodologia: Revisão de Literatura

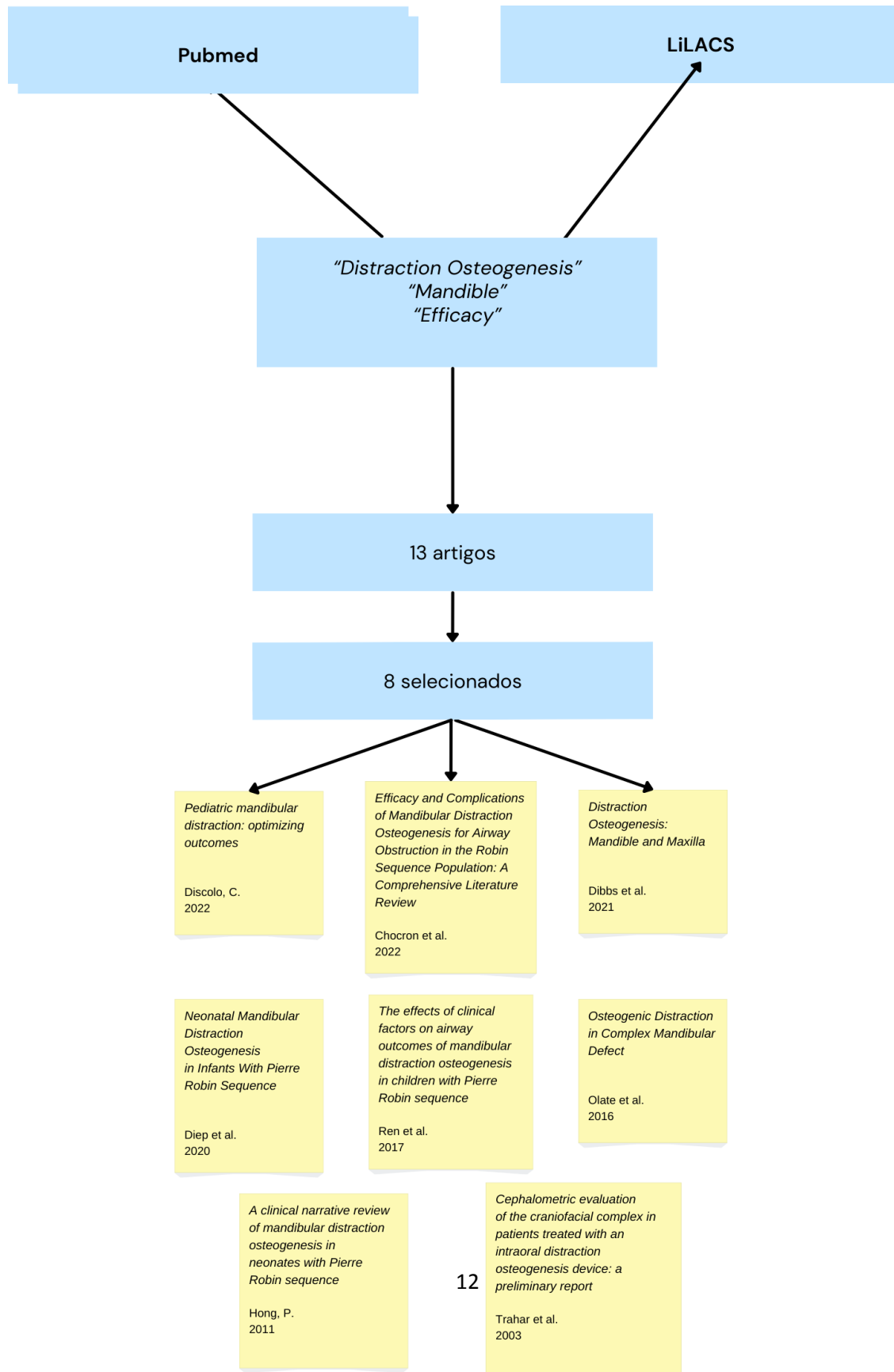


Figura 01. Métodos (Ilustração própria gerada por Canvas)

4. Histórico: Distração Osteogênica do Osso Mandibular

A origem da Distração Osteogênica (DO) remonta aos tempos de Hipócrates, que, há mais de dois mil anos, realizava o tracionamento de ossos por meio de um aparelho externo rígido (PELTIER, 1968)¹.

O primeiro relato de tração contínua por cotos ósseos fraturados, data do século XIV (CONVERSE, WAKNITZ, 1942)². Desde então, diversos ortopedistas criaram modificações nos aparelhos fixadores, que aprimoraram a fixação externa, dentre os quais se destaca no século XIX, Clayton Parkhill, considerado na literatura americana, o “pai da fixação externa”, que veio a desenvolver em 1894, o primeiro dispositivo propriamente dito. O sistema era composto por dois pinos proximais, e dois distais à região da fratura, fixados somente a uma cortical óssea e conectados entre si por um sistema de grampos. Com o tempo, os avanços proporcionaram a melhora nestes sistemas, que hoje também incorporaram o aço inoxidável à composição. (PARKHILL, SELINGSON, POPE, 1982)³

A primeira osteotomia data do ano de 1826, realizada por J.R. Barton, e posteriormente, em 1880, Macewen descreveu o que hoje se denomina “calo ósseo”, referente à área de osso neoformado a partir desta osteotomia. (PELTIER, 1968)¹

Em 1905, Codivilla realizou então, a primeira distração osteogênica (do latim, *distractio*, divisão, separação do que estava junto ou concentrado; do grego *osteo*, osso e *genes*, geração), ao realizar uma osteotomia no fêmur, com fixação externa para alongamento ósseo. (CODIVILLA, 1994)⁴

O procedimento originado na área médica da ortopedia, desenvolvido e estudado por Ilizarov, médico russo do século XX, desenvolveu os chamados “dois princípios de Ilizarov”, que baseiam-se na teoria “tensão-estresse” BREIK (2016)⁵ e na influência do aporte sanguíneo e quantidade de ativação. (ILIZAROV, 1989)⁶

Desde então, a DO passou a ser conhecida e estudada como um procedimento que propicia a neoformação óssea mandibular, além de ganhos simultâneos em tecido mole, angiogênese, ativação metabólica, BREIK (2016), por meio de um tracionamento controlado entre dois cotos ósseos cirurgicamente separados por osteotomia. (BASKARAN et al. 2017; BREIK, 2016).^{7,5}

4.1 Princípios biológicos

No primeiro momento após a Distração Osteogênica (DO), sabe-se que há a formação de uma matriz fibrosa rica em colágeno, na região central, delimitada por dois cotos ósseos paralelos entre si, com alta atividade de osteoblastos ativos na periferia. (ILIZAROV, 1989; KARAHARJU-SUVANTO et al. 1992).^{6,8} Além disso, pode ainda haver formação de ilhas cartilaginosas, e estas podem (BELL, 1997; DELLOYE et al. 1990)^{9,10} ou não ser encontradas (GANEY et al. 1994)¹¹

Apesar de não totalmente esclarecidos, entre os princípios que modulam a neoformação óssea no decorrer da DO, a força mecânica apresenta efeitos primordiais (TONG, 2003).¹² A cascata de transdução de sinal mediada por integrinas, consiste no principal meio de propagação do estímulo mecânico, e consequente regulação de formação óssea por ativação de vias metabólicas (TONG, 2003),¹² o que embasa o primeiro princípio biológico de Ilizarov na teoria de tensão-estresse.

Sabe-se ainda, que durante a distração, há um aumento na expressão local de citocinas como TGF - β (fator de transformação do crescimento beta), mRNA (ácido ribonucleico mensageiro) e da proteína TGF - β 1 (fator de crescimento do tecido beta um), que promovem no local uma angiogênese que resulta no aumento da migração, proliferação, diferenciação e síntese de matriz extracelular por osteoblastos (MEHRARA, 1999 *apud* FABER, 2005),¹³ e sustenta a segunda teoria de

Ilizarov, que preconiza a influência do aporte sanguíneo e frequência de ativação, como princípios biológicos na DO, que se prejudicados, provocarão atrofia ou degeneração no tecido ósseo. (ILIZAROV, 1989)⁶ A neoformação óssea propriamente dita, ocorre das margens em direção ao centro, (ALHO et al 1982)¹⁴, ou zona central de tecido fibroso, imediatamente à zona de neoformação óssea, seguida da zona de remodelação e, por fim, zona de osso maduro. (COPE et al. 1999).¹⁵

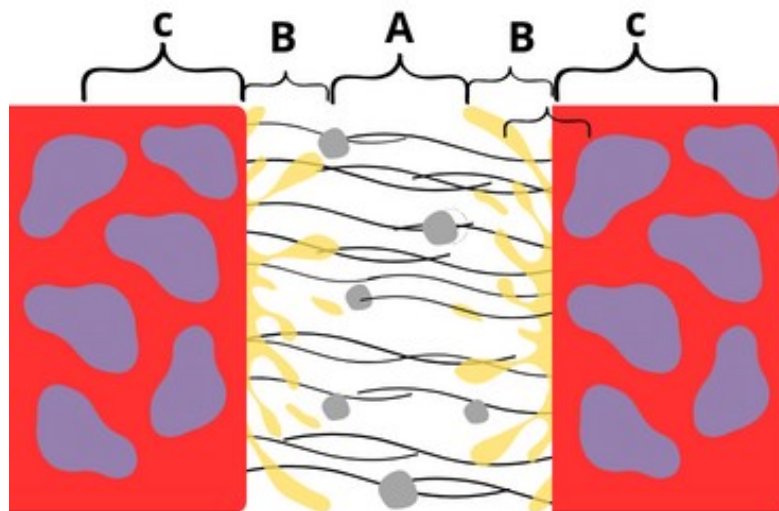


Figura 02: Neoformação óssea no decorrer da Distração Osteogênica. A. Zona central de tecido fibroso; B. Neoformação óssea; B-C: Zona de remodelação óssea; C. Zona de osso maduro. (Ilustração própria gerada por Canvas)

Segundo estudos de Karaharju Suvanto et al. 1990¹⁶, que avaliaram 17 mandíbulas de ovelhas em crescimento após DO, a deposição de novo osso pode ser verificada radiograficamente após 3 semanas em média após a distração, e ainda, que o osso neoformado apresenta 75% dos níveis de cálcio de um osso normal entre 2 a 5 meses.

Sabe-se ainda, que há uma intensa atividade angiogênica na região do “gap”, de forma que o suprimento sanguíneo é aumentado entre 160% a 300%, em relação ao normal, e permanece em valores 30% a 40% após a consolidação. (PALEY, 1988)¹⁷

Em relação ao tecido nervoso, há mielinização ativa sob as células nervosas tracionadas durante a DO (DELLOYE et al. 1990)¹⁰, além do acompanhamento muscular por hipertrofia e regeneração. (FISCHER et al. 1997)¹⁸

Ao fim das ativações planejadas, a ossificação ocorre das margens ósseas em direção à zona central fibrosa (ARONSON et al, 1990)¹⁹ de forma que as fibras colágenas, segundo Mehrara et al. (1999)¹³, maioritariamente de colágeno tipo I, se organizem paralelamente à força aplicada (MICHIELI, MIOTTI, 1977)²⁰. Ainda, segundo Ganey et al, 1994,¹¹ há também na zona de DO, uma elevada expressão de colágeno tipo IV na membrana basal dos vasos sanguíneos, que é de extrema importância para o aporte sanguíneo local, além da presença de lamininas; e também, BMP's (Proteína Morfogenética Óssea) do tipo 2, 4 e 7. (CAMPISI et al, 2003).²¹

Sabe-se ainda, que a expressão gênica de osteocalcina, coincide temporariamente com a mineralização óssea durante o processo de DO em modelos animais, e ainda, que isto ocorre concomitantemente à deposição de Cálcio. (MEHRARA et al. 1999)¹³

A união do trabeculado de pontes ósseas, que pode levar em torno de duas semanas a um mês (MOFID et al, 2001; DELLOYE et al 1990; CARLS; SAILER, 1998)^{22,10,23}, acontece seguida de uma intensa remodelação do tecido ósseo (ILIZAROV, 1989; KARP et al, 1990; TAVAKOLI et al, 1998).^{6,24,25}

Há controvérsias na literatura quanto ao tipo de ossificação que ocorre no “gap” cirúrgico. Aronson et al. (1990)¹⁹ sugerem que ocorra ossificação intramembranosa, enquanto outros trabalhos sugerem que haja ossificação do tipo endocondral devido à presença abundante de cartilagem, assim como se observa na epífise de ossos longos (ALHO et al, 1982 ; KOJIMOTO et al,1988).^{14,26}

A primeira importante avaliação histológica do osso neoformado, ocorreu quando Panikarovski et al. (1982)²⁷ avaliaram 41 peças de mandíbulas caninas submetidas à DO. O corte histológico mostrou a fenda ou “gap” como uma zona fibrosa, rica em angiogênese e fibras colágenas orientadas paralelamente ao sentido da tração. Os autores concluíram que o novo osso possuía aspecto semelhante ao novo osso formado na distração de ossos longos.

Portanto, levando-se em conta os princípios biológicos acima descritos, segundo Ilizarov (1989)⁶, o que norteia o sucesso de uma terapia de DO, consiste nos seguintes fatores: 1. Rigidez da fixação, 2. Dano ao periósteo durante a osteotomia, 3. Velocidade de ativação, 4. Frequência.

4.2 Distração Osteogênica Mandibular

As malformações mandibulares possuem diversas causas e acometem diversas regiões do osso mandibular. A etiologia, apesar de não totalmente esclarecida, pode estar relacionada à origem genética, em condições como microsomia hemifacial e Síndrome de Goldenhar, ou à fatores adquiridos, entre eles: perda precoce da dentição, trauma, anquilose da Articulação Temporomandibular e infecções como osteomielite. (SAHOO, ISSAR, THAKRAL, 2019)²⁸

As regiões do osso mandibular, entre elas, corpo, ramo, côndilo, mento e processo alveolar, são afetados nos três planos de orientação, sendo que o maior desafio em termos de estabilidade pós-operatória para correção, é a parte posterior da mandíbula, que envolve côndilo e ramo. (SAHOO, ISSAR, THAKRAL, 2019)²⁸

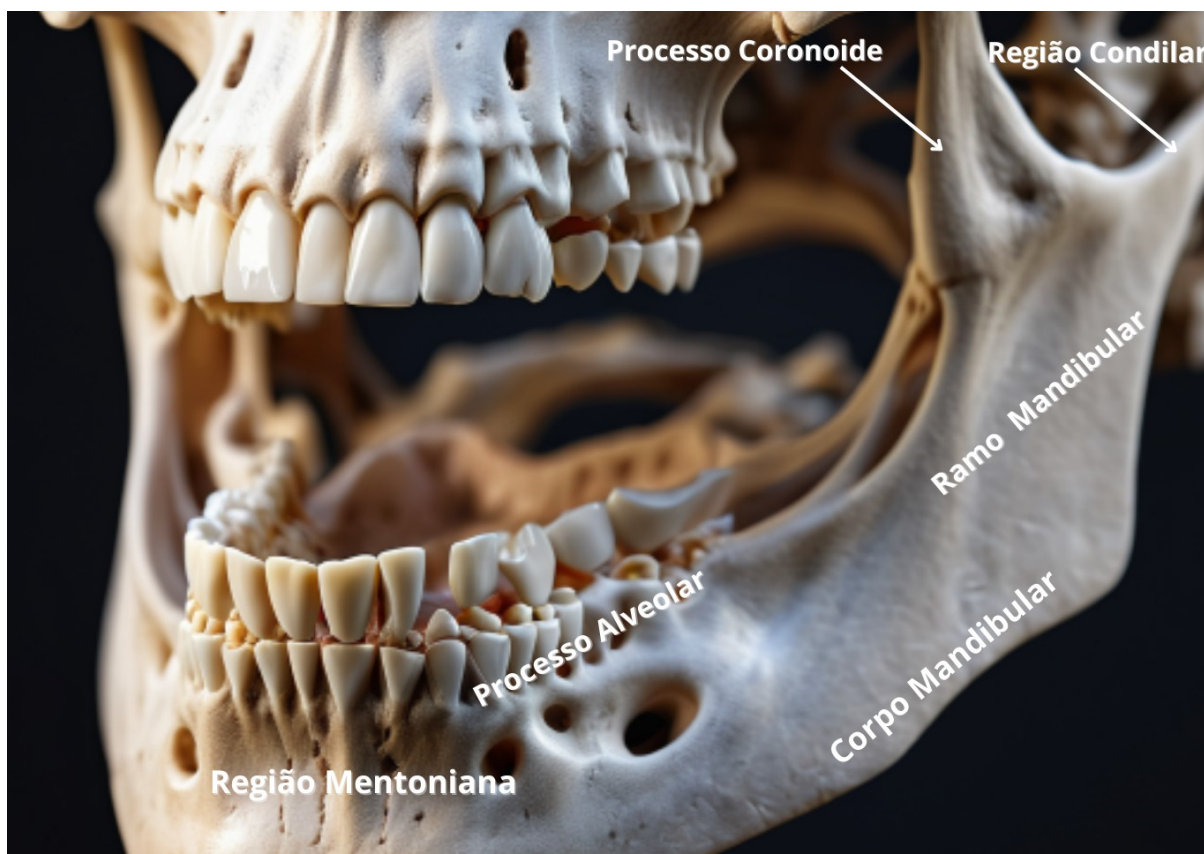


Figura 03. Osso Mandibular (Imagem gerada por Inteligência Artificial)

Com o advento da Distração Osteogênica, houve uma importante mudança na concepção das correções de deficiências mandibulares. Os primeiros relatos de uso do Distrator Osteogênico na região mandibular, remetem ao ano de 1927, apresentados por Rosenthal, ROSSINI et al. (2016),²⁹ o que possibilitou a correção de grandes deformidades faciais. Inicialmente foi aplicado em casos de Microsomia Hemifacial, por distração osteogênica unilateral mandibular, e também na Síndrome de Treacher Collins, bilateral, onde desde então se aplica à Hipoplasia Mandibular, Micrognatia, Anquilose da ATM, além de consistir em um tratamento efetivo na obstrução das vias aéreas superiores na Sequência de Pierre Robin, a partir do 5º dia de vida segundo alguns relatos. ZHANG et al (2019), BREIK (2016).^{30,5}

Além dos excelentes resultados obtidos pela aplicação da técnica em pacientes síndrômicos, de discrepâncias ósseas entre 15 a 50mm, a Distração Osteogênica Mandibular (DOM) passou a ser aplicada na correção de problemas ortognáticos significantes (pacientes Classe II esquelética com discrepâncias ósseas que requeiram até 20mm de avanço mandibular). (ROSSINI et al. 2016)²⁹

Conforme os distratores extraorais se mostraram menos precisos no alongamento ósseo planejado, diversos dispositivos intraorais foram desenvolvidos (SAHOO, ISSAR, THAKRAL, 2019).²⁸ Guerrero (1990),³¹ foi o primeiro a relatar os dispositivos intraorais para correção de defeitos transversais do osso mandibular, com a vantagem de se apresentarem de forma mais discreta, sem cicatriz e suportáveis ao paciente. (ALWAL et al. 2019).³² Como desvantagem, está o restrito acesso à cavidade bucal.

Em um estudo clínico experimental, Bueno et al. 2000³³ realizaram DO em 8 pacientes, com mandíbulas hipoplásicas, por meio de dispositivos intra e extraorais, sendo que 5 destes pacientes apresentavam defeitos verticais maiores do que 24mm. O período de latência foi de 5 dias, com um protocolo de ativação de 1mm por dia, 0,5mm de 12/12h, e um período de latência de 8-12 semanas. Todos os casos obtiveram resultados de sucesso, com ganhos de 17 a 32mm, apesar de haver mais complicações com os dispositivos externos, como a rotação do coto proximal em dois casos, e uma perda do screw externo ao final da consolidação.

Dessa forma, o dispositivo intraoral é fortemente recomendado para casos que envolvem a DO do ramo ascendente em largas deficiências mandibulares. (BUENO et al. 2000).³³

A aplicabilidade da terapia de DO em osso mandibular, se dá de diversas formas, haja vista a menor morbidade inerente do procedimento, o que diminui a complexidade (BUENO et al. 2000).³³ Dentre as principais regiões aplicáveis, cita-se a DO mandibular: de corpo, ramo, alveolar, unidade ramo-côndilo e de região sinfisária. (SAHOO, ISSAR, THAKRAL, 2019)²⁸

Distração Osteogênica do Corpo Mandibular

A DO na região de corpo mandibular é o tratamento proposto comumente aos pacientes com perfil convexo, presente na Classe II esquelética. O quadro geral típico deste indivíduo associa-se à mordida profunda na região anterior, apinhamento dentário no arco mandibular, hiperatividade muscular na região mentoniana, lábio inferior encoberto pelos incisivos superiores, e ainda, altura facial

inferior diminuída. Comumente tratados por intervenção ortodôntica e cirurgia ortognática, a DO se sobressai nestes casos para avanços maiores do que 10mm. (MUTAZ, HABAL, 2019)³⁴

Um estudo prospectivo realizado por Alwal et al. (2019),³² acompanhou 5 pacientes retrognatas, 2 do sexo masculino e 3 do sexo feminino, entre os 14 e 21 anos, com severa obstrução das vias aéreas comprovada por exame radiográfico, e deficiência mandibular >7mm. Dentre estes, 3 pacientes possuíam micrognatia pós anquilose, enquanto os demais apresentavam micrognatia não sindrômica. Após a intervenção cirúrgica por terapia de DO do corpo mandibular bilateral, os resultados evidenciaram que todas as intervenções proporcionaram melhora na estética facial, em consequência da melhora funcional por aumento do diâmetro das vias aéreas, bem como a ótima acomodação do tecido mole.

Distração Osteogênica Vertical do Ramo Mandibular

Apesar deste tipo de DO possuir limitadas aplicações clínicas, está geralmente associada à correção de assimetrias faciais e desvio oclusal, em pacientes com reduzida altura facial posterior, assimetria facial, e/ou crescimento restrito do complexo maxilar. (MUTAZ, HABAL, 2019)³⁴

Em estudo prospectivo longitudinal de acompanhamento clínico de longo prazo, Meazzini et al. (2005)³⁵ avaliaram uma amostra homogênea de 8 pacientes pediátricos com microsomia hemifacial, operados com DO vertical unilateral. Ao acompanhamento pós-operatório de 5.8 anos, em todos os casos, os ramos mandibulares do lado operado apresentavam comprimento médio de 77% do contralateral não operado, ao apresentarem recidiva gradual, apesar do crescimento. Por isso, é válido que antes de se optar pela DO do ramo mandibular, se avalie o padrão de crescimento do paciente em questão e fatores genéticos, apesar dos benefícios em aspectos psicológicos e estéticos que a intervenção traz.

Ainda, em um estudo realizado por Bueno et al. (2009),³⁶ com 8 pacientes portadores de microsomia hemifacial entre os 9 e 13 anos de idade, tratados com DO vertical de ramo mandibular, todos os pacientes apresentaram resultados

satisfatórios pós-operatórios, exceto em um caso, no qual a deficiência transversal permaneceu. A ocorrência de Mordida Aberta Posterior e Lateral se apresenta transitoriamente, durante a DO, e se normaliza ao final do tratamento na variação vertical. Em pacientes com microssomia, a distração necessita ser feita em ao menos dois planos. (BUENO et al. 2009)³⁶

Distração Osteogênica do Processo Alveolar

Este tipo de DO tem como objetivo recuperar a altura do osso remanescente alveolar perdido, quer seja por trauma ou perda dentária. (MUTAZ, HABAL, 2019)³⁴

Em um estudo de Rachmiel et al. (2001)³⁷, catorze pacientes com idades de 18 a 46 anos foram submetidos à DO vertical do processo alveolar, 6 casos após extrações, 2 por anodontia e os demais por trauma, tanto na maxila quanto na mandíbula. O período de latência preconizado foi de 4 dias, ativações de 0,8mm/dia, por 10-16 dias, seguidos de consolidação de 60. A DO vertical foi bem-sucedida em todos os casos, com a média de ganho de 10,8mm, e variou de 8 a 13mm. Como vantagens, este tipo de neoformação óssea propicia um aumento do osso alveolar em altura, com expansão simultânea do tecido mole, sem necessidade de enxertos ósseos, gera menor morbidade ao paciente, e favorece a reabilitação protética.

Distração Osteogênica da unidade Ramo-Côndilo

O procedimento indicado para reconstrução do complexo temporomandibular visa manter a altura facial posterior do ramo, e possui aplicação em casos de aplasia condilar, condilectomia, infecção condilar e em casos de reabsorção. (MUTAZ, HABAL, 2019)³⁴

Em uma revisão sistemática realizada por Singh et al. (2021)³⁸, foram avaliados 172 pacientes com anquilose da ATM, submetidos à reconstrução da unidade ramo-condilar. Destes, 123 receberam enxerto autógeno, enquanto 49 foram submetidos à DO de transporte do ramo mandibular. Resultados mostraram que em

relação à abertura bucal máxima, o grupo submetido à DO apresentou 1,28mm a mais, além de nenhum caso de re-anquilose. No grupo do enxerto autólogo, houve 4 casos de re-anquilose. Apesar disso, os autores concluem que ambas as terapias são comparáveis, apesar da necessidade de mais estudos clínicos e acompanhamento longitudinal.

Distração Osteogênica Médio-Sagital da Mandíbula (DOMM)

A técnica, inicialmente descrita por Guerrero (1990),³¹ como “expansão rápida cirúrgica da mandíbula”, está indicada para aumentos transversais no osso mandibular, sem que haja necessidade de extrações dentárias, e sem danos ao periodonto. (MUTAZ, HABAL, 2019)³⁴

Um relato de caso descrito por Guerrero (1990),³¹ utilizou DOMM em 10 pacientes, 2 do sexo masculino e 8 do sexo feminino, com idades de 13 a 21 anos, por dispositivos dento-suportados em 8 pacientes, e ósseo-suportados em 2. Os resultados se apresentaram como uma excelente alternativa para o tratamento de discrepâncias transversais da mandíbula, sem necessidade de extrações dentárias, caracterizando o procedimento como um bom substituto para a cirurgia ortognática.

4.3 Etapas cirúrgicas

Segundo Karp et al. (1990),²⁴ a terapia de Distração Osteogênica pode ser dividida em 4 etapas cirúrgicas: Osteotomia, Período de latência, Distração Osteogênica e Consolidação.

A fase transoperatória da osteotomia consiste na criação de dois cotos ósseos, de modo que se mantenha a máxima integridade do periósteo e endósteo, para que não se prejudique o aporte sanguíneo. (KARP et al. 1990)²⁴

O período de latência refere-se ao intervalo entre o ato cirúrgico e o início das ativações propriamente ditas. Pode variar de 5-7 dias, (ISERI et al. 2005)³⁹ e segundo Constantino et al. (1990)⁴⁰ não deve ultrapassar 10 dias nos ossos faciais.

Após o período de latência, virá a fase de Distração, que se dá por ativações graduais diárias de 1mm, divididas em 4x ao dia, de 0,25mm cada uma, de 6 em 6h, haja visto que um espaço menor de “gap” poderia causar união prematura, (ILIZAROV, 1989).⁶ enquanto acima de 1mm, diminuiria o estímulo osteogênico. (MOFID et al. 2001).²²

A ativação deve seguir até que se obtenha a medida inicialmente planejada, quando então ao término das ativações, o dispositivo permanece em um período de latência de 6 (HOLLIS et al. 1998)⁴¹ a 10 semanas (BAAS et al. 2015),⁴² o que compreende a última etapa da DO, para que haja maturação do novo osso, a fim de se obter resistência bio elástica, e de ter menor possibilidade de recidiva, com resultados relativamente estáveis. (GANDINI, BUSCHANG, 2000)⁴³

4.4 Vantagens e desvantagens

No tocante às vantagens da terapia de Distração Osteogênica, a principal consiste no que alguns autores chamam de “distração histogênica”, que ocorre concomitantemente à neoformação lenta e gradual do tecido ósseo, ou seja, os tecidos moles como tecido adiposo, pele, periósteo e tecido muscular adaptam-se às novas dimensões dos ossos faciais e diminuem consideravelmente as chances de recidiva. (COPE et al. 1999).¹⁵

Além disso, os dispositivos de DO permitem acessos menos invasivos, além da significativa melhora no aspecto funcional que se manifesta na fala, mastigação, respiração (CARLS, SAILER 1998; COHEN, SIMMS, BURSTEIN, 1998),^{23,44} e ainda, promove uma melhora estética facial do paciente (ROSSINI et al. 2016)²⁹

Como desvantagens, entre os riscos pós-operatórios possíveis, cita-se: a não união dos cotos ósseos, infecção, cicatrizes, injúria ao dente permanente, fraturas acidentais, lesão ao nervo mandibular. (KLEIN, HOWALDT, 1995)⁴⁵

Apesar disso, é preconizada a intervenção cirúrgica inicial o mais breve possível, de maneira individualizada e bem planejada, quanto maior o grau de severidade das deformidades a fim de que se evite a limitação do desenvolvimento

mandibular, e implicações secundárias associadas, segundo Klein, Howaldt (1995)⁴⁵, com o intuito de melhorar a eficácia da intervenção.

Avanços tecnológicos e a experiência com diferentes técnicas, propiciam modificações, tanto tecnicamente quanto no protocolo de tratamento, como por exemplo, osteotomias customizadas, como a técnica de separação completa das corticais seguidas de fratura induzida pelo Distrator, como forma de preservar o feixe vaskulo nervoso mandibular, (DINER et al. 1997; CARLS, SAILER, 1998)^{46,23} variados períodos de latência e consolidação, uso de distratores reabsorvíveis, ou internos, que não deixam cicatriz aparente, além da discrição presente (GUERRERO, 1990)³¹, e ainda, a associação à adjuntos biológicos como as Proteínas Morfogenéticas Ósseas (BMP's). A falta de estudos longitudinais limita o cirurgião a optar pelo procedimento em que tenha maior habilidade.

Diante de todos os avanços, a modificação que mais se passou a utilizar, foram os dispositivos de distração osteogênica internos em detrimento dos externos. Isso porque, segundo diversos estudos, há redução significativa na prevalência de infecções, lesões nervosas, e também, menor cicatriz. PAES et al (2013)⁴⁷

4.5 Estabilidade a longo prazo

De maneira geral, a DO mandibular apresenta boa estabilidade a longo prazo (MUTAZ, HABAL, 2019; BUENO, 2009)^{34, 36}. Apesar disso, mais estudos necessitam ser realizados, especialmente no que concerne ao acompanhamento longitudinal do paciente submetido à DO. (SINGH et al 2022)³⁸.

Dentre as terapias de DO do osso mandibular, a que mais apresentou relatos na literatura de discreta recidiva, apesar de fatores externos que possam interferir, foi a DO vertical de ramo mandibular. (MEAZZINI et al. 2005)³⁵

A Terapia Cirúrgica de Distração Osteogênica de Transporte Mandibular, mostra-se efetiva a longo prazo, ao manter aspetos sagitais como a redução do overjet (ROSSINI et al 2016)²⁹; ainda que alguns autores reportem maior recidiva em

pacientes com maiores valores no ângulo mandibular, outros não encontram graus significativos de relapso, mesmo em pacientes de padrão facial vertical, com avanços acima de 10mm, quer seja em abordagem unimaxilar ou bimaxilar, em um prazo de dois anos. (BAAS et al. 2015)⁴²

5. Eficácia da Distração Osteogênica do Osso Mandibular

Na presente revisão bibliográfica, dentre os 13 artigos encontrados com as palavras-chave, foram selecionados 08 destes pertinentes à DO mandibular e ao objetivo do trabalho, que incluíram estudos clínicos, meta-análises, estudos clínicos randomizados, revisões de literatura e revisões sistemáticas, que demonstrem a eficácia do procedimento da DO para o tratamento de deformidades faciais como Síndrome de Pierre-Robin, Microsomia Hemifacial, Micrognatia, Hipoplasia Mandibular Unilateral entre outras deformidades que envolvem o terço inferior da face, os quais serão apresentadas a seguir, na sequência dos estudos mais recentes para os mais antigos.

Tabela 01. Artigos selecionados

Autor(es)	Ano	Título
Discolo, C.	2022	Pediatric mandibular distraction: optimizing outcomes
Chocron et al.	2022	Efficacy and Complications of Mandibular Distraction Osteogenesis for Airway Obstruction in the Robin Sequence Population: A Comprehensive Literature Review

Dibbs et al.	2021	Distraction Osteogenesis: Mandible and Maxilla
Diep et al.	2020	Neonatal Mandibular Distraction Osteogenesis in Infants With Pierre Robin Sequence
Ren et al.	2017	The effects of clinical factors on airway outcomes of mandibular distraction osteogenesis in children with Pierre Robin sequence
Olate et al.	2016	Osteogenic Distraction in Complex Mandibular Defect
Hong, P.	2011	A clinical narrative review of mandibular distraction osteogenesis in neonates with Pierre Robin sequence
Trahar et al.	2003	Cephalometric evaluation of the craniofacial complex in patients treated with an intraoral distraction osteogenesis device: a preliminary report

Segundo Discolo (2022),⁴⁸ a literatura atual suporta a escolha da DO em diversos casos, mostrando-se eficaz especialmente para o tratamento das deformidades supracitadas.

Corroborando com o assunto, um estudo mais recente de Chocron et al. (2022),⁴⁹ concluiu que a DO consiste num procedimento altamente eficaz e confiável, mesmo com possibilidades de injúria nervosa e dentária. Em recém-nascidos, conta com altos índices de sucesso ao evitar traqueostomia em pacientes Pierre-Robin, ou

seja, os benefícios ainda sobrepõem os riscos apesar de exigirem um acompanhamento longitudinal.

Já Dibbs et al (2021),⁵⁰ confirmam em uma revisão de literatura a eficácia a longo prazo da DO mandibular, que resulta em correções de discrepâncias efetivas e com baixos índices de recidiva, além de ressaltarem a satisfação do paciente.

Diep et al (2020),⁵¹ trazem à luz em uma revisão da literatura, a importância da adequada seleção dos pacientes a serem submetidos ao procedimento de DO mandibular, que se apropriadamente indicado, possui alto índice de sucesso, neste caso referindo-se especialmente aos pacientes com a sequência de Pierre Robin, mostrando-se um procedimento eficaz e seguro para estes pacientes neonatos inicialmente com severa obstrução das vias aéreas.

Ainda no tocante a pacientes portadores da sequência de Pierre Robin, a DO influencia positivamente a desobstrução das vias aéreas quando causada por obstrução de base da língua nestes pacientes. (REN et al. 2017)⁵²

Um estudo de Ren et al (2017),⁵² avaliou em 5 estudos selecionados, ao todo 73 pacientes, e apesar da limitada disponibilidade de dados da amostra referente ao efeito do alongamento ósseo mandibular, concluiu-se que o procedimento de DO mostra-se largamente eficaz. Apesar disso, mais estudos sobre o tema precisam ser delineados, assim como há necessidade de que se tenha um maior número de dados sobre os indivíduos da amostra.

Nesse sentido, os riscos não sobrepõem os benefícios do procedimento, como cita também Olate et al. (2016),⁵³ ao concluir que o procedimento é útil em casos complexos, e permite a neoformação óssea.

Corroborando com os resultados, Hong (2011)⁵⁴ em uma revisão clínica narrativa, avaliou a eficácia da DO mandibular no aumento das vias aéreas em pacientes Pierre Robin, e constatou que a intervenção é segura e efetiva, mesmo em neonatos com severa obstrução das vias aéreas e micrognatia, e encontrou ainda, interessante, que a DO não será tão efetiva quanto à liberação das vias aéreas se o paciente possui outras síndromes complexas.

Por fim, um estudo piloto realizado por Trahar et al (2003),⁵⁵ avaliou a eficácia da DO intraoral em seis pacientes por medidas cefalométricas durante dois anos,

portadores de hipoplasia mandibular unilateral, onde se constatou que a DO intraoral nestes casos foi efetiva, estável, e que o lado operado apresentou crescimento semelhante ao lado não operado ao longo dos anos.

6 Conclusões

Conclui-se que a terapia de Distração Osteogênica do osso Mandibular consiste em um tratamento efetivo em termos de ganhos funcionais e estéticos, além de apresentar de maneira geral, boa estabilidade a longo prazo, por mecanismos bem conhecidos e estabelecidos de neoformação óssea, em ganhos maiores que 10mm, principalmente para grandes deformidades faciais; e que ainda serão necessários futuros estudos clínicos com maior número de participantes, corrigindo-se possíveis tipos de viés, e com maiores acompanhamentos longitudinais.

7. Referências

1. PELTIER, L.F. A brief history of traction. J Bone Joint Surg, Boston, v. 50, n. 8, p.1603-1617, Dec. 1968. PM. Acesso em: 15 ago. 2023.
2. CONVERSE, J.M.; WAKNITZ, F.W. External skeletal fixation in fractures of the mandibular angle. J Bone Joint Surg, Boston, v. 24, p. 154-160, 1942. Acesso em:12 ago. 2023.
3. PARKHILL, C. apud SELINGSON, D.; POPE, M. Concepts in external fixation, NewYork, Grune & Stratton, p. 3-39, 1982. Acesso em: 12 ago. 2023.
4. CODIVILLA, A. On the means of lengthening in the lower limbs, the muscles and tissues which are shortened through deformity. Clin. Orthop., Philadelphia, n. 301, p. 4-9, Apr. 1994. Acesso em: 19 ago. 2023.
5. BREIK, O., TIVEY, D., UMAPATHYSIVAM, K., & ANDERSON, P. (2016). Mandibular distraction osteogenesis for the management of upper airway obstruction in children with micrognathia: a systematic review. International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 45(6), 769–782. doi:10.1016/j.ijom.2016.01.009. Acesso em: 12 ago. 2023.
6. ILIZAROV, G.A. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues: part I. The influence of stability of fixation and soft tissue preservation. Clin Orthop Relat Res, Philadelphia, v. 238, p. 249-281, Jan. 1989. Acesso em: 10 ago. 2023.

6. ILIZAROV, G. A. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues. Part II. The influence of the rate and frequency of distraction. Clin Orthop, Philadelphia, v. 239, p. 263-285, Feb. 1989. Acesso em: 10 ago. 2023.

7. BARKARAN M, ARULARASAN SG, DIVAKAR TK, THIRUNAVUKKARASSU R. Treatment of Micrognathia by Intraoral Distraction Osteogenesis: A Prospective Study. Ann Maxillofac Surg. 2017 Jan-Jun;7(1):37-44. doi: 10.4103/ams.ams_181_16. PMID: 28713734; PMCID: PMC5502513.

8. KARAHARJU-SUVANTO, T. et al. Distraction osteogenesis of the mandible. An experimental study on sheep. Int J Oral Maxillofac Surg, Copenhagen, v. 21, no. 2, p. 118-121, Apr. 1992. DOI: 10.1016/s0901-5027(05)80547-8. Acesso em: 16 ago.2023.

9. BELL, W.H. et al. Distraction osteogenesis to widen the mandible. Br J OralMaxillofac Surg, Edinburgh, v. 35, no. 1, p. 11-19, Feb. 1997. DOI:10.1016/s0266-4356(97)90003-6. Acesso em: Acesso em: 10 ago. 2023.

10. DELLOYE, C.; DELEFORTRIE, G.; COUTELIER, L.; VINCENT, A. Bone regenerate formation in cortical bone during distraction lengthening. An experimental study. Clin Orthop Relat Res, Philadelphia, v. 250, p. 34-42, Jan. 1990. Acesso em: 09 ago. 2023.

11. GANEY, T. M. et al. Basement membrane of blood vessels during distraction osteogenesis. Clin Orthop, Philadelphia, v. 301, p. 132-138, Apr. 1994. Acesso em: 10 ago. 2023.

12. TONG, L. et al. Focal adhesion kinase expression during mandibular distraction osteogenesis: evidence for mechanotransduction. *Plast Reconstr Surg*, Hagerstown, v. 111, no. 1, p. 211-222, Jan. 2003. Acesso em: 15 ago. 2023.

13. MEHRARA, B. J. et al. Rat mandibular distraction osteogenesis: II Molecular analysis of transforming growth factor beta-1 and osteocalcin gene expression. *Plast Reconstr Surg*, Hagerstown, v. 103, no. 2, p. 536-547, Feb. 1999. DOI: 10.1097/00006534-199902000-00026. Acesso em: 08 ago. 2023.

14. ALHO, A.; BANG, G.; KARAHARJU, E.; ARMOND, I. Filling of the defect during experimental osteotaxis distraction. *Acta Orthop Scand*, v. 53, n. 1, p. 29-34, Feb. 1982. DOI: 10.3109/17453678208992175. Acesso em: 15 ago. 2023.

15. COPE, J.B.; SAMCHUKOV, M.L.; CHERKASHIN, A.M. Mandibular distraction osteogenesis: a historic perspective and future directions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, St. Louis, v. 115, n. 4, p. 448-460, April 1999. DOI: 10.1016/s0889-5406(99)70266-0. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0889-5406\(99\)70266-0](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(99)70266-0). Acesso em: 10 ago. 2023.

16. KARAHARJU-SUVANTO, T.; KARAHARJU, E.O.; RANTA, R. Mandibular distraction. An experimental study on sheep. *J CranioMaxillofacial Surg*, Stuttgart, v. 18, n. 6, p. 280-283, Aug. 1990. DOI: 10.1016/s1010-5182(05)80431-7. Acesso em: 10 ago. 2023.

17. PALEY, D. Current techniques of limb lengthening. *J Pediatr Orthop*, New York, v. 8, n. 1, p. 73-92, Jan.-Feb. 1988. DOI: 10.1097/01241398-198801000-00018. Acesso em: 09 ago. 2023.

18. FISHER, E.; STAFFENBERG, D.A.; McCARTHY, J.G.; MILLER, C.; ZENG, J. Histopathologic and biochemical changes in the muscles affected by distraction osteogenesis of the mandible. *Plast Reconstr Surg*, Baltimore, v. 99, n. 2, p.366-371, Feb. 1997. DOI: 10.1097/00006534-199702000-00009. Acesso em: 15 ago. 2023..

19. ARONSON, J.; GOOD, B.; STEWART, C.; HARRISON, B.; HARP, J. Preliminary studies of mineralization during distraction osteogenesis. *Clin Orthop Relat Res*, Philadelphia, v. 250, p. 43-49, Jan. 1990.

20. MICHIELI, S.; MIOTTI, B. Lengthening of mandibular body by gradual surgical orthodontic distraction. *J Oral Surg*, Chicago, v. 35, n. 3, p. 187-192, Mar. 1977.

21. CAMPISI, P., HAMDY, R. C., LAUZIER, D., & LESSARD, M. L. (2003). Serial Bone Densitometry During Mandibular Distraction Osteogenesis. *Journal of Clinical*

22. MOFID, M. M. et al. Craniofacial distraction osteogenesis: a review of 3278 cases. *Plast Reconstr Surg*, Hagerstown, v. 108, no. 5, p. 1103-1114, Oct. 2001. DOI: 10.1097/00006534-200110000-00001. Acesso em: 16 ago. 2023.

23. CARLS, F. R.; SAILER, H. F. Seven years clinical experience with mandibular distraction in children. *J Craniomaxillofac Surg*, Edinburgh, v. 26, no. 4, p. 197-208, Aug. 1998. DOI: 10.1016/S1010-5182(98)80015-2. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S1010-5182\(98\)80015-2](https://doi.org/10.1016/S1010-5182(98)80015-2). Acesso em: 12 ago. 2023.

24. KARP, N. S. et al. Bone lengthening in the craniofacial skeleton. *Ann Plast Surg, Boston*, v. 24, no. 3, p. 231-237, Mar. 1990. DOI:10.1097/00000637-199003000-00007. Acesso em: 12 ago. 2023.

25. TAVAKOLI, k. et al. The role of latency in mandibular osteodistraction. *J Craniomaxillofac Surg, Edinburgh*, v. 26, no. 4, p. 209-219, Aug. 1998. DOI: 10.1016/S1010-5182(98)80016-4. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S1010-5182\(98\)80016-4](https://doi.org/10.1016/S1010-5182(98)80016-4). Acesso em: 8 ago. 2023.

26. KOJIMOTO, H.; YASUI, N.; GOTO, T.; MATSUDA, S.; SHIMOMURA, Y. Bone lengthening in rabbits by callous distraction. The role of periosteum and endosteum. *J Bone Joint Surg, Boston*, v. 70, n. 4, p. 543-549, Aug. 1988. DOI:10.1302/0301-620X.70B4.3403595. Acesso em: 15 ago. 2023.

27. PANIKAROVSKY, V.V.; GRIGORIAN, A.S.; KAGONOVICH, S.I.; OSIPIAN, E.M.; ANTIPOVA, Z.P. Characteristics of mandibular reparative osteogenesis under compression-distraction osteosynthesis: an experimental study. *Stomatologia, Moskva*, v. 61, n. 3, p. 21-25, May-Jun. 1982. Acesso em: 15 ago. 2023.

28 . SAHOO, N. K., ISSAR, Y., & THAKRAL, A. (2019). Mandibular Distraction Osteogenesis. *J Craniofac Surg*, 30(8), 743–746. DOI:10.1097/SCS.00000000000005753. Acesso em: 16 ago. 2023.

29. ROSSINI, G., VINCI, B., RIZZO, R., PINHO, T. M. D., & DEREGIBUS, A. (2016). Mandibular distraction osteogenesis: a systematic review of stability and the effects on hard and soft tissues. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 45(11), 1438–1444. doi:10.1016/j.ijom.2016.08.012. Acesso em: 12 ago. 2023.

30. ZHANG, N., MAO, Z., CUI, Y., TAN, Y., ZHANG, H., YE, X., & XU, Y. (2019). Optimal duration of mechanical ventilation and influencing factors following mandibular distraction osteogenesis in infants with Pierre Robin sequence. *Medicine*, 98(51), e18339. doi:10.1097/md.00000000000018339. Acesso em: 09 ago. 2023.

31. GUERRERO, C. Expansion mandibular quirurgica. *Rev Venez Ortod*, v. 48, p. 1-2,1990. Acesso em: 12 ago. 2023.

32. ALWAL AM, RAJASEKHAR G, VURA N, SUDHIR MV, DAMERA S. Evaluation of use of distraction osteogenesis in mandibular retrognathia and its effect on soft and hard tissues and airway. *Natl J Maxillofac Surg* 2019;10:153-60. DOI:10.4103/njms.NJMS_75_18. Acesso em: 10 ago. 2023

33. RUBIO-BUENO, P.; PADRON, A.; VILLA, E.; DIAZ-GONZALEZ, F.J.. Distraction osteogenesis of the ascending ramus for mandibular hypoplasia using extraoral or intraoral devices: a report of 8 cases. *J Oral Maxillofac Surg*, v. 58, n. 6, p. 593-599, jun. 2000. DOI: 10.1016/s0278-2391(00)90146-0. Disponível em:[https://doi.org/10.1016/S0278-2391\(00\)90146-0](https://doi.org/10.1016/S0278-2391(00)90146-0). Acesso em: 08 ago. 2023.

34. MUTAZ, HABAL. Chasing the Future to Improve the Present Practice of Craniofacial Surgery. *The Journal of craniofacial surgery* 30(1):1-2, Jan. 2019. Acesso em: 08 ago. 2023. DOI: 10.1097/SCS.00000000000005273

35. MEAZZINI M.C, MAZZOLENI F, GABRIELE C, BOZZETTI A. Mandibular distraction osteogenesis in hemifacial microsomia: long-term follow-up. *J Craniomaxillofac Surg*. 2005 Dec;33(6):370-6. doi: 10.1016/j.jcms.2005.07.004. Acesso em: 12 ago. 2023.

36. GARCIA G.R, BUENO, RP, GÍAS N.L, CAMPO R.F.J, HERNANDEZ E.V, MARTOS P.L, GUERRA M.M.F, PEREZ S.J, USANDIZAGA G.D.J.L, GONZALEZ D.F.J. Internal distraction osteogenesis in mandibular reconstruction: clinical experience in 10 cases. *Plast Reconstr Surg.* 2008 Feb;121(2):563-575. doi: 10.1097/01.prs.0000297640.65255.70. PMID: 18300976. Acesso em 13 ago. 2023.

37. PELED, M., RACHMIEL, A., & SROUJI, S. (2001). Alveolar ridge augmentation by distraction osteogenesis. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 30(6), 510–517. DOI: 10.1054/ijom.2001.0134. Disponível em: <https://doi.org/10.1054/ijom.2001.0134>. Acesso em: 09 ago. 2023.

38. SINGH, A.K et al. Transport distraction osteogenesis compared with autogenous grafts for ramus-condyle unit reconstruction in temporomandibular joint ankylosis: a systematic review and meta-analysis. *Br J Oral Maxillofac Surg, Nepal*, p. 731-739. 15 dez. 2021. DOI: 10.1016/j.bjoms.2021.12.051. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2021.12.051>. Acesso em: 10 ago. 2023.

39. ISERI, H.; MALKOÇ, S. Long-term skeletal effects of mandibular symphyseal distraction osteogenesis. An implant study. *Eur. J. Orthod.*, London, v. 27, n. 5, p. 512-517, Oct. 2005. Acesso em: 10 ago. 2023.

40. CONSTANTINO PD, Shybut G, FRIEDMAN CD, et al. Segmental Mandibular Regeneration by Distraction Osteogenesis: An Experimental Study. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 1990;116(5):535–545. doi:10.1001/archotol.1990.01870050035003. Acesso em 12 ago. 2023.

41. HOLLIS, B.J.; BLOCK, M.S.; GARDINER, D.; CHANG, A. An experimental study of mandibular arch widening in the dog using distraction osteogenesis. *J. Oral Maxillofacial Surg.*, v. 56, n. 3, p. 330-338, Mar. 1998. Acesso em: 11 ago. 2023.

42. BAAS, E. M., BIERENBROODSPOT, F., & de LANGE, J. (2015). Skeletal stability after bilateral sagittal split osteotomy or distraction osteogenesis of the mandible: a randomized clinical trial. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 44(5), 615–620. doi:10.1016/j.ijom.2014.12.011. Acesso em: 09 ago. 2023.

43. GANDINI, JR. L.G.; BUSCHANG, P.H. Maxillary and mandibular width changes studied using metallic implants. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, St. Louis, v.117, n.1, p. 75-80, Jan. 2000. Acesso em: 14 ago. 2023.

44. COHEN, S. R.; SIMMS, C.; BURSTEIN, F. D. Mandibular distraction osteogenesis in the treatment of upper airway obstruction in children with craniofacial deformities. *Plast Reconstr Surg*, Hagerstown, v. 101, no. 2, p. 312-318, Feb. 1998. Acesso em: 13 ago. 2023.

45. KLEIN, C., & HOWALDT, H.-P. (1995). Lengthening of the hypoplastic mandible by gradual distraction in childhood — a preliminary report. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 23(2), 68–74. doi:10.1016/s1010-5182(05)80451-2. Acesso em 12 ago 2023.

46. DINER PA, KOLLAR EM, MARTINEZ H, et al. Intraoral distraction for mandibular lengthening: a technical innovation. *J Craniomaxillofac Surg* 1996;24:92–95. DOI: 10.1016/s1010-5182(96)80019-9. Disponível em [https://doi.org/10.1016/S1010-5182\(96\)80019-9](https://doi.org/10.1016/S1010-5182(96)80019-9). Acesso em: 15 ago. 2023.

47. PAES, E. C., MINK VAN DER MOLEN, A. B., MURADIN, M. S. M., SPELEMAN, L., SLOOT, F., KON, M., & BREUGEM, C. C. (2013). A systematic review on the outcome of mandibular distraction osteogenesis in infants suffering Robin sequence. *Clinical Oral Investigations*, 17(8), 1807–1820. doi:10.1007/s00784-013-0998-z. Acesso em: 09 ago. 2023.

48. DISCOLO, Christopher. Paediatric mandibular distraction: optimizing outcomes. *Current Opinion In Otolaryngology & Head & Neck Surgery*, [S.L.], v. 30, n. 6, p. 426-430, 21 set. 2022. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1097/moo.0000000000000851>.

49. CHOCRON Y, BARONE N, ZAMMIT D, GILARDINO MS. Efficacy and Complications of Mandibular Distraction Osteogenesis for Airway Obstruction in the Robin Sequence Population: A Comprehensive Literature Review. *J Craniofac Surg*. 2022 Sep 1;33(6):1739-1744. doi: 10.1097/SCS.00000000000008611. Epub 2022 Mar 8. PMID: 35258012. Acesso em 12 ago. 2023.

50. DIBBS, Rami P.; FERRY, Andrew M.; SARRAMI, Shayan M.; ABU-GHNAME, Amjed; DEMPSEY, Robert F.; BUCHANAN, Edward P.. Distraction Osteogenesis: mandible and maxilla. *Facial Plastic Surgery*, [S.L.], v. 37, n. 06, p. 751-758, 3 maio 2021. Georg Thieme Verlag KG. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0041-1727248>. Acesso em 03 ago. 2023.

51. DIEP, G. K., EISEMANN, B. S., & FLORES, R. L. (2020). Neonatal Mandibular Distraction Osteogenesis in Infants With Pierre Robin Sequence. *Journal of Craniofacial Surgery*, 31(4), 1137–1141. doi:10.1097/scs.00000000000006343. Acesso em 12 ago. 2023.

52. REN, X. C., GAO, Z. W., LI, Y. F., LIU, Y., YE, B., & ZHU, S. S. (2017). The effects of clinical factors on airway outcomes of mandibular distraction osteogenesis in children with Pierre Robin sequence. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 46(7), 805–810. doi:10.1016/j.ijom.2017.02.1278.

53. OLATE, S.; PARRA M.; UNIBAZO, A.; URIBE, F.; RESTOVIC, N. Osteogenic distraction in complex mandibular defect. *Int. J. Med. Surg. Sci.*, 3(3):971-975, 2016. Acesso em 12 ago. 2023.

54. HONG, P. (2011). A clinical narrative review of mandibular distraction osteogenesis in neonates with Pierre Robin sequence. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 75(8), 985–991. doi:10.1016/j.ijporl.2011.05.003. Acesso em 10 ago. 2023.

55. TRAHAR, M., SHEFFIELD, R., KAWAMOTO, H., LEE, H.-F., & TING, K. (2003). Cephalometric evaluation of the craniofacial complex in patients treated with an intraoral distraction osteogenesis device: a preliminary report. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 124(6), 639–650. doi:10.1016/j.ajodo.2003.04.002.