

Aceleração do movimento ortodôntico: vibração VS fotobiomodulação

Ilona Julie Sinée Bouniol

Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina Dentária (Ciclo Integrado)

Gandra, 7 de junho de 2022

Ilona Julie Sinée Bouniol

Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina Dentária (Ciclo Integrado)

Aceleração do movimento ortodôntico : vibração VS fotobiomodulação

Trabalho realizado sob a Orientação da Mestre Selma Pascoal e Co-orientação da Mestre Sofia Oliveira

Declaração de Integridade

Eu, acima identificado, declaro ter atuado com absoluta integridade na elaboração deste trabalho, confirmo que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri a qualquer forma de falsificação de resultados ou à prática de plágio (ato pelo qual um indivíduo, mesmo por omissão, assume a autoria do trabalho intelectual pertencente a outrem, na sua totalidade ou em partes dele). Mais declaro que todas as frases que retirei de trabalhos anteriores pertencentes a outros autores foram referenciadas ou redigidas com novas palavras, tendo neste caso colocado a citação da fonte bibliográfica.

Agradecimentos

Aos meus pais, por me terem permitido realizar o meu sonho. Por me apoiar, encorajar e estar sempre presente nos meus momentos de dúvida, dificuldade e alegria, apesar da distância. Agradeço-vos por tudo o que fizeram por mim, pelos vossos sacrifícios e pelo vosso amor.

Às minhas irmãs, Salomé e Maé, pelo vosso apoio durante estes 5 anos, pelos vossos conselhos, pela vossa presença. Senti a vossa falta, mas podia sempre contar com o vosso amor. Tenho orgulho em ser a vossa irmã mais velha.

À minha avó Jacqueline, obrigado por me teres acompanhado durante estes anos, espero que te orgulhes de mim.

Ao meu avô Alain e à minha avó Yolande, que me deixou durante os meus estudos aqui, sinto muito a vossa falta, gostaria que estivessem lá, vós que acreditastes tanto em mim e me amastes muito. Tenho saudades tuas... Tenho um pensamento especial para si. Espero que estejam orgulhosos de mim lá de cima.

Aos meus amigos de Gandra, que me deram 5 anos de alegria apesar dos altos e baixos. Sem eles, a vida não teria sido a mesma. Obrigado pelo apoio, o riso, as memórias, as experiências que partilhámos juntos. Fazes parte da minha vida.

Ao meu binômio Nicola, para este ano de clínica ao teu lado, conseguimos formar um duo ao longo do tempo, obrigado pela tua paciência e pelo teu bom humor.

Aos meus amigos em França, que continuaram a acreditar em mim apesar dos 1300Km, estou grato por ainda vos ter na minha vida. Significou muito para mim e levou-me para cima. Obrigado.

A minha professora de tese Selma, pela sua grande disponibilidade, sua ajuda e apoio que me deu durante estes meses. Obrigada para vossa generosidade e sua gentileza. Sem sua orientação este trabalho não teria sido o mesmo.

A minha co-orientadora de tese Sofia Oliveira, pela sua grande ajuda e disponibilidade na realização de meu trabalho.

A todos meus professores para a formação que eu recebi durante meu curso.

Ao Portugal, que foi meu país de coração e minha segunda casa.

RESUMO

Introdução: A Ortodontia é uma área da Medicina Dentária especializada nas más-oclusões com o objetivo de melhorar o equilíbrio postural entre estruturas ósseas, dentárias e musculares com objetivos funcionais e estéticos. Hoje em dia, um dos maiores desafios da Ortodontia é aumentar a velocidade do tempo de tratamento sem comprometer a precisão e, para isso, surgiram técnicas adicionais não invasivas que visam acelerar o movimento dentário ortodôntico. A vibração e a fotobiomodulação são modalidades terapêuticas que consistem em induzir efeitos biológicos estimulantes e inibidores nas células-alvo.

Objetivos: Realizar uma revisão sistemática para compreender os efeitos da vibração e da fotobiomodulação na aceleração do movimento dentário ortodôntico.

Métodos: Formulou-se uma questão segundo a estratégia PICOS e as orientações do PRISMA. Uma pesquisa bibliográfica foi realizada na base de dados PubMed, utilizando combinações de palavras-chave e abrangendo artigos entre 2012 e 2022 de idioma Inglês.

Resultados: A fotobiomodulação diminuiu o tempo de tratamento dos pacientes tratados, bem como diminuiu o número de visitas dos pacientes. Por outro lado, a força vibratória adicional durante o tratamento ortodôntico não afetou o fecho de espaços, a duração do tratamento, o número total de consultas e o resultado final da oclusão.

Conclusão: Entre estas duas técnicas, a fotobiomodulação mostrou ser superior à vibração na aceleração do movimento dentário ortodôntico. No entanto, existem resultados controversos na literatura, provavelmente, devido à enorme variabilidade dos parâmetros e tempos de estimulação em ambas as técnicas de estimulação, para além disso os efeitos dos protocolos dependem da colaboração do paciente.

Palavras-chave: Fotobiomodulação; Terapia com luz; Vibração; Estimulação mecânica; Movimento dentário ortodôntico acelerado; Movimento dentário.

ABSTRACT

Introduction: Orthodontics is an area of dental medicine specialized in malocclusions. It aims to improve the postural balance between bone, dental and muscular structures for functional and aesthetic purposes. Nowadays, one of the biggest challenges in Orthodontics is to accelerate the treatment time without compromising precision. To this end, additional non-invasive techniques have been arising intending to speed up orthodontic tooth movement. Vibration and photobiomodulation represent the best examples of these techniques, which induced stimulation and inhibitory biological effects on target cells.

Objectives: Producing a systematic review to understand the effects of vibration and photobiomodulation on the acceleration of orthodontic tooth movement.

Materials and Methods: One question has been formulated with the guideline of the PICOS strategy and PRISMA. Desk research has been conducted in the PubMed database, based on keyword combinations and articles between 2012 and 2022 in English.

Results: Photobiomodulation allowed a decrease in treatment time for treated patients, and also, offered benefit as a decrease in the number of visits. While the additional vibratory force during orthodontic treatment does not seem to affect space closure, treatment duration, the total number of visits or the final occlusion outcome.

Conclusion: Between these two techniques, photobiomodulation has been shown to be superior to vibration in accelerating orthodontic tooth movement. However, there are controversial results in the literature, probably due to the enormous variability of parameters and stimulation times in both stimulation techniques, furthermore, the effect of the protocols depends on patient compliance.

Keywords: Photobiomodulation; Light therapy; Vibration; Mechanical stimulation; Accelerated orthodontic tooth movement; Tooth movement.

Índice Geral

ÍNDICE DE ABREVIATURAS	XII
ÍNDICE DE FIGURA	XIII
ÍNDICE DE TABELA	XIII
1. Introdução	1
2. Material e Métodos	3
3. Resultados	6
4. Discussão	18
5. Conclusão	26
6. Referências Bibliográficas	27

Índice de abreviaturas

TO – Tratamento ortodôntico

PBM – Fotobiomodulação

LLLT – Terapia com luz de baixo nível

MDO – Movimento dentário ortodôntico

LPD – Ligamento periodontal

FCG – Fluido crevicular gengival

CCO – Citocromo C oxidase

IL – Interleucina

TGF – Factor de crescimento transformador

OPG – Osteoprotegerina

RANKL - Ligando do Recetor Ativador do fator Nuclear Kappa β

MMP – Metalloproteinasas

VL – Vestibulo-Lingual

ATP – Adenosina Trifostato

Índice de figura

Figura 1. Fluxograma PRISMA	5
-----------------------------------	---

Índice de tabela

Tabela 1. Tabela dos artigos	7
------------------------------------	---

1. Introdução

Para além da componente estética e do resultado final, a duração do tempo de tratamento é uma das maiores preocupações dos pacientes. Um tratamento ortodôntico (TO) pode durar entre 20 a 30 meses em função da má-oclusão, sendo este longo processo dissuasivo para muitos potenciais pacientes.(1) A um tempo de tratamento mais longo estão associados problemas tais como cáries, doenças periodontais e reabsorções radiculares. (2,3) Tendo em conta o referido, um dos maiores desafios da Ortodontia é acelerar a velocidade do movimento dentário sem comprometer a precisão do tratamento. (4)

O movimento ortodôntico consiste na remodelação do osso alveolar e do ligamento periodontal (LPD), onde ocorre reabsorção óssea no local de pressão e formação óssea no local de tensão. O movimento dentário ortodôntico (MDO) é controlado através da força aplicada e das respostas biológicas do LPD. Essa força exercida sobre os dentes ocasiona alterações no microambiente em torno do LPD, levando a alterações no fluxo sanguíneo, e, consecutivamente, à secreção de diferentes mediadores inflamatórios. (3)

Para acelerar o movimento dentário existem diversos métodos que podem ser divididos em diferentes categorias. No caso da terapia farmacológica, citocina, parathormone (PTH), vitamina D, ativador do sistema de factor nuclear kappa-B ligand (RANKL/RANK)/osteoprotegerina (OPG) e fatores de crescimento endotelial apresentam resultados promissores. As técnicas cirúrgicas como a descorticalização, piezocisão ou corticotomia possuem os resultados mais previsíveis, mas são técnicas invasivas. As técnicas não cirúrgicas foram introduzidas explorando diferentes técnicas tais como a fotobiomodulação (PBM), correntes eléctrica, forças cíclicas, e vibração por ressonância. Apesar dos resultados apresentarem algumas limitações, é uma área que emerge devido ao fato de não ser invasiva. (1–3,5)

As vibrações de baixa frequência foram recentemente introduzidas na Ortodontia para induzir a proliferação, diferenciação e maturação das células periodontais para permitir a remodelação óssea necessária para que o movimento dentário ocorra mais rapidamente após

a aplicação de uma força externa ao tratamento ortodôntico. (4,6) No mercado, existem várias opções de aparelhos à base de vibração que podem ser associados ao TO com alinhadores e/ou com brackets. O AcceleDent® é um dos dispositivos mais comercializados e utilizados na prática clínica. Este dispositivo gera pequenas vibrações na ordem dos 30 Hertz (Hz) e 0,2 Newton (N) (2), que são transmitidas através das raízes dos dentes até ao osso circundante (4), estimulando a atividade celular quando os pacientes mordem suavemente o AcceleDent® durante 20 minutos, uma vez por dia. (4)

A fotobiomodulação (PBM), ou terapia com luz de baixo nível (LLLT), é um procedimento de irradiação não invasivo que utiliza luz de feixe vermelho a quase infravermelho (comprimentos de onda de 632 a 1064 nm) para obter uma resposta biológica. (7,8)

A PBM acelera a proliferação celular, aumenta a expressão da osteocalcina e estimula a angiogénese e a disponibilidade de adenosina trifostato (ATP) mitocondrial através da citocromo C oxidase (CCO) (1,5,8). Desta forma, as células renovam-se mais eficientemente, aumentando o processo de remodelação e aceleração do movimento dentário. (5) A aplicação de LLLT em Ortodontia também demonstrou ser eficaz na redução da dor ortodôntica. (9) Existem diversos dispositivos com terapia a luz disponíveis comercialmente, sendo o mais utilizado o OrthoPulse® que produz luz quase infravermelha com um comprimento de onda de pico contínuo de 850 nm (1). Outros dispositivos com laser de diodo produzem luz com comprimentos de onda compreendidos entre 810 e 980 nm. (3,7,10,11)

Ao longo dos anos, vários estudos têm sido conduzidos para analisar os efeitos das vibrações e da PBM como coadjuvantes ao TO. No entanto, os resultados destes estudos clínicos são, por vezes, contraditórios e limitados. Desta forma, o objetivo deste estudo é realizar uma revisão sistemática de forma a compreender os efeitos da vibração e da fotobiomodulação na aceleração do movimento dentário ortodôntico.

2. Material e Métodos

Metodologia: A revisão sistemática seguiu as indicações e protocolo do PRISMA.

Nesta revisão sistemática integrativa, formulou-se uma questão norteadora segunda a estratégia PICOS “*Population, Intervention, Comparison, Outcomes and Study*”

- *P*: pacientes clínicos em tratamento ortodôntico;
- *I*: vibração e fotobiomodulação;
- *C*: grupo testado com vibração ou fotobiomodulação versus o grupo de controlo (ausência do dispositivo para estimulação);
- *O*: efeito da vibração e da fotobiomodulação na aceleração do movimento ortodôntico;
- *S*: Estudos randomizados controlados.

Questão norteadora: Como a literatura aborda os efeitos da vibração e da fotobiomodulação na aceleração do movimento ortodôntico?

Crítérios de elegibilidade:

- Critérios de inclusão:

- Estimulação mecânica no movimento dentário em estudos clínicos;
- Estimulação com luz no movimento dentário em estudos clínicos;
- Artigos clínicos controlados randomizados nos últimos 10 anos;
- Artigos em Inglês.

- Critérios de exclusão:

- Revisões sistemáticas, meta-análises, relatos de caso;
- Combinação de estímulos mecânicos ou de luz com técnicas cirúrgicas ou outros métodos de estimulação;
- Artigos que não usaram a estimulação de luz e mecânica no movimento ortodôntico;

Estratégia de pesquisa e processo de seleção dos estudos:

A pesquisa bibliográfica foi realizada na base de dados Pubmed, entre Janeiro de 2022 e início de Março de 2022, com as seguintes combinações de palavras-chave:

- (orthodontic OR "orthodontic movement" OR "Tooth Movement") AND (photobiomodulation OR phototherapy OR "laser therapy" OR "light stimulation" OR "light stimuli" OR LLLT OR "low-level laser" OR "low-level light" OR PBMT OR "light therap*" OR "laser therap*" OR "laser irradiation" OR "light irradiation" OR "laser biostimulation" OR "light biostimulation")

- (Accelerated Orthodontic Movement AND Tooth Movement OR Dental Movement AND Vibration; Accelerated Orthodontic Movement AND Vibration; Tooth Movement AND Vibration OR Mechanical Stimulation; Tooth Movement OR Dental Movement AND Vibration)

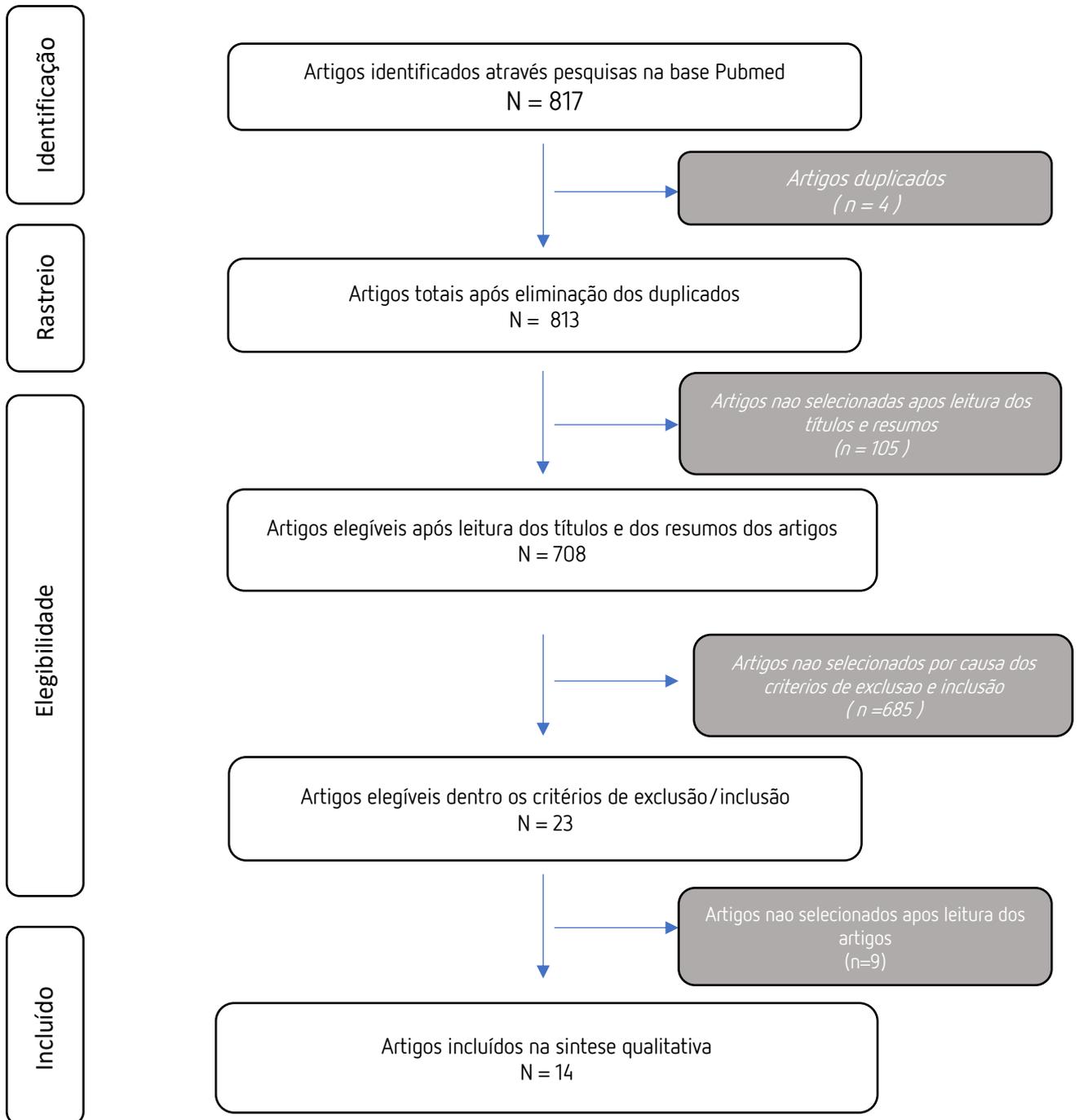


Figura 1 : Fluxograma PRISMA.

3. Resultados

Após a pesquisa nas bases de dados, foram identificados um total de 817 artigos em PubMed. Foram excluídos 4 artigos duplicados, ficando 813 artigos, aos quais foi aplicada a triagem através da leitura de título e resumo. Após esta triagem foram excluídos 105 artigos. Aos 708 artigos remanescentes foram aplicados os critérios de exclusão, ficando assim, 23 artigos elegíveis para leitura completa. A seleção final consiste em 14 artigos que foram considerados relevantes para a elaboração desta dissertação.

Dos 14 artigos selecionados, seis avaliaram o efeito da vibração em pacientes submetidos a tratamento ortodôntico, dos quais dois foram tratados com alinhadores e quatro com Brackets. Oito estudos analisaram o efeito da fotobiomodulação em pacientes submetidos apenas a tratamento ortodôntico com brackets.

Os resultados mais pertinentes encontrados em cada estudo foram extraídos e organizados numa tabela para fornecer uma análise estruturada, interativa e dinâmica (Tabela 1).

Tabela 1. Tabela dos artigos

Artigo	Tamanho da amostra	Características da vibração ou fotobiomodulação	Tratamento ortodôntico	Objetivos	Resultados
<p>Título : Accelerating aligner treatment using low-frequency vibration: a single-centre, randomized controlled clinical trial</p> <p>Data : 2018</p> <p>Autores : Luca Lombardo, Angela Arreghini, Luis T. Huanca Ghislanzoni, and Giuseppe Siciliani.</p>	45 pacientes	<p>VIBRAÇÃO</p> <p>Acceledent ®</p> <p>30 Hz</p> <p>0,25 N</p> <p>(baixa frequência)</p> <p>20 min/dia</p>	Alinhadores	- Determinar diferenças na precisão do movimento dentário em pacientes tratados com alinhadores associado ao dispositivo vibratório de baixa frequência e/ou intervalo de substituição do alinhador relativamente a um protocolo convencional.	Não houve diferença estatisticamente significativas na precisão entre substituir os alinhadores acompanhados por vibrações de baixa frequência a cada 7 dias e substituí-los a cada 14 dias sem vibração. Além disso, a vibração de baixa frequência pareceu melhorar a precisão de um protocolo convencional no que diz respeito à rotação dos incisivos superiores.
<p>Título : Effect of supplemental vibration on orthodontic treatment with aligners: A randomized trial</p> <p>Data : 2018</p>	27 pacientes	<p>VIBRAÇÃO</p> <p>Acceledent ®</p> <p>30 Hz, 0,25 N</p>	Alinhadores	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliar se o dispositivo AcceleDent® permite um tratamento ortodôntico mais rápido. - Avaliar o grau de alinhamento dos dentes anteriores. - Avaliar os níveis de dor ortodôntica e a qualidade 	O dispositivo AcceleDent® não parece ter impactado na capacidade de completar uma série de alinhadores com um regime de mudança de 1 semana ou no alinhamento final alcançado em pacientes adultos. Não teve qualquer efeito significativo na redução da dor

<p>Autores : Mina Katchooi, Bobby Cohanin, Sandra Tai, Burcu Bayirli, Charles Spiekerman, and Greg Huang</p>		<p>(baixa frequência) 20 min/dia</p>		<p>de vida relacionada com a saúde oral.</p>	<p>ortodôntica ou dos parâmetros de qualidade de vida relacionados com a saúde oral quando utilizado com o Invisalign®.</p>
<p>Título : Biomarkers of orthodontic tooth movement with xed appliances and vibration appliance therapy: a pilot study</p> <p>Data : 2020</p> <p>Autores : Stacey Reiss, Marie Claude Chouinard, Dasha Frias Landa, Ravindra Nanda, Taranpreet Chandhoke, Takanori Sobue, Veerasathpurush Allareddy, Chia-Ling Kuo , Jinjian Mu and Flavio Uribe</p>	<p>40 pacientes</p>	<p>VIBRAÇÃO</p> <p>Acceledent ®</p> <p>30 Hz, 0,25 N</p> <p>(baixa frequência)</p> <p>20 min/dia</p>	<p>Brackets Carriere® auto-ligados passivos</p>	<p>- Investigar o efeito da força vibratória adicional nos biomarcadores de remodelação óssea durante o movimento dentário ortodôntico, na taxa de alinhamento anterior mandibular (TAAM) e na conformidade com um dispositivo vibratório.</p>	<p>A força vibratória adicional durante o tratamento ortodôntico com aparelhos fixos não afetou os biomarcadores de remodelação óssea ou o TAAM.</p>

<p>Título : Effects of supplemental vibrational force on space closure, treatment duration, and occlusal outcome</p> <p>Data : 2018</p> <p>Autores: Andrew T. DiBiase, Neil R. Woodhouse, Spyridon N. Papageorgiou, Nicola Johnson, Carmel Slipper, James Grant, Maryam Alsaleh, Yousef Khaja, and Martyn T. Cobourne</p>	<p>81 pacientes</p>	<p>VIBRAÇÃO</p> <p>Acceledent ®</p> <p>30 Hz, 0,2 N</p> <p>(baixa frequência)</p> <p>20 min/dia</p>	<p>Brackets Victory series®</p>	<p>- Investigar o efeito da força vibratória adicional no fecho de espaço e no resultado do tratamento com aparelhos fixos.</p>	<p>A força vibratória adicional durante o tratamento ortodôntico com aparelhos fixos não afetou o fecho de espaço, a duração do tratamento, o número total de visitas ou o resultado oclusal final.</p>
<p>Título : Effectiveness of vibrational forces on orthodontic treatment</p> <p>Data : 2020</p> <p>Autores : Baris Can Telatar, Ahmet Yalcın Gungor</p>	<p>20 pacientes</p>	<p>VIBRAÇÃO</p> <p>Acceledent ®</p> <p>30 Hz, 0,2 N</p> <p>(baixa frequência)</p> <p>20 min/dia</p>	<p>Brackets MBT + mini-implantes</p>	<p>- Determinar se as aplicações vibratórias, como complemento às forças ortodônticas, aumentam a taxa de movimento dentário em pacientes com aparelhos ortodônticos fixos na taxa de distalização canina.</p>	<p>Não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos de estudo (com vibrações) e de controlo na taxa de distalização canina.</p>

<p>Título : Supplemental Vibrational Force During Orthodontic Alignment: A Randomized Trial</p> <p>Data : 2015</p> <p>Autores : N.R. Woodhouse, A.T. DiBiase, N. Johnson, C. Slipper, J. Grant, M. Alsaleh, A.N.A. Donaldson, and M.T. Cobourne</p>	<p>81 pacientes</p>	<p>VIBRAÇÃO</p> <p>Acceledent ®</p> <p>30 Hz, 0,2 N</p> <p>(baixa frequência)</p> <p>20 min/dia</p>	<p>Brackets 3M Victory series®</p>	<p>- Investigar o efeito da força vibracional adicional com o aparelho AcceleDent® sobre a taxa de movimento dentário ortodôntico durante o alinhamento com aparelhos fixos.</p>	<p>Não se verificou que a força vibracional adicional com um dispositivo AcceleDent® possa ter aumentado a taxa de alinhamento inicial do dente ou reduzido o tempo necessário para obter um alinhamento completo quando utilizado em conjunto com um aparelho fixo pré-ajustado.</p>
<p>Título : The effect of low-level laser therapy on tooth movement during canine distalization</p> <p>Data : 2017</p> <p>Autores : Sevin Erol Üretürk & Müyesser Sarac, & Sönmez Firath & Sule Batu Can & Yegane Güven & Erhan Firatlı</p>	<p>15 pacientes</p>	<p>FOTOBIMODULAÇÃO (PBM)</p> <p>Tipo de laser: diodo laser de baixo nível de gálio-alumínio (GaAlAs)</p> <p>Comprimento de onda: 820 nm</p> <p>Densidade de energia : 5 J/cm², durante 10 s por ponto</p> <p>Potencia : 20 mW</p> <p>Método de aplicação/ região anatômica: dez pontos no canino, cinco do lado vestibular e cinco do lado palatino.</p>	<p>Brackets Smart Clip + mola fechada de níquel titânio (NiTi) entre o braket do canino e a cabeça do mini-implante</p>	<p>- Determinar os efeitos da terapia laser de baixo nível no movimento dentário durante a distalização canina, avaliando os níveis de interleucina (IL)-1β, factor de Crescimento transformador (TGF)-β1 no fluido crevicular gengival (FCG).</p>	<p>As aplicações laser de baixo nível aceleraram significativamente o movimento dentário com uma resposta saudável dos tecidos e níveis aumentados de IL-1β e TGF-β1 no FCG.</p>

<p>Título : Intraoral photobiomodulation-induced orthodontic tooth alignment: a preliminary study</p> <p>Data : 2016</p> <p>Autores : Timothy Shaughnessy, Alpdogan Kantarci, Chung How Kau, Darya Skrenes, Sanjar Skrenes and Dennis Ma</p>	<p>19 pacientes</p>	<p>PBM</p> <p>Tipo de laser: OrthoPulse®</p> <p>Comprimento de onda: 850 nm</p> <p>Densidade de energia : 9,3 J/cm²</p> <p>Potencia : 42 mW/cm²</p> <p>Método de aplicação/ região anatômica: 3,8 min de tratamento apenas bucal por arco por dia.</p>	<p>Brackets + arcos NiTi</p>	<p>- Testar se a PBM intraoral aumenta a taxa de alinhamento dentário e reduz o tempo necessário para resolver o apinhamento dentário anterior.</p>	<p>O PBM intraoral produziu alterações estatisticamente significativas na taxa de movimento dentário, e poderia ser utilizada para diminuir o tempo de tratamento de alinhamento anterior, o que poderia consequentemente diminuir o tempo total de tratamento ortodôntico.</p>
<p>Título : Clinical research: low-level laser therapy in accelerating orthodontic tooth movement</p> <p>Data : 2021</p> <p>Autores: Junyi Zheng and Kai Yang</p>	<p>12 pacientes</p>	<p>PBM</p> <p>Tipo de laser: laser dίοdo</p> <p>Comprimento de onda: 810 nm</p> <p>Densidade de energia : 6,29 J/cm²</p> <p>Potencia : 100 mW</p> <p>Método de aplicação/ região anatômica: aplicada em 4 pontos (mesial bucal, distal bucal, mesial lingual, e distal lingual) durante 40 s em cada superfície.</p>	<p>Brackets + arcos Niti</p>	<p>- Avaliar os efeitos da Terapia com luz de baixo nível (LLLT) na retracção dos caninos superiores. Avaliar as alterações que acompanham os níveis de activador receptor do factor nuclear kappa B ligand (RANKL), osteoprotegerina (OPG), e IL-1β no FCG.</p>	<p>O movimento dentário cumulativo durante 28 dias foi significativamente mais elevado no grupo laser do que no grupo de controlo. Observaram-se reduções significativas nos níveis de OPG e aumentos nos níveis de IL-1β e RANKL nas amostras de FCG nos lados experimentais. O LLLT poderá ter utilidade clínica na aceleração do movimento dentário ortodôntico (MDO).</p>

<p>Título : Photobiomodulation accelerates orthodontic alignment in the early phase of treatment</p> <p>Data : 2013</p> <p>Autores : Chung How Kau, Alpdogan Kantarci, Tim Shaughnessy, Amornpong Vachiramon, Peerapong Santiwong, Alvaro de la Fuente, Darya Skrenes, Dennis Ma and Peter Brawn</p>	<p>90 pacientes</p>	<p>PBM</p> <p>Tipo de laser: OrthoPulse®</p> <p>Comprimento de onda: 850 nm</p> <p>Densidade de energia : 72, 108, ou 216 J/ cm²</p> <p>Potencia : 60 mW/cm² durante 20 ou 30 min/dia ou 60 min/semana</p> <p>Método de aplicação/ região anatômica: Extra-oral</p>	<p>Brackets e fios ortodônticos tradicionais</p>	<p>- Determinar se a PBM reduz o tempo de tratamento na fase de alinhamento do tratamento ortodôntico.</p>	<p>A PBM produziu alterações clinicamente significativas nas taxas de movimentação dentária em comparação com o grupo de controlo durante a fase de alinhamento do tratamento ortodôntico, independentemente da arcada maxilar ou mandibular. As taxas de movimentação dentária na fase de alinhamento foram de 1,12 mm/semana para o grupo de tratamento com PBM em comparação com 0,49 mm no grupo de controlo.</p>
<p>Título : Low-level laser therapy effectiveness in accelerating orthodontic tooth movement</p> <p>Data : 2017</p> <p>Autores: Mohammad Moaffak A. ALSayed Hasan; Kinda Sultan; Omar Hamadah</p>	<p>26 pacientes</p>	<p>PBM</p> <p>Tipo de laser: laser diódo</p> <p>Comprimento de onda: 830 nm</p> <p>Densidade de energia : 2,25 J/cm².</p> <p>Potencia : 150 mW</p> <p>Método de aplicação/ região anatômica: raiz dividida em duas metades: cervical e apical. No centro de cada metade, perpendicularmente à raiz e em contacto directo com a</p>	<p>Brackets da prescrição MBT</p>	<p>- Avaliar a eficácia da LLLT na aceleração do MDO dos incisivos superiores com apinhamento.</p>	<p>A terapia laser de baixa intensidade, utilizada com os parâmetros descritos, foi um método eficaz para acelerar a movimentação dentária ortodôntica em casos de apinhamento dentário.</p>

		mucosa, tanto do lado vestibular como do palatino → quatro pontos de aplicação para cada dente com um tempo de exposição de 1 minuto/dente.			
<p>Título : Photobiomodulation Therapy on Orthodontic Movement: Analysis of Preliminary Studies with a New Protocol</p> <p>Data : 2020</p> <p>Autores : Alessandra Impellizzeri , Martina Horodynski, Riccardo Fusco, Gaspare Palaia , Antonella Polimeni , Umberto Romeo , Ersilia Barbato and Gabriella Galluccio</p>	6 pacientes	<p>PBM</p> <p>Tipo de laser: díodo laser de alumínio arsenieto de gálio (GaAlAs)</p> <p>Comprimento de onda: 650 nm</p> <p>Densidade de energia : 12 J/cm²</p> <p>Potencia : 100 mW</p> <p>Método de aplicação/ região anatômica: 6 pontos 10s: 3 palatinos 3vestibulares no terceiro nível apical, médio e cervical da raiz do canino.</p>	Brackets	- Investigar a eficácia da terapia PBM na aceleração dos movimentos ortodônticos, derivada da sua capacidade bioestimulante e regenerativa nos tecidos moles, em consequência do aumento da diferenciação, proliferação e atividade das células que estão envolvidas na remodelação óssea alveolar.	O laser de baixa densidade energética utilizado, com os parâmetros definidos, foi considerado um instrumento eficiente para acelerar a distalização dos caninos de forma estatisticamente significativa, mostrando uma taxa de aceleração do grupo experimental de 32% superior à do grupo placebo após 1 mês de seguimento.

<p>Título : Does Low-Level Laser Therapy Enhance the Efficiency of Orthodontic Dental Alignment? Results from a Randomized Pilot Study</p> <p>Data : 2017</p> <p>Autores : Gianluigi Caccianiga, Alessio Paiusco, Letizia Perillo, Riccardo Nucera, Alberto Pinsino, Marcello Maddalone, Giancarlo Cordasco and Antonino Lo Giudice.</p>	<p>36 pacientes</p>	<p>PBM</p> <p>Tipo de laser: díodo laser</p> <p>Comprimento de onda: 980 nm</p> <p>Densidade de energia : 150 J/cm²</p> <p>Potencia : 1 W</p> <p>Método de aplicação/ região anatômica: quatro segmentos dentários foram irradiados consecutivamente durante 8 seg, e dois segmentos dental durante 9 seg., num total de 50 seg. O procedimento foi repetido 3 vezes, com intervalos de 2 min.</p>	<p>Brackets auto-ligados Empower®</p>	<p>- Avaliar se o LLLT pode reduzir o tempo para alinhar dentes numa amostra de pacientes que foram submetidos a um tratamento ortodôntico sem extrações.</p>	<p>O tempo de tratamento de alinhamento foi significativamente mais curto no grupo testado (211,8 dias) em comparação com o controlo (284,1 dias). Consequentemente, as visitas de controlo foram inferiores no grupo de teste (7 visitas) em comparação com o grupo de controlo (9,5 visitas). Os resultados sugeriram que a administração de LLLT pode aumentar significativamente a eficiência do tratamento ortodôntico durante o alinhamento dentário.</p>
<p>Título : A Comparative Assessment of the Efficiency of Orthodontic Treatment With and Without Photobiomodulation During Mandibular Decrowding in Young Subjects</p>	<p>89 pacientes</p>	<p>PBM</p> <p>Tipo de laser: ATP38</p> <p>Comprimento de onda: 800-835nm</p>	<p>Brackets auto-ligados Empower®</p>	<p>- Avaliar se a PBM pode melhorar a eficiência do tratamento ortodôntico, em particular o tempo para resolver o apinhamento dentário submetidos a um plano de tratamento</p>	<p>O tempo de tratamento foi significativamente mais curto no grupo com PBM (203 dias) em comparação com o controlo (260 dias). Consequentemente, as visitas de controlo foram inferiores no grupo PBM (7) em comparação com o grupo de controlo (9). A PBM pode ser utilizada para</p>

<p>Data : 2020</p> <p>Autores : Antonino Lo Giudice, Riccardo Nucera, Rosalia Leonardi, Alessio Paiusco, Marco Baldoni and Gianluigi Caccianiga</p>		<p>Densidade de energia : 72 J/cm² por sessão</p> <p>Potencia : NR</p> <p>Método de aplicação/ região anatômica: distância fixa de 4 cm dos três painéis às bochechas (painéis laterais) e aos lábios (painel frontal) do paciente. 3 fases consecutivas de irradiação em cada sessão PBM, com uma duração total de 18 min e 144 J/cm² de fluência administrada.</p>		<p>ortodôntico sem extrações.</p>	<p>aumentar a eficiência do tratamento ortodôntico.</p>
---	--	---	--	-----------------------------------	---

TAAM - Taxa de alinhamento anterior mandibular; **NiTi** - Níquel titânio; **PBM** – Fotobiomodulation; **IL** - Interleucina; **TGF** - Factor de Crescimento transformador; **FCG** - Flúido crevicular gengival; **LLLT** - Terapia com luz de baixo nível; **RANKL** - Ligando do Recetor Ativador do fator Nuclear Kappa β ; **OPG** - Osteoprotegerina; **MDO** - Movimento dentário ortodôntico

As principais conclusões foram as seguintes:

- Não existiu diferença na precisão entre substituir os alinhadores acompanhados por vibrações de baixa frequência a cada 7 dias e substituí-los a cada 14 dias sem vibração. No entanto, a vibração de baixa frequência pareceu melhorar a precisão de um protocolo convencional no que diz respeito à rotação dos incisivos superiores. (4)
- O dispositivo AcceleDent® não parece ter impactado na capacidade de completar uma série de alinhadores com um regime de mudança de 1 semana ou no alinhamento final alcançado em pacientes adultos. Também, não teve qualquer efeito significativo na redução da dor. (6)
- A força vibratória adicional durante o tratamento ortodôntico com aparelhos fixos não afetou os biomarcadores de remodelação óssea ou o TAAM. (12)
- A força vibratória adicional durante o tratamento ortodôntico com aparelhos fixos não afetou o fecho de espaço, a duração do tratamento, o número total de visitas ou o resultado oclusal final. Não se verificou que um dispositivo AcceleDent® possa ter aumentado a taxa de alinhamento inicial do dente ou reduzido o tempo necessário para obter um alinhamento completo quando utilizado em conjunto com um aparelho fixo pré-ajustado. (13,14)
- No controlo na taxa de distalização canina não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos de estudo (com ou sem vibrações). (2)
- O PBM intraoral produziu alterações estatisticamente significativas na taxa de movimento dentário e, poderá ser utilizada para diminuir o tempo de tratamento de alinhamento anterior, o que permitiria, conseqüentemente, diminuir o tempo total de tratamento ortodôntico. A terapia laser de baixa intensidade foi um método eficaz para acelerar a movimentação dentária ortodôntica em casos de apinhamento dentário.(1,9)

- O tempo de tratamento de alinhamento foi significativamente mais curto nos grupos experimentais em comparação com os controlos. Consequentemente, as visitas de controlo foram inferiores no grupo de teste em comparação com o grupo de controlo. Os resultados sugeriram que a administração de LLLT pode aumentar significativamente a eficiência do tratamento ortodôntico durante o alinhamento dentário.(7,8)
- As aplicações laser de baixo nível aceleraram significativamente o movimento dentário com uma resposta saudável dos tecidos e níveis aumentados de IL-1 β , TGF- β 1, RANKL no FCG, e reduções significativas nos níveis de OPG. (10,11)
- A PBM, com os parâmetros definidos, foi considerada um instrumento eficiente para acelerar a distalização dos caninos mostrando uma taxa de aceleração do grupo experimental de 32% superior à do grupo placebo após 1 mês de seguimento. Também, a PBM produziu alterações significativas nas taxas de movimentação dentária durante a fase de alinhamento do tratamento ortodôntico. As taxas de movimentação dentária na fase de alinhamento foram de 1,12 mm/semana para o grupo de tratamento com PBM em comparação com 0,49 mm no grupo de controlo. (3,5)

4. Discussão

4.1- Vibração: Biologia e efeitos sobre o movimento dentário

As vibrações de baixa frequência têm sido usadas há muito tempo na Medicina para promover a consolidação das fraturas e o fortalecimento ósseo na osteoporose. (2,4) Mais recentemente, foram introduzidos na Ortodontia. (6,13)

Referente ao TO com alinhadores e aceleradores de movimento, num estudo conduzido por Lucas Lombardo *et al.* (2018) foi concluído que não havia diferença na precisão entre substituir alinhadores com vibrações de baixa frequência a cada 7 dias e substituí-los a cada 14 dias sem vibração. (4) A mesma conclusão foi alcançada por Mina Katchooi *et al.* (2018) onde foi reportado que o dispositivo AcceleDent® não pareceu ter qualquer impacto na capacidade de completar uma série de alinhadores com um regime de transição de uma semana ou no alinhamento final alcançado em pacientes adultos. (6)

Andrew T. DiBiase *et al.* (2018) demonstrou que a força vibratória adicional durante o tratamento ortodôntico com aparelhos fixos não afetou o fecho do espaço mandibular, o tempo de tratamento, o número total de visitas ou o resultado oclusal final.(13) Este estudo é consistente com outro estudo realizado por Woodhouse *et al.* (2015) onde o AcceleDent® não aumentou a taxa de alinhamento inicial nem reduziu o tempo necessário para atingir o alinhamento total quando utilizado em conjunto com um aparelho fixo pré-ajustado. (14)

Um estudo realizado por Baris Can Telatar *et al.* (2020), sobre a taxa de distalização do canino, concluiu que não houve diferença significativa na taxa de retracção do canino entre os dois grupos (com e sem vibrações). (2) Além disso, estes resultados foram corroborados pelo estudo realizado por Stacey Reiss *et al.* (2020) que investigou os biomarcadores envolvidos no movimento ortodôntico. De facto, não houve diferença significativa na expressão de nenhum dos marcadores biológicos analisados na modelação óssea e taxa de alinhamento anterior mandibular, entre o grupo AcceleDent® e o grupo de controlo. Também observaram que os níveis de Metalloproteinases (MMP) 9 e Interleucina (IL)-11 permaneceram semelhantes no grupo AcceleDent®, mas aumentaram ao longo do tempo no grupo de controlo. A inibição do MMP9 está normalmente associada à inibição do movimento dentário. Stacey Reiss *et al.* (2020) observaram também uma tendência de aumento da concentração de ligante do

recetor ativador do fator nuclear kappa B (RANKL) entre o início do estudo e as 8 semanas (nos grupos AcceleDent® e de controlo), e uma ligeira diminuição da Osteoprotogerina (OPG) no grupo AcceleDent® entre T0 e T2 (T2: 10-12 semanas depois) e um aumento da relação RANKL/OPG (nos grupos AcceleDent® e de controlo) entre a o início e 8 semanas. Quanto aos efeitos da vibração sobre a IL-1 β , os resultados clínicos e biologicamente significativos diferem de outros estudos onde foram encontrados níveis aumentados de IL-1 β no fluido crevicular gengival (FCG). Esta diferença pode ser atribuída ao facto de a recolha de biomarcadores ter sido feita em saliva inteira e não na recolha de FCG de áreas específicas em estudos anteriores. (12)

Num estudo levado a cabo por Lucas Lombardo *et al.* (2018), na combinação de 20 minutos diários consecutivos de vibração no qual os alinhadores foram substituídos a cada 14 dias, não houve qualquer efeito na precisão do movimento dentário, exceto no que diz respeito à rotação dos incisivos superiores, que foi mais precisa 10%. Para além disso, quando este protocolo de vibração foi combinado com um calendário de substituição dos alinhadores de 7 dias, não foi obtida nenhuma diferença estatisticamente significativa na precisão do movimento em comparação com o protocolo convencional sem vibração. Contudo, houve várias diferenças importantes entre os protocolos de 7 dias e 14 dias com vibração. Quando os alinhadores foram substituídos a cada 14 dias em vez de cada 7 dias, existiu um aumento da precisão de 13-16% para a inclinação mesio-distal e vestibulo-lingual (VL) dos caninos superiores, e inclinação VL dos molares superiores. O índice de maior precisão é representado pelos incisivos, enquanto os caninos são os dentes menos sensíveis ao movimento ortodôntico com alinhadores. Esta diferença deve-se provavelmente à sua anatomia particular, devido à sua coroa ser arredondada e sua raiz ser grande e muitas vezes corticalizada. O efeito mecânico exercido pela mordida no aparelho combinado com a vibração pode ter melhorado o contacto entre o alinhador e os dentes, e assim melhorar o resultado que seria possível devido apenas ao estímulo do metabolismo ósseo, porém foi apenas hipotetizado pelos autores que referem que são necessárias mais investigações sobre este assunto. (4)

O estudo realizado por Mina Katchooi *et al.* (2018) com alinhadores também chegou às mesmas conclusões que o anterior. Não encontrou evidência de que a utilização de um aparelho AcceleDent® tivesse qualquer impacto na capacidade de completar uma série de alinhadores com um regime de mudança de uma semana, e não teve qualquer efeito no fim do alinhamento

do tratamento com um regime de mudança de uma semana dos alinhadores. Além disso, neste estudo foram avaliados os níveis de dor ortodôntica e a qualidade de vida relacionada com a saúde oral, mas não houve qualquer efeito significativo na redução dos níveis de dor ortodôntica e outras questões relacionadas com a qualidade de saúde oral quando o AcceleDent® foi utilizado em conjunto com os alinhadores. (6)

Quanto ao efeito da vibração como auxiliar no tratamento ortodôntico com brackets, de acordo com nadrew T. DiBiase *et al.* (2018), os resultados deste estudo não mostraram diferenças clínicas ou estatísticas entre os grupos na taxa inicial de fechamento do espaço do arco mandibular. Do mesmo modo, não houve diferenças significativas entre os grupos na taxa global de fechamento do espaço mandibular, tempo total de tratamento, número de visitas e interrupções, e resultado final da oclusão, indicando que a utilização de força vibratória adicional não teve um efeito benéfico no tratamento ortodôntico com aparelhos fixos. Além disso, foi demonstrada uma relação significativa entre o espaço de extração no início do estudo e ambas as taxas de encerramento do espaço: um espaço de extração total maior resulta numa maior taxa de encerramento do espaço. Isto pode ser devido a uma maior ativação das molas de níquel-titânio em espaços de extração maiores ou a um viés estatístico. (13)

Baris Can Telatar *et al.* (2020) também comprovou que o AcceleDent® não acelerou significativamente a retração dos caninos com um aparelho fixo. Foi observada uma taxa média de movimento dentário de 1,06 mm/mês nos grupos de controlo maxilar e mandibular em comparação com 1,24 mm/mês no grupo experimental maxilar e 1,09 mm/mês no grupo mandibular. Estes resultados são consistentes com o estudo de Dibase *et al.* que não reportaram efeitos crescentes nas taxas de movimento dentário. (2)

Finalmente, o estudo de N.R Woodhouse *et al.* (2015), apoia os resultados anteriores, concluindo que a força vibratória adicional não aumentou a taxa de alinhamento inicial dos dentes nem reduziu o tempo necessário para alcançar o alinhamento total quando usado em conjunto com um aparelho fixo.(14)

No entanto, todos estes resultados estão sujeitos a certas limitações. Uma das limitações é a fraca ou inexistente adesão do dispositivo AcceleDent® a longo prazo, uma vez que é evidente que o efeito dos protocolos de vibração depende da colaboração do paciente. No estudo de Baris

Can Telatar *et al.* (2020) foi pedido aos pacientes que aplicassem vibrações diárias durante 20 minutos. As gravações revelaram que os participantes de um grupo utilizavam durante uma média de 13,7 minutos por dia, enquanto no outro grupo 15,2 minutos. Este incumprimento pode ter afetado os resultados. (4,14) Além disso, em alguns estudos, o grupo de controlo não tinha dispositivos de vibração placebo, o que pode ter influenciado os resultados. (4,12) A idade dos critérios de elegibilidade dos pacientes desempenha também um papel importante, uma vez que algumas variações no desenvolvimento e maturidade podem ter afetado a velocidade do movimento dentário. Isto poderia também explicar em parte os efeitos do género relatados, uma vez que as mulheres com a mesma idade cronológica podem ser mais maduras e menos sensíveis biologicamente à mesma força ortodôntica do que os seus homólogos masculinos. (2,13)

4.2- Fotobiomodulação: Biologia e efeitos sobre o movimento dentário

Considerando os mediadores envolvidos no movimento ortodôntico com a PBM, os estudos conduzidos por Sevin Erol Üretürk *et al.* (2017), e Junyi Zheng e Kai Yang (2021) tinham como objetivo determinar os efeitos da terapia laser de baixo nível no movimento dentário e avaliar as alterações dos mediadores inflamatórios.

Segundo o estudo de Sevin Erol Üretürk *et al.* (2017), as concentrações de IL-1 β aumentaram no lado da compressão com as maiores quantidades médias a 24 h e diminuíram para níveis aproximadamente normais durante 1 semana a 21 dias. O aumento dos níveis de IL-1 β no lado da compressão às 24 h indica um aumento da atividade osteoblástica durante as fases iniciais do movimento dentário. Assume-se, portanto, que o aumento dos níveis de IL-1 β no lado da compressão se deve ao aumento da atividade osteoclástica na mesma região. (10) Da mesma forma, o estudo de Junyi Zheng e Kai Yang (2021) observaram que os níveis de IL-1 β foram significativamente elevados, atingindo o seu pico ao 7º dia. Depois do pico, os níveis diminuíram para níveis próximos da linha de base. Em todos os momentos de observação foram detetados níveis mais elevados de IL-1 β no grupo com laser, em comparação com o grupo do controlo, o que sugere que uma reação biológica pode ter ocorrido em resposta a um estímulo que não seja a força ortodôntica. Ou seja, os níveis significativamente mais elevados de IL-1 β observados no grupo com aplicação de laser foram atribuídos à indução por LLLT e este efeito surgiu

gradualmente à medida que o número de exposições aumentava. No entanto, referiram que seriam necessários tempos de observação mais longos para determinar se os níveis de IL-1 β poderiam continuar a aumentar como resultado da bioestimulação induzida por LLLT. (11)

Sevin Erol Üretürk *et al.* (2017) estudaram o efeito inibidor ou acelerador do fator de crescimento transformador (TGF)- β 1 e observaram que os seus níveis atingiram o seu pico às 24 h ou ao dia 7. Embora não tenham sido encontradas diferenças significativas nos níveis de TGF- β 1 entre os grupos laser e de controlo, também não foram relatadas diferenças significativas nos níveis de TGF- β 1 entre os lados de compressão e tensão. Foi possível encontrar uma correlação negativa entre os níveis de IL-1 β e os níveis de TGF- β 1 no local de tensão, uma vez que foi verificada uma diminuição significativa na expressão genética e proteica das células TGF- β 1 expostas à IL-1 β . (10)

Segundo Junyi Zheng e Kai Yang (2021) ambos os grupos (controlo e com laser) mostraram reduções significativas nos níveis de OPG, seguidas de ligeiros aumentos, mas os níveis permaneceram inferiores aos das medições de base. Os baixos valores de OPG contribuíram para uma elevada relação RANKL/OPG que foi correlacionada com uma maior velocidade de MDO no grupo laser em comparação com os controlos, indicando que o metabolismo ósseo foi afetado em certa medida pela aplicação de força ortodôntica combinada com a irradiação laser. Esta elevada relação RANKL/OPG era suscetível de indicar um elevado nível de diferenciação e atividade osteoclástica. Por outro lado, foram também observados aumentos significativos nos níveis de RANKL no grupo LLLT em comparação com a linha de base no dia 21 e em comparação com o grupo de controlo nos dias 7, 14 e 21. Isto poderia ser o resultado de um efeito de bioestimulação induzido pelo LLLT. (11)

Os autores Sevin Erol Üretürk *et al.* (2017) e Junyi Zheng e Kai Yang (2021) observaram que o movimento dentário foi significativamente mais elevado nos grupos com aplicação de laser relativamente aos grupos de controlo. Estes estudos concluíram que o laser acelerou significativamente o movimento dentário com uma resposta saudável dos tecidos e com expressões aumentadas de IL-1 β , TGF- β 1 e RANKL.

A magnitude dos efeitos da irradiação por laser depende do comprimento de onda, densidade de energia, potência, tempo de irradiação e dos diferentes sistemas de laser. Na nossa revisão, os artigos incluídos referem diferentes dispositivos de PBM, tais como Orthopulse®, lasers de diodo, e a máquina ATP 38.

Timothy Shaughnessy *et al.* (2016) conclui que a PBM intra-oral resultou em alterações estatisticamente significativas na taxa de movimentação dentária durante a fase de alinhamento do tratamento ortodôntico. O grupo com PBM atingiu o alinhamento dentário a uma taxa de 1,27 mm/semana em comparação com 0,44 mm/semana para o grupo de controlo, o que resultou num tempo significativamente mais curto para o alinhamento dos dentes anteriores no grupo PBM relativamente ao grupo de controlo com tempos médios de alinhamento de 48 e 104 dias, respetivamente. A PBM intraoral pareceu aumentar significativamente a taxa de movimento dentário e reduzir o tempo necessário para o alinhamento dentário. (1)

Estas observações estão de acordo com estudo realizado por Chung How Kau *et al.* (2013) que também demonstrou um aumento significativo na taxa de movimento dentário quando a PBM foi utilizada em conjunto com o TO independentemente da arcada maxilar ou mandibular. Isto sugere que o impacto biológico da luz acelerou o MDO nos pacientes. Taxas semelhantes ao estudo de Timothy Shaughnessy *et al.* (2016) foram obtidas de movimento dentário na fase de alinhamento: 1,12 mm/semana para os do grupo de tratamento com PBM, em comparação com 0,49 mm para o grupo de controlo, comprovando que a PBM permitiu uma taxa significativamente mais rápida de resolução do apinhamento. (5)

Outro estudo conduzido pela Mohammad Moaffak.A *et al.* (2017) demonstrou que o LLLT é um método eficaz para acelerar o MDO em casos de apinhamento dentário. Também, demonstraram que o tempo geral de tratamento foi de 81,23 dias para o grupo laser e 109,23 dias para o grupo de controlo, o que significa que a aplicação do laser reduziu o tempo de nivelamento e alinhamento em aproximadamente 26%. Além disso, a percentagem de melhoria do nivelamento e alinhamento da maxila em T1 (após 1 mês de início do tratamento) foi de 69,41% para o grupo laser e 48,85% para o grupo de controlo. Estes resultados indicam uma taxa de nivelamento 30% mais elevada para o grupo laser. Após 2 meses, esta percentagem diminuiu para 20% com um

alinhamento e nivelamento de 89,42% para o grupo laser e 71,71% para o grupo de controlo. Esta diminuição foi explicada pela diminuição gradual da resposta dos tecidos ao laser ao longo do tempo e porque a maior parte do alinhamento e nivelamento no grupo do laser ocorreu no primeiro mês, demonstrando que não ocorreram alterações significativas no final desta fase. Não foram encontradas diferenças significativas na fase final de nivelamento e alinhamento). (9)

Alessandra Impellizzeri *et al.* (2020) investigou especificamente o efeito do LLLT na distalização do canino e concluiu que o LLLT pode ser considerado um instrumento eficiente para acelerar a distalização. Os resultados da análise descritiva da velocidade de deslocamento do canino distalmente a um mês de seguimento indicaram um deslocamento médio de 1,35mm para o grupo não irradiado e de 1,98mm para o grupo irradiado. A diferença de velocidade entre os dois grupos foi de 0,63 mm, o que corresponde a uma taxa de aceleração dos caninos experimentais de 32% em comparação com o controlo, demonstrando uma redução dos tempos de retração de 30 para 20 dias.(3) Outros estudos como Gianluigi Caccianiga *et al.* (2017) e Antonio Lo Giudice *et al.* (2020) corroboraram o facto de que a PBM reduz o tempo necessário para os alinhamentos e o número de visitas dos doentes. (7,8)

Gianluigi Caccianiga *et al.* (2017) mostrou que a duração média do alinhamento dentário foi significativamente mais curta no grupo de teste (211,8 dias) em comparação com o grupo de controlo (284,1 dias). Os pacientes que foram submetidos ao LLLT durante o tratamento ortodôntico exigiram menos visitas de acompanhamento (7 visitas) em comparação com o grupo de controlo (9,5 visitas).

Antonio Lo Giudice *et al.* (2020) é semelhante ao estudo de Gianluigi Caccianiga *et al.* (2017) com resultados relativamente semelhantes. O tempo médio para a resolução do apinhamento dentário inferior foi significativamente mais curto no grupo PBM (203 dias) do que no grupo de controlo (260 dias). E, novamente, o grupo PBM exigiu menos visitas mensais do que os controlos (sete visitas contrastando com nove visitas).

As limitações podem ser atribuídas aos diferentes protocolos experimentais, incluindo diferenças no comprimento de onda do laser, potência, tempo de irradiação e intervalo de tratamento. Além

disso, os parâmetros relacionados com os tecidos sujeitos à terapia com luz devem ser considerados, uma vez que no periodonto existem tecidos diferentes que respondem de forma diferente a diferentes comprimentos de onda, demonstrando que o comprimento de onda é um fator importante associado aos efeitos do LLLT. Também, a densidade de energia influencia a profundidade de penetração da luz e, conseqüentemente, os efeitos da bioestimulação, bem como a dose de radiação que pode influenciar a velocidade da movimentação ortodôntica. Não é evidente se a extensão do apinhamento e a maior necessidade de ultrapassar as deslocações da má oclusão inicial desempenharam um papel significativo nas taxas de movimentação dentária. É difícil controlar todas as variáveis na fase de nivelamento e alinhamento como nas outras fases de tratamento (como a retracção canina) porque todos os dentes estão envolvidos no movimento. Outra limitação consiste nas amostras da população nos estudos incluídos, pois não são suficientemente grandes. (3,5,7–9,11)

5- CONCLUSÃO

Na comparação destas duas técnicas, a PBM mostrou ser superior que a vibração na aceleração do movimento dentário ortodôntico. A PBM tem sido demonstrado que apresenta efeitos positivos na aceleração do movimento dentário ortodôntico. A PBM levou a uma diminuição significativa do tempo de tratamento dos pacientes tratados. Também, oferece benefício como uma diminuição do número de visitas. No entanto, existe pouca evidência no potencial da força vibratória adicional em aumentar a taxa de alinhamento inicial dos dentes ou reduzir o tempo necessário para atingir o alinhamento total.

Porém, os mecanismos de ação da PBM e da vibração ainda não são totalmente compreendidos.

Estudos futuros com amostras mais significativas devem ser realizados de forma a investigar protocolos mais eficientes de PBM e vibração a fim de melhorar o seu efeito terapêutico e de tornar o método clinicamente mais aplicável.

6. Referências Bibliográficas

1. Shaughnessy T, Kantarci A, Kau CH, Skrenes D, Skrenes S, Ma D. Intraoral photobiomodulation-induced orthodontic tooth alignment: A preliminary study. *BMC Oral Health*. 2016;16(1).
2. Telatar BC, Gungor AY. Effectiveness of vibrational forces on orthodontic treatment: A randomized, controlled clinical trial. *Journal of Orofacial Orthopedics*. 2021 Sep 1;82(5):288–94.
3. Impellizzeri A, Horodynski M, Fusco R, Palaia G, Polimeni A, Romeo U, et al. Photobiomodulation therapy on orthodontic movement: Analysis of preliminary studies with a new protocol. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020 May 2;17(10).
4. Lombardo L, Arreghini A, Huanca Ghislanzoni LT, Siciliani G. Does low-frequency vibration have an effect on aligner treatment? A single-centre, randomized controlled trial. *European Journal of Orthodontics*. 2019 Aug 1;41(4):434–43.
5. How Kau C, Kantarci A, Shaughnessy T, Vachiramom A, Santiwong P, de La Fuente A, et al. Photobiomodulation accelerates orthodontic alignment in the early phase of treatment [Internet]. 2013. Available from: <http://www.progressinorthodontics.com/content/14/1/30>
6. Katchooi M, Cohanim B, Tai S, Bayirli B, Spiekerman C, Huang G. Effect of supplemental vibration on orthodontic treatment with aligners: A randomized trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2018 Mar 1;153(3):336–46.
7. Caccianiga G, Paiusco A, Perillo L, Nucera R, Pinsino A, Maddalone M, et al. Does Low-Level Laser Therapy Enhance the Efficiency of Orthodontic Dental Alignment? Results from a Randomized Pilot Study. *Photomedicine and Laser Surgery*. 2017 Aug 1;35(8):421–6.
8. Io Giudice A, Nucera R, Leonardi R, Paiusco A, Baldoni M, Caccianiga G. A Comparative Assessment of the Efficiency of Orthodontic Treatment With and Without Photobiomodulation During Mandibular Decrowding in Young Subjects: A Single-Center, Single-Blind Randomized Controlled Trial. *Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery*. 2020 May 1;38(5):272–9.

9. AlSayed Hasan MMA, Sultan K, Hamadah O. Low-level laser therapy effectiveness in accelerating orthodontic tooth movement: A randomized controlled clinical trial. *Angle Orthodontist*. 2017 Jul 1;87(4):499–504.
10. Üretürk SE, Saraç M, Fıratlı S, Can ŞB, Güven Y, Fıratlı E. The effect of low-level laser therapy on tooth movement during canine distalization. *Lasers in Medical Science*. 2017 May 1;32(4):757–64.
11. Zheng J, Yang K. Clinical research: low-level laser therapy in accelerating orthodontic tooth movement. *BMC Oral Health*. 2021 Dec 1;21(1).
12. Reiss S, Chouinard MC, Landa DF, Nanda R, Chandhoke T, Sobue T, et al. Biomarkers of orthodontic tooth movement with fixed appliances and vibration appliance therapy: A pilot study. *European Journal of Orthodontics*. 2020 Aug 1;42(4):378–86.
13. DiBiase AT, Woodhouse NR, Papageorgiou SN, Johnson N, Slipper C, Grant J, et al. Effects of supplemental vibrational force on space closure, treatment duration, and occlusal outcome: A multicenter randomized clinical trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2018 Apr 1;153(4):469-480.e4.
14. Woodhouse NR, DiBiase AT, Johnson N, Slipper C, Grant J, Alsaleh M, et al. Supplemental vibrational force during orthodontic alignment: A randomized trial. *Journal of Dental Research*. 2015 May 9;94(5):682–9.