

Tipos de aceleração, cirúrgica e não cirúrgica, do movimento ortodôntico com alinhadores.

Revisão de escopo

Mila De Dionigi

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

Gandra, 28 de junho de 2021

Mila De Dionigi

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

Tipos de aceleração, cirúrgica e não cirúrgica, do movimento ortodôntico com alinhadores.

Revisão de escopo

Trabalho realizado sob a Orientação de Mestre Selma Pascoal

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.

Comunicações Científicas em Congressos na Forma de Poster ou Oraís

15 de maio de 2021: Apresentação nas XXIX Jornadas Científicas de Medicina Dentária de Comunicação sob a forma de Poster com o título: "Técnicas cirúrgicas e não cirúrgicas de aceleração do movimento ortodôntico" De Dionigi M, Pinho T, Pascoal S.





Agradecimentos

Gostaria de agradecer aos meus pais por me terem dado a oportunidade de ir para esta universidade; ao meu irmão por o ter feito comigo; ao meu namorado por me ter apoiado a partir de casa.

Agradeço à minha orientadora por me ajudar a completar este caminho com a elaboração da dissertação.

Resumo

Em ortodontia os pacientes e os Médicos Dentistas procuram estética e função mas também cada vez mais a diminuição do tempo do tratamento. Existem técnicas cirúrgicas como a piezoincisão, corticotomia e micro-osteo perfuração e não cirúrgicas como a vibração, a fotobiomodulação e o ultrassom que surgiram em ortodontia para tentar acelerar o movimento e aumentar a precisão do tratamento.

O objetivo desta revisão de escopo é identificar as técnicas cirúrgicas e não cirúrgicas que levam à diminuição do tempo de tratamento ortodôntico com alinhadores.

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica na base de dados Pubmed da qual resultou uma seleção de 16 artigos que obedecem aos critérios de inclusão determinados.

Ambas as técnicas cirúrgicas como as não cirúrgicas, associadas a um tratamento ortodôntico com alinhadores parecem poder influenciar o movimento ortodôntico, reduzindo o tempo de tratamento e satisfazendo as exigências estéticas dos pacientes.

No entanto é necessária mais validação científica para comprovar a eficácia desta abordagem combinada com o tratamento ortodôntico através de ensaios clínicos controlados randomizados.

Palavras-chave

"orthodontic" OR "orthodontic movement" OR "tooth movement" AND "vibration" OR "laser" OR "piezoincision" OR "corticotomy" OR "photobiomodulation" OR "non-invasive technique" OR "low intensity pulsed ultrasound" AND "aligners" OR "invisalign"

Abstract

In orthodontics, patients and dentists are looking for aesthetics and function but also increasingly for a reduction in treatment time. There are surgical techniques such as piezoincision, corticotomy and micro-osteo perforation and non-surgical techniques such as vibration, photobiomodulation and ultrasound that have emerged in orthodontics to try to accelerate movement and increase treatment precision.

The aim of this scoping review is to identify the surgical and non-surgical techniques that lead to a decrease in orthodontic treatment time with aligners.

A bibliographic search was performed in the Pubmed database from which resulted a selection of 16 articles that comply with the determined inclusion criteria.

Both surgical and non-surgical techniques associated with orthodontic treatment with aligners seem to be able to influence orthodontic movement, reducing treatment time and satisfying the aesthetic demands of patients.

However, further scientific validation is required to prove the effectiveness of this approach combined with orthodontic treatment through randomised controlled clinical trials

Keywords

"orthodontic" OR "orthodontic movement" OR "tooth movement" AND "vibration" OR "laser" OR "piezoincision" OR "corticotomy" OR "photobiomodulation" OR "non-invasive technique" OR "low intensity pulsed ultrasound" AND "aligners" OR "invisalign"

Índice geral

<i>Declaração de Integridade</i>	<i>i</i>
<i>Comunicações Científicas em Congressos na Forma de Poster ou Orais</i>	<i>iii</i>
<i>Agradecimentos</i>	<i>v</i>
<i>Resumo</i>	<i>vii</i>
<i>Abstract</i>	<i>ix</i>
<i>Índice geral</i>	<i>xi</i>
<i>Lista da abreviaturas</i>	<i>xiii</i>
1.INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO	3
3.MATERIAIS E MÉTODOS	4
3.1 Protocolo e registo	4
3.2 Formulação da Questão de Pesquisa	4
3.3 Estratégia de pesquisa	4
3.4 Seleção dos estudos	4
3.5 Recolha e extração de dados	5
3.6 Avaliação da evidência das fontes individuais utilizadas	5
4.RESULTADOS	6
5.DISSCUSSÃO	18
6.CONCLUSÃO	25
7.REFERENCIAS BIBLOGRÁFICA	26



Lista da abreviaturas

HFA= Aceleração de alta frequência

RAP = Fenómeno de aceleração regional

PBM= Fotobiomodulação

LIPUS = Ultrassons pulsado de baixa intensidade

HFV= Vibração de alta frequência

LLLT= Laser de baixa intensidade

MOP= Micro-osteo perfuração

1. INTRODUÇÃO

Etimologicamente, a palavra ortodontia está dividida em “orto”, que significa, correto, normal, reto e “odonto”, que significa dente. A Ortodontia é a especialidade da Medicina Dentária que se dedica à correcção de malformações dos maxilares e anomalias na posição dos dentes, visto que estas alterações prejudicam a estética da face e as funções de respiração, mastigação e fonação. (1)

Os dois aspectos mais importantes do tratamento ortodôntico para os pacientes são a estética e a rapidez com que se atinge o objetivo do tratamento. Brackets linguais e brackets estéticos têm ajudado nas exigências estéticas, mas alguns pacientes querem modalidades de tratamento ainda menos visíveis. Embora as novas tecnologias de fios e suportes tenham reduzido os tempos de tratamento, muitos pacientes gostariam que o tratamento fosse ainda mais rápido. (2)

A terapia de movimentação ortodôntica com alinhadores faz parte da prática clínica há décadas, particularmente desde a introdução dos aparelhos Invisalign® (Align Technology) em 1998. A terapia ortodôntica com alinhadores oferece vantagens sobre tradicional aparelho fixo. Estes incluem menos emergências clínicas e estética melhorada, conforto e higiene oral, saúde periodontal, e falta de irritação dos tecidos moles. A estética, a removibilidade e o pequeno tamanho dos alinhadores resultaram em diferenças funcionais e psicossociais superiores em comparação aos dos aparelhos fixos, bem como reduziram significativamente a dor. (3)

A redução do tempo de tratamento, juntamente com a estética, é o principal objetivo de todas estas inovações. Tanto ortodontistas como pacientes estão interessados em técnicas que possam acelerar a movimentação dentária. (4)

Especialmente porque um número crescente de pacientes adultos está buscando tratamento ortodôntico e existem várias diferenças psicológicas, biológicas e clínicas entre o tratamento ortodôntico de adultos e adolescentes. Os adultos têm objetivos e preocupações mais específicos relacionados à estética facial e dentária, ao tipo de aparelho ortodôntico e à duração do tratamento. (5)

Clinicamente, a terapia a longo prazo pode levar a complicações iatrogênicas, incluindo desmineralização do esmalte, cárie, inflamação e recessão gengival, danos periodontais, ou reabsorção radicular. (6)

O movimento do dente ocorre com a cooperação simultânea de osteoclastos na zona de pressão, causando reabsorção e osteoblastos na zona de tensão, havendo aposição óssea. Os métodos para acelerar o movimento dos dentes são baseados na estimulação da resposta biológica dos tecidos, nomeadamente metabolismo melhorado e remodelação óssea acelerada. (4)

Os métodos de aceleração do tratamento dividem-se em 3 categorias principais. A primeira biológica, com a administração de fármacos; a segunda categoria através de estimulação mecânica ou física, tais como terapias laser ou de vibração; a última categoria com técnicas cirúrgicas como por exemplo a corticotomia, piezoincisão e micro-osteo perfuração (MOP). (7)

2. OBJETIVO

O objetivo desta revisão sistemática é identificar as técnicas cirúrgicas e não cirúrgicas que levam à diminuição do tempo de tratamento ortodôntico com alinhadores.

3.MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Protocolo e registo

Este protocolo de revisão de escopo foi elaborado usando: "Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) extension for Scoping Reviews (Prisma-ScR)". (8)

3.2 Formulação da Questão de Pesquisa

O "PICO" [Patient Population (P), Intervention (I), Comparison (C), and Outcomes (O)] foi utilizado para estruturar e responder a uma questão de investigação. Verificou-se que uma maior precisão pode ser alcançada através do uso de modelos PICO e, portanto, a relevância dos resultados da pesquisa também pode ser melhorada. (9)

Os critérios PICO utilizados para pergunta de pesquisa foram: "As técnicas cirúrgicas e não cirúrgicas (I) influenciam o movimento ortodôntico (O) em paciente a realizar tratamento ortodôntico (P) comparando alinhadores com técnicas convencionais (C)?"

3.3 Estratégia de pesquisa

A pesquisa foi realizada, entre fevereiro e abril de 2021 na base de dados da Pubmed (via National Library of Medicine) usando a seguinte combinação de palavras-chave: (orthodontic OR orthodontic movement OR Tooth Movement) AND (vibration OR laser OR piezoincision OR Corticotomy OR Photobiomodulation OR non-invasive technique OR low intensity pulsed ultrasound) AND (aligners OR invisalign).

3.4 Seleção dos estudos

Todos os artigos foram exportados para um arquivo Excel (Microsoft® Office) e os duplicados retirados pelo filtro do software e verificadas manualmente por dois autores (M.D e S.P) que avaliaram independentemente os títulos e resumos de todos os estudos identificados. Os textos completos dos estudos mais relevantes foram revistos para avaliar sua elegibilidade. Os critérios de inclusão foram: 1) artigos publicados entre 2000 e 2021; 2) Tratamento ortodôntico combinado com alinhadores; 3) Recurso a um dos métodos para aceleração do movimento: cirúrgicos ou não cirúrgico. Os critérios de exclusão foram: 1)

Artigos não publicados em língua inglesa; 2) Revisões sistemáticas, meta-análises; 3) Utilização de fármacos para aceleração do movimento ortodôntico; 3) Tratamentos que não foram realizados com alinhadores; 4) Não relacionados com o tema do trabalho (Tabela 1).

Tabela 1 – Critérios de exclusão e inclusão do estudo

Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
Artigos publicados entre 2000 e 2021	Artigos não publicados em língua inglesa
Tratamento ortodôntico combinado com alinhadores	Revisões sistemáticas, meta-análises.
Recurso a um dos métodos para aceleração do movimento: cirúrgicos ou não cirúrgico	Utilização de fármacos para aceleração do movimento ortodôntico
	Tratamentos que não foram realizados com alinhadores
	Não relacionados com o tema do trabalho

3.5 Recolha e extração de dados

Todos os dados relacionados com as características do estudo e resultados dos estudos incluídos foram extraídos para uma folha do Excel. Foram coletados dados relacionados com as características do estudo: Título/ Autor, ano, método cirúrgico ou não cirúrgico, objetivo, conclusão.

3.6 Avaliação da evidência das fontes individuais utilizadas

A qualidade dos métodos de síntese do conhecimento foi avaliada usando o "Oxford Centre for Evidence-Based Medicine". Os artigos incluídos foram classificados de acordo com o nível / grau de evidência científica por tipo de estudo - "Oxford Centre for Evidence-Based Medicine": 5 de nível 2b (Ensaio clínico controlado randomizado e estudo clínico retrospectivo) e 11 de nível 4C (relato de caso e estudo piloto).

4.RESULTADOS

Foram identificados 162 artigos na base de dados Pubmed e 12 foram identificados por outra fonte. Destes, 4 artigos estavam duplicados. Após leitura e análise dos títulos, dos resumos e dos critérios de inclusão/exclusão dos artigos científicos, leitura do texto completo, foram encontrados com sucesso e incluídos na revisão 16 estudos. (Figura 1)

Relativamente ao grau de evidência dos estudos (Oxford Center for Evidence-based Medicine) é baixo com 75% dos artigos classificados como 4C (série de casos, incluindo Coorte ou Caso-controlado de menor validade).

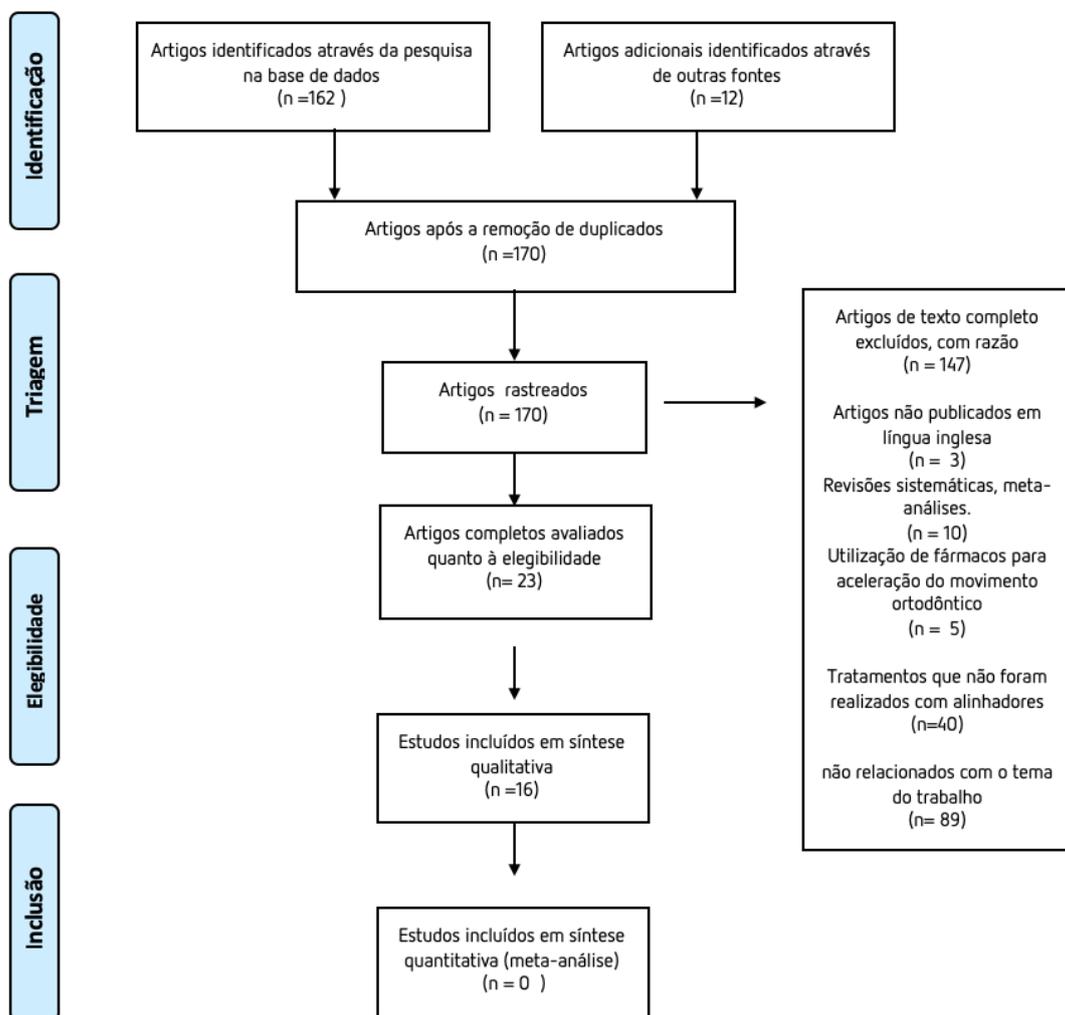


Figura 1 – Diagrama de fluxo da estratégia da pesquisa utilizada no estudo

Dos 16 (100%) estudos selecionados, 5 (31,25%) utilizam métodos cirúrgicos, entre os quais 1 (6,25%) utiliza MOP, 1 (6,25%) piezocisão, 2 (12,50%) corticotomia, 1 (6,25%) corticotomia e piezocisão; 11 (68,75%) utilizam métodos não cirúrgicos, entre os quais 3 (18,75%) BPM, 3 (18,75%) dispositivo de vibração de baixa frequência, 2 (12,5%) dispositivo de vibração de alta frequência (HFV), 1 (6,25%) ultrassons pulsado de baixa intensidade (LIPUS), 1 (6,25 %) LIPUS e fotobiomodulação (BPM), 1 (6,25%) bio-estimulação com laser diodo.

Todos os dados relacionados com as características do estudo e resultados dos estudos incluídos foram extraídos numa folha de cálculo Excel. Foram recolhidos dados sobre as características do estudo: título, ano, autor, tipo de estudo, método cirúrgico, método não cirúrgico (tempo de utilização e dose aplicada), objetivo e conclusão. (Tabela 2)

Tabela 2 – Análise dos estudos incluídos

Titulo/Autor	Ano	Tipo de estudo	Método cirúrgico	Método não cirúrgico	Objetivo	Conclusão
<p>Low level laser therapy and invisible removal aligners.</p> <p>Gianlugi Caccianiga, Claudia Crestale, Mauro Cozzani, Alessandra Piras, Sabrina Minutelli, Antonino Lo Giudice, Giancarlo Cordasco</p>	2016	Estudo piloto		<p>Bio-estimulação com laser diodo 980nm, 1Watt.</p> <p>3 aplicações, 50 segundos cada arcada. Energia= 150J/cm²</p>	<p>Avaliar como o laser de baixa intensidade (LLLT) poderá influenciar o tratamento ortodôntico com alinhadores</p>	<p>O LLLT combinado com alinhadores é capaz de favorecer, em 12 horas, o mesmo movimento dentário obtido usando o alinhador 22 horas por dia, de acordo com o protocolo tradicional, o que poderá ser útil para pacientes que preferem não usar os alinhadores durante o dia. O LLLT torna o tratamento com alinhadores mais confortável uma vez que permitiu uma diminuição do tempo de uso dos alinhadores.</p>

<p>Does low frequency vibration have an effect on aligner treatment? a single-centre, randomized controlled clinical trial</p> <p>Luca Lombardo, Angela Arreghini, Luis T. Huanca Ghislanzoni, and Giuseppe Siciliani</p>	2019	Ensaio clínico controlado randomizado		<p>Dispositivo de vibração de baixa frequência – Acceledent Aura®</p> <p>20 minutos consecutivos/ dia</p>	<p>Determinar as diferenças na precisão do movimento dentário em pacientes tratados com um protocolo de alinhadores com vibração de baixa frequência e/ou reduzindo o intervalo de substituição do alinhador em relação a um protocolo convencional.</p>	<p>Não houve diferença na precisão entre substituir os alinhadores acompanhados por vibração 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 relativamente à rotação do incisivo superior.</p>
<p>Effect of supplemental vibration on orthodontic treatment with aligners: A randomized trial</p> <p>Mina Katchooi, Bobby Cohanin, Sandra Tai, Burcu Bayirli, Charles Spiekerman, and Greg Huang</p>	2018	Estudo randomizado		<p>Dispositivo de vibração de baixa frequência AcceleDent Aura® 30 Hz and 0.25 N 1 vez, 20min/ dia</p>	<p>Perceber quais os efeitos do Acceledent® no tratamento com Invisalign®.</p>	<p>Não houve evidência de que o dispositivo Acceledent Aura® complementa o movimento de uma série de alinhadores com um regime de mudança de 1 semana. Também não teve efeito significativo na redução da dor ortodôntica ou parâmetros de qualidade de vida relacionados à saúde bucal quando usado com Invisalign®</p>

<p>Acceleration of clear aligner treatment with low-frequency vibration in 66 cases</p> <p>Julien Godenèche, Jean Iwaz, Fabien Subtil</p>	<p>2020</p>	<p>Relato de caso</p>		<p>Dispositivo de vibração de baixa frequência</p> <p>AcceleDent Optima®</p> <p>20 minutos/ dia</p>	<p>Perceber se o uso de alinhadores, juntamente com a estimulação vibratória, é capaz de encurtar os tempos de troca de alinhadores Invisalign®, reduzir o número de refinamentos e, assim, reduzir o tempo total de tratamento.</p>	<p>A combinação de alinhadores com vibração foi capaz de encurtar os tempos entre as consultas, resultando numa melhoria de gestão de tempo entre consultas, aumentando a satisfação do paciente. Os protocolos resultaram em: redução do número esperado de refinamentos (menos de dois em 51 casos); redução do desgaste do alinhador; redução de 60%, 44% e 20% da duração total do tratamento em séries de troca de alinhadores inicialmente programadas em intervalos de 14, 10 e 7 dias, respectivamente; correspondendo a um ganho em média de 14, 7 e 2 meses sobre a duração total esperada do tratamento.</p>
---	-------------	-----------------------	--	---	--	---

Effects of High Frequency Acceleration Device on Aligner Treatment—A Pilot Study Thomas S. Shipley	2018	Estudo piloto		Dispositivo HFV- VPro5® 120 Hz, 5 min/dia	Avaliação do efeito de um dispositivo de aceleração de alta frequência (HFA) com alinhadores, intervalo de troca e tempo de tratamento necessário para alcançar movimentos dentários prescritos	Os resultados do presente estudo mostraram que o uso do dispositivo HFA em conjunto com o tratamento ortodôntico com alinhador resultou numa diminuição significativa no tempo de tratamento
The Use of High Frequency Vibration and Clear Aligners in Management of an Adult Patient with Class III Skeletal Malocclusion with Open Bite and Severe Bimaxillary Protrusion: Case Report Tarek El-Bialy	2020	Relato de caso		Dispositivo HFV- VPro5® 120 Hz, 5 min/dia	Pretendeu-se mostrar a importância de uma abordagem multidisciplinar nestes casos e a vantagem de usar HFV na melhoria da formação óssea.	O uso de abordagem multidisciplinar no tratamento de casos de mordida aberta grave e a coordenação entre o ortodontista e o terapeuta da fala é extremamente importante para garantir o tratamento adequado e obter estabilidade a longo prazo. O uso de HFV pode ser uma terapia adjuvante importante em casos semelhantes para minimizar o tempo de tratamento ortodôntico, bem como para ajudar a formação óssea onde a recessão gengival estava inicialmente presente devido aos incisivos severamente pró-inclinados.

Shortening of Overall Orthodontic Treatment Duration with Low-Intensity Pulsed Ultrasound (LIPUS) Harmanpreet Kaur and Tarek El-Bialy	2020	Estudo clínico retrospectivo		LIPUS 20 min/dia Frequência 1.5 MHz, duração do pulso 200 µs, intensidade 30mW/cm ²	Determinar se existe uma redução da duração total do tratamento em pacientes ortodônticos com a utilização de LIPUS e alinhadores Invisalign®.	A duração do tratamento foi significativamente reduzida no grupo com LIPUS em comparação ao grupo controlo. O grupo com LIPUS apresentou, em média uma redução de 49% no tempo total de tratamento em relação ao grupo controlo
Upper molar distalization with invisalign treatment accelerated by photobiomodulation Kenji Ojima, Chisato Dan, Hitoshi Watanabe, Yuriko Kumagai,	2018	Relato de caso		PBM Dispositivo OrthoPulse® 2 vezes por dia durante 5 minutos por arcada Comprimento de onda: 850nm	Mostrar como a PBM pode ser aplicada para acelerar a distalização dentária com o sistema Invisalign®.	No caso aqui mostrado, o tratamento com PBM melhorou o seguimento do alinhador ao melhorar a ancoragem anterior enquanto acelerava o movimento molar
Invisalign with Photobiomodulation: Optimizing Tooth Movement and Treatment Efficacy with a Novel Self-Assessment Algorithm Todd E. Dickerson,	2017	Relato de caso		PBM Dispositivo OrthoPulse® 2 vezes por dia durante 5 minutos por arcada Comprimento de onda: 850nm	Perceber se a PBM acelerava o movimento ortodôntico	O uso adjuvante de Orthopulse® permitiu alterações substancialmente mais rápidas na troca dos alinhadores do que no protocolo convencional. Os dois pacientes não apresentaram efeitos adversos do PBM, e nenhum experimentou nenhuma recidiva ortodôntica

<p>Invisalign Treatment Accelerated By Photobiomodulation</p> <p>Kenji Ojima, Chisato Dan, Yuriko Kumagai, Werner Schupp</p>	<p>2017</p>	<p>Relato de caso</p>		<p>PBM</p> <p>Dispositivo OrthoPulse®</p> <p>10 minutos/dia (5 minutos por arcada)</p> <p>Comprimento de onda: 850nm</p>	<p>Demonstrar como a PBM pode ser usada para reduzir o tempo de tratamento em pacientes Invisalign®.</p>	<p>O uso de um dispositivo simples e não invasivo, como o Orthopulse®, pode ajudar a melhorar a conformidade, a motivação e a satisfação, acelerando o movimento ortodôntico do dente. O ortodontista também beneficia uma vez que o tempo de tratamento diminui, ficando tempo para ajustes oclusais, pequenas rotações e outros ajustes durante a fase final do tratamento.</p>
--	-------------	-----------------------	--	--	--	---

<p>Impact of photobiomodulation and low-intensity pulsed ultrasound adjunctive interventions on orthodontic treatment duration during clear aligner therapy: A retrospective study</p> <p>Ra'ed Al-Dboush; Anahita Naseri Esfahani; Tarek El-Bialy.</p>	2021	Estudo clínico retrospectivo		<p>LIPUS (Aevo system): Frequência de pulso de 1,5Mhz, duração de pulso de 200ls, taxa de repetição de pulso de 1kHz (1ms) e intensidade espacial média temporal (SATA) de 30 mW/cm²</p> <p>20 minutos/dia</p> <p>PBM</p> <p>Dispositivo OrthoPulse®</p> <p>10 minutos/ dia</p> <p>Comprimento de onda: 850nm e intensidade de onda contínua de 60 mW/cm²</p>	<p>Determinar a eficiência dos dispositivos LIPUS e PBM na aceleração do tratamento ortodôntico, comparando a duração do tratamento em pacientes tratados com alinhadores Invisalign® e um grupo controlo apenas com alinhadores</p>	<p>Dentro dos limites deste estudo e com base no parâmetros dos dispositivos utilizados, o uso diário de LIPUS e PBM durante tratamento com alinhadores Invisalign® poderia resultar numa menor duração do tratamento ortodôntico. Tanto o LIPUS quanto a PBM foram efetivos na aceleração do movimento ortodôntico.</p>
---	------	------------------------------	--	---	--	--

<p>The combined use of computer-guided, minimally invasive, flapless corticotomy and clear aligners as a novel approach to moderate crowding: A case report</p> <p>Michele Cassetta, Federica Altieri, Stefano Pandolfi, Matteo Giansanti.</p>	2017	Relato de caso	Cirurgia guiada com piezoincisão e Smiletech®		Descrever um método de tratamento ortodôntico inovador combinado com técnicas cirúrgicas.	Os índices periodontais melhoraram após correção do apinhamento, porém o perfil de impacto na saúde oral (oral health-related quality of life) foi baixo nos 3 dias seguintes à cirurgia. No follow-up de 2 anos, a estabilidade do tratamento foi excelente. A redução do tempo cirúrgico e do desconforto do paciente, o aumento da segurança periodontal e da aceitabilidade do paciente e o controlo preciso do movimento ortodôntico sem o risco de perda de ancoragem podem incentivar o uso dessa técnica combinada nos casos apropriados.
<p>The combined use of corticotomy and clear aligners: A case report</p> <p>Michele Cassetta, Federica Altieri, Ersilia Barbato</p>	2016	Relato de caso	Corticotomia alveolar e Smiletech®		Descrever um tratamento ortodôntico que combina uma abordagem estética (alinhadores) com cirurgia (corticotomia alveolar)	Este relato de caso pode incentivar o uso, limitado a casos selecionados, de corticotomia associada a alinhadores no tratamento de apinhamento moderado. O tempo total de tratamento foi de 2 meses. Os índices periodontais melhoraram após correção do apinhamento.

<p>Clinical follow-up of corticotomy-accelerated Invisalign orthodontic treatment with Dental Monitoring Ronan Hannequin, Elea Ouadi, Emmanuel Racy, and Nathan Moreau</p>	2021	Relato de caso	Corticotomia alveolar e osteotomia bipartida sagital mandibular e Invisalign®		<p>Avaliar a utilização de descompensação pré-cirúrgica acelerada por corticotomia com alinhadores Invisalign® seguida de osteotomia bipartida sagital mandibular, para acelerar o tratamento ortodôntico.</p>	<p>A fase de descompensação pré-cirúrgica mediada por alinhadores foi concluída em 6 meses, em vez de 10-15 meses para tratamentos ortodônticos convencionais, sugerindo um aumento significativo na velocidade de movimento dos dentes. O Dental Monitoring software® permitiu intercepção precoce e correção de erros de movimentos ortodônticos minuciosos, difíceis de detectar, considerando a rapidez da mudança do alinhador.</p>
<p>Simplifying the approach of open bite treatment with aligners and selective Micro-osteoperforations: An adult case report Mario Greco, Giulia Rossini, Andrea Rombolà</p>	2021	Relato de caso	MOP		<p>Mostrar um tratamento ortodôntico de mordida aberta bem-sucedido em que o efeito de intrusão molar foi amplificado na configuração digital e facilitado por meio de MOP realizada seletivamente apenas nas áreas de molares, a fim de estimular o osso na direção de movimento específico.</p>	<p>A presente abordagem de tratamento de mordida aberta grave combinada com MOP nos setores posterior e lateral com alinhadores poderia controlar previsivelmente a posição vertical molar evitando o uso de auxiliares e eliminando o risco de reabsorção radicular.</p>

<p>Management of a Facilitated Aesthetic Orthodontic Treatment with Clear Aligners and Minimally Invasive Corticotomy</p> <p>Silvia Caruso, Atanaz Darvizeh, Stefano Zema, Roberto Gatto, Alessandro Nota</p>	2020	Relato de caso	<p>Abordagem combinada, incluindo corticotomia e piezocisão num tratamento com alinhadores Invisalign[®]</p>			<p>A combinação de tratamento ortodôntico com alinhadores associada a corticotomia e piezocisão, se cuidadosamente planeada, parece representar uma sinergia que atinge os objetivos atuais do tratamento ortodôntico com um controlo satisfatório de movimentos ortodônticos moderadamente difíceis. O principal objetivo desta combinação é facilitar os movimentos ortodônticos difíceis e menos previsíveis e reduzir a duração do tratamento; simultaneamente, o risco de recaída a longo prazo diminui. Deverão ser realizados ensaios clínicos controlados randomizados para um estudo pormenorizado da eficácia e dos limites desta técnica combinada.</p>
---	------	----------------	---	--	--	--

5.DISCUSSÃO

De acordo com a literatura, dentre as diferentes técnicas cirúrgicas descritas, a corticotomia parece ser a técnica mais eficaz e segura para acelerar o movimento dentário ortodôntico, no entanto a grande maioria da literatura descreve a técnica associada a aparatologia ortodôntica convencional. A corticotomia é uma injúria intencional do osso cortical capaz de acelerar o movimento dentário ortodôntico e de reduzir drasticamente o tempo de tratamento, promovendo um processo biológico chamado de “Fenômeno de aceleração regional” (RAP), caracterizado pela intensificação da atividade osteoclástica resultando em osteopenia e aumento da remodelação óssea, reduzindo a resistência do osso cortical denso às forças ortodônticas, alcançando resultados mais estáveis. (10) A corticotomia é um método aceito para aceleração do movimento ortodôntico, no entanto, é uma técnica bastante invasiva incluindo elevação de membros de espessura total, cortes de corticotomia e enxertos ósseos seletivos. (11) Inicialmente, esta técnica apresentava um significativo desconforto pós-operatório relacionado com o seu caráter agressivo, no entanto, recentemente, a técnica de piezocisão foi introduzida. Este procedimento envolve pequenas incisões (cortes ósseos piezoelétricos mínimos) apenas no córtex oral e enxerto de osso ou tecido mole, realizado sob anestesia local através de uma abordagem em túnel e superando a maioria das desvantagens da corticotomia tradicional. (10)

Caruso *et al.* (2020) utilizou, num caso, a corticotomia com técnica modificada de piezocisão sem retalho minimamente invasivo combinada com alinhadores para fechar a mordida aberta e reduzir o tempo total de tratamento ortodôntico. A duração do tratamento, trocando os alinhadores a cada 4 dias, foi de 3 meses e 3 semanas em vez de 13 meses. No segundo caso foi utilizada corticotomia no primeiro quadrante e no setor antero-inferior para mesializar os molares e resolver o apinhamento, o caso foi terminado em 9 meses e 3 semanas em vez de 19 meses. O artigo demonstra que uma correta planificação do tratamento, parece representar uma sinergia que atinge os objetivos atuais do tratamento ortodôntico com um controlo satisfatório dos movimentos ortodônticos moderadamente difíceis. (10)

Cassetta *et al.* (2017), relatou um caso no qual utilizou a técnica de piezocisão combinada com tomografia computadorizada (Milano *et al.*), para tratamento de maloclusão com tendência a classe II molar e classe III canina direita e classe I molar e canina esquerda, com

apinhamento moderado. Cada alinhador foi utilizado 5 dias e a duração total do tratamento foi 8 meses. Demonstrou redução do desconforto do paciente, redução do tempo de tratamento ortodôntico e a estabilidade em dois anos.(11)

Num outro estudo realizado pelo mesmo autor, foi realizado um caso com apinhamento moderado em ambas as arcadas com corticotomia alveolar modificada, técnica descrita por Owen em 2001, que se reflectiu no aspecto vestibular dos dentes maxilares e mandibulares, retalho de espessura total com cortes verticais e pequenas perfurações redondas feitas com um dispositivo piezocirúrgico. Cada alinhador foi utilizado por 5 dias e o tempo total foi de 2 meses. Demonstrou como a utilização da corticomia, em alguns casos selecionados pode reduzir o tempo total de tratamento sem influenciar a qualidade de vida relacionada com a saúde oral. (12)

Greco et al. (2021) tratou um caso de mordida aberta, com uma outra técnica cirúrgica, MOP. Esta técnica consiste em fazer uma lesão local no osso, chamando ao local um grande número de citocinas que são responsáveis por diferentes volumes ósseos promovendo uma reação molecular semelhante à abordada na piezocisão, mas menos invasiva, que pode facilitar o movimento de intrusão. A abordagem descrita combinando micro-osteo perfurações selectivas e alinhadores, permitiu de uma forma previsível controlar a posição vertical molar evitando a utilização de auxiliares e eliminando o risco de reabsorções radiculares.(13)

Hannequin et al. (2020) tratou uma maloclusão de classe III, com descompensação pré-cirúrgica acelerada por corticotomia, seguida de osteotomia bipartida sagital mandibular e Invisalign®. O tratamento ortodôntico foi realizado durante um total de 6 meses: 5 meses de descompensação ortodôntica pré-cirúrgica e 1 mês após cirurgia ortognática, em vez de 10-15 meses para a fase de descompensação pré-cirúrgica e 3-4 meses após a cirurgia. Optou-se por mudar os alinhadores a cada 4 dias, com base na velocidade estimada de movimento ortodôntico acelerado por corticotomia da literatura relevante (2 a 4 vezes a velocidade do movimento ortodôntico convencional). O monitoramento gerenciado pelo paciente do movimento ortodôntico mediado por alinhador acelerado por corticotomia parece uma ferramenta clínica útil, se não indispensável, para detectar e corrigir rapidamente qualquer erro de movimento que possa ser bastante problemático, considerando o ritmo rápido da mudança dos alinhadores.(14)

Dentre os métodos não cirúrgicos, o laser de baixa intensidade (LLLT), como o Laser de diodo, parece ser eficaz na aceleração do movimento ortodôntico e na redução de dor, alterando a função celular, estimulando as células a funcionar. O LLLT é simples de usar, indolor, não apresenta efeitos secundários e tem muito poucas contra-indicações, sendo necessário utilizar os parâmetros corretos, de modo a obter resultados positivos. A quantidade de movimento dentário pode variar dependendo do tipo de laser utilizado, e dos parâmetros definidos (tais como comprimento de onda, saída e densidade). Verifica-se que o laser de diodo tem uma melhor penetração nos tecidos humanos e parece ser eficiente na prática clínica ortodôntica. Caccianiga *et al.* (2016) mostraram no seu estudo piloto que os 10 pacientes que receberam tratamento com laser (950nm, 1 watt, 150s por arco) foram capazes de utilizar os alinhadores durante 12 horas em vez de 22 horas, em comparação com o grupo de controlo, demonstrando uma redução do tempo de utilização dos alinhadores, o que pode ser vantajoso no caso de pacientes que não pretendem usar os alinhadores durante o dia.(15)

Um outro método não invasivo popular de aceleração do movimento dentário é a aplicação de forças vibratórias. A razão para os efeitos da vibração na aceleração do movimento dentário ortodôntico é a estimulação da diferenciação e maturação celular, de modo a que a remodelação óssea necessária para o movimento dentário ocorra mais rapidamente. O efeito parece ser análogo à lesão local (ou seja, a criação de micro-fracturas no osso alveolar) mas com um mecanismo menos invasivo do que a corticotomia ou a perfuração óssea. A teoria por detrás do AcceleDent® é que forças vibratórias de baixa frequência (30 Hz) estimulam a diferenciação e maturação celular, levando a uma remodelação óssea mais rápida e ao movimento dentário. Os dispositivos de vibração também têm sido utilizados para reduzir a dor e o desconforto durante o tratamento ortodôntico(16)

Lombardo *et al.* (2018) utilizou a técnica não cirúrgica de vibração de baixa frequência para tentar reduzir o tempo de tratamento ortodôntico. O dispositivo de vibração utilizado foi o AcceleDent®, que utiliza baixas forças pulsáteis, 0,25N, estimula a actividade celular durante o tratamento ortodôntico quando os pacientes mordem suavemente o dispositivo durante 20 minutos por dia. Estes micropulsos calibrados com precisão são transmitidos através das raízes dos dentes para o osso circundante. No seu ensaio clínico controlado

randomizado dividiu os 45 pacientes em 3 grupo, o grupo A utilizou um protocolo convencional com alinhadores substituídos a cada 14 dias, o grupo B alinhadores substituídos a cada 14 dias com 20 minutos consecutivos por dia de vibração de baixa frequência, o grupo C alinhadores substituídos a cada 7 dias com 20 minutos consecutivos por dia de vibração de baixa frequência. Não houve diferença na precisão entre substituir os alinhadores acompanhados por vibração 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 relativamente à rotação do incisivo superior. (17)

Katchooi *et al.* (2018) no seu estudo randomizado, utilizou o dispositivo AcceleDent Aura® (30 Hz e 0.25 N) com alinhadores Invisalign®. Os 27 pacientes adultos que estavam a iniciar o tratamento ortodôntico foram aleatoriamente designados para um dispositivo ativo (A) ou falso (B) AcceleDent Aura®. Todos os pacientes foram colocados num regime de troca alinhador de 1 semana e a adaptação foi avaliada a cada 3 semanas. Não houve provas de que a utilização de um dispositivo AcceleDent Aura® tenha impacto na capacidade de completar uma série de alinhadores com um regime de mudança de 1 semana, não teve qualquer efeito no alinhamento alcançado com um regime de mudança de Invisalign® de 1 semana. Neste estudo foi feito também um questionário sobre a adesão dos alinhadores, níveis de dor e dados de qualidade de vida sendo que a utilização de um dispositivo AcceleDent Aura® não teve qualquer efeito significativo na redução dos níveis de dor ortodôntica e outras questões de qualidade da vida relacionadas com a saúde oral quando usado em conjunto com o Invisalign®. (16)

Godenèche *et al.* (2020) no seu relato de caso com 66 pacientes, utilizou os alinhadores Invisalign® juntamente com a estimulação vibratória do dispositivo AcceleDent Optima® (20 minutos/ dia). Esta terapia foi capaz de encurtar os tempos entre consultas, resultando numa melhoria na gestão de tempo entre consultas, aumentando a satisfação do paciente. Os protocolos resultaram em: redução do número esperado de refinamentos (menos de dois em 51 casos); redução do desgaste do alinhador; redução de 60%, 44% e 20% da duração total do tratamento em séries de troca de alinhadores inicialmente programadas em intervalos de 14, 10 e 7 dias, respectivamente; correspondendo a um ganho em média de 14, 7 e 2 meses sobre a duração total esperada do tratamento. (18)

Shiplely *et al.* (2018) fez um estudo em que 16 sujeitos com más oclusões semelhantes de Classe I, ≤ 5 mm de apinhamento, e tratados com terapia ortodôntica com alinhadores (Invisalign®) foram divididos em dois grupos. O grupo 1 (experimental; n = 8) foi submetido a tratamento de alinhamento em conjunto com o uso diário do dispositivo de HFV e trocou os alinhadores de cinco em cinco dias. O grupo 2 (controlos; n = 8) foi submetido a tratamento com alinhador sem utilização do dispositivo e trocou alinhadores de 14 em 14 dias, de acordo com o intervalo recomendado pelo fabricante. No final, a movimentação dentária acelerada foi conseguida utilizando o tratamento adjuvante de HFV com alinhadores. Esta técnica permitiu trocas de alinhador 66% mais rápidas no grupo 1 do que o grupo 2, o grupo 1 exigiu significativamente menos alinhadores para completar o tratamento e menos refinamentos do que o grupo controlo. (19)

De acordo com Shipleyet, El-Bialy (2020) num caso de um paciente adulto com classe III, mordida aberta e protusão bimaxilar onde também foi associada terapia miofuncional a HFV não só acelerou o tratamento ortodôntico ao reduzir o tempo (com o uso de VPro5 começou a mudar os alinhadores a cada 3-5 dias), mas também ajudou a formar osso em áreas onde o paciente tinha recessões gengivais causadas pela protrusão dos incisivos.(20)

O LIPUS é um dos métodos não invasivos e não farmacológicos para acelerar o movimento ortodôntico, Kaur *et al.* (2020) utilizaram esta técnica, juntamente com os alinhadores Invisalign SmartTrack®. O LIPUS foi utilizado durante 20 minutos por dia, frequência ultra-sónica 1,5MHz, duração do pulso 200 μ s, repetição do pulso 1kHz e intensidade espacial média-temporal média 30mW/cm. O grupo que utilizou LIPUS teve uma redução significativa na duração do tratamento ($541,44 \pm 192,23$ dias) em comparação com o grupo de controlo ($1061,05 \pm 455,64$ dias), aproximadamente 49% menos do tempo total de tratamento.(21)

A PBM, também conhecida como terapia de luz de baixa intensidade, emprega luz quase infravermelha (600- 1000nm) a partir de um laser de baixo nível ou díodo emissor de luz. (22)

A nível celular, pensa-se que a PBM activa a fotocoloração mitocondrial predominante, através do *citocromo c oxidase*, aumentando assim a produção de trifosfato de adenosina mitocondrial por meio de um elevado gradiente de concentração de prótons através da membrana mitocondrial interna. Este efeito facilita a reparação dos tecidos e a remodelação óssea, aumentando a atividade metabólica nas artérias danificadas. Além disso, há algumas provas de que a terapia PBM pode reduzir a dor devido às suas propriedades anti-inflamatórias.(23)

Ojima *et al.* (2017) tratou um caso que apresentava mordida aberta anterior, mordida cruzada do incisivo lateral superior direito, apinhamento anterior superior e inferior, arco maxilar em V e má oclusão de Classe I com tensão labial no fecho. O tempo de tratamento projetado, com o protocolo convencional dos 14 dias para a troca dos alinhadores foi de 21 meses. Com a utilização do OrthoPulse®, 10 minutos por dia (cinco minutos por arco), a troca dos alinhadores a cada 3 dias, o tempo total de tratamento foi de 6 meses. A utilização de um dispositivo simples e não invasivo como o OrthoPulse® pode ajudar a melhorar a adesão, motivação e satisfação, acelerando a movimentação dentária ortodôntica.(22)

Dickerson (2017) utilizou a técnica de PBM em dois casos clínicos juntamente com um novo método de auto-avaliação para otimizar a taxa de progressão dos alinhadores, consideraram que o paciente deve ser capaz de mudar para o alinhador seguinte com uma frequência que reflita a taxa de movimento dentário e por este motivo cada paciente foi instruído a utilizar um questionário diário, com uma pressão de alinhamento classificada numa escala de três pontos: quando a pontuação atingiu 1 (pressão mais baixa), o paciente era instruído a mudar para o alinhador subsequente. Em ambos os casos, o uso de OrthoPulse® permitiu alterações de alinhamento substancialmente mais rápidas do que ao abrigo do protocolo convencional (um caso foi de 35 semanas em vez de 62 e o segundo caso 39 em vez de 84) e os pacientes não mostraram efeitos adversos da PBM, nem sofreram qualquer recidiva ortodôntica.(24)

Ojima *et al.* (2018) utilizou a PBM para tratar um caso de protusão anterior superior, com classe II canina, e obteve o mesmo resultado que um outro autor Dickerson (2017). A PBM, Orthopulse modified®, com uma extensão distal foi utilizado de modo a atuar apenas nos molares durante a sua distalização, maximizando assim a ancoragem anterior, foi utilizado

2 vezes por dia, 5 minutos por arcada, melhorou a sequência dos alinhadores ao melhorar a ancoragem anterior enquanto acelerava o movimento molar.(23)

Al-Dboush *et al.* (2021) comparou o LIPUS (Aevo® system) com a PBM (OrthoPulse®). 28 foram tratados usando Invisalign® com uma utilização diária de LIPUS durante 20 minutos, 28 pacientes com Invisalign® e uma utilização diária de PBM durante 10 minutos, e 28 pacientes foram tratados usando apenas Invisalign®. A duração média do tratamento em dias foi de 719 ± 220 , 533 ± 242 , e 528 ± 323 para os grupos de controlo, LIPUS, e PBM, respectivamente. O grupo LIPUS mostrou uma redução de 26%, em média, na duração do tratamento quando comparado com o grupo de controlo, enquanto que o grupo PBM mostrou uma redução média de 26,6% na duração do tratamento quando comparado com o grupo de controlo. Os resultados mostraram que houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos: As durações de tratamento foram significativamente reduzidas nos grupos LIPUS e PBM, em comparação com o controlo, sem diferenças estatisticamente significativas entre os grupos LIPUS e PBM.(25)

6.CONCLUSÃO

Dentro das técnicas não cirúrgicas, a vibração e a PBM são as mais referidas e parecem resultar na aceleração e precisão do movimento ortodôntico com alinhadores, sendo que na vibração de baixa frequência estudos randomizados mostraram diferenças pouco significativas.

Entre as técnicas cirúrgicas as mais relatadas são a piezoincisão, corticotomia e MOP e parecem ter bons resultados na redução do tempo de tratamento, porém há que referir o desconforto pós-operatório e o facto de os estudos serem apenas casos-controlo.

Serão necessários mais estudos clínicos controlados randomizados com amostras mais relevantes que permitam aquilatar as vantagens ou desvantagens da utilização destas técnicas de aceleração do movimento ortodôntico.

7.REFERENCIAS BIBLOGRÁFICA

1. Philippe J. A history of words. *J Dentofac Anomalies Orthod.* 2009;12(4):192–7.
2. Owen AH. Accelerated Invisalign treatment. *J Clin Orthod.* 2001;35(6):381–5.
3. Weir T. Clear aligners in orthodontic treatment. *Aust Dent J.* 2017;62:58–62.
4. Kacprzak A, Strzecki A. Methods of accelerating orthodontic tooth movement: A review of contemporary literature. *Dent Med Probl.* 2018;55(2):197–206.
5. Amit G, Kalra JPS, Pankaj B, Suchinder S, Parul B. Periodontally accelerated osteogenic orthodontics (PAOO) - A review. *J Clin Exp Dent.* 2012;4(5):292–6.
6. Ganesh ML, Saravana Pandian K. Acceleration of tooth movement during orthodontic treatment-A frontier in orthodontics. *J Pharm Sci Res.* 2017;9(5):741–4.
7. Uribe F, Padala S, Allareddy V, Nanda R. Patients', parents', and orthodontists' perceptions of the need for and costs of additional procedures to reduce treatment time. *Am J Orthod Dentofac Orthop [Internet].* 2014;145(4 SUPPL.):S65–73. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2013.12.015>
8. Tricco AC, Lillie E, Zarin W, O'Brien KK, Colquhoun H, Levac D, et al. PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): Checklist and explanation. *Ann Intern Med.* 2018;169(7):467–73.
9. Schardt C, Adams MB, Owens T, Keitz S, Fontelo P. Utilization of the PICO framework to improve searching PubMed for clinical questions. *BMC Med Inform Decis Mak.* 2007;7:1–6.
10. Caruso S, Darvizeh A, Zema S, Gatto R, Nota A. Management of a facilitated aesthetic orthodontic treatment with clear aligners and minimally invasive corticotomy. *Dent*

J. 2020;8(1).

11. Cassetta M, Altieri F, Pandolfi S, Giansanti M. The combined use of computer-guided, minimally invasive, flapless corticotomy and clear aligners as a novel approach to moderate crowding: A case report. *Korean J Orthod.* 2017;47(2):130–41.
12. Cassetta M, Altieri F, Barbato E. The combined use of corticotomy and clear aligners: A case report. *Angle Orthod.* 2016;86(5):862–70.
13. Greco M, Rossini G, Rombolà A. Simplifying the approach of open bite treatment with aligners and selective micro-osteoperforations: An adult case report. *Int Orthod.* 2021;19(1):159–69.
14. Hannequin R, Ouadi E, Racy E, Moreau N. Clinical follow-up of corticotomy-accelerated Invisalign orthodontic treatment with Dental Monitoring. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2020 Dec;158(6):878-888.
15. Caccianiga G, Crestale C, Cozzani M, Piras A, Mutinelli S, Lo Giudice A, et al. Low level laser therapy and invisible removal aligners. *J Biol Regul Homeost Agents.* 2016 Apr-Jun;30(2):107–13.
16. Katchooi M, Cohanim B, Tai S, Bayirli B, Spiekerman C, Huang G. Effect of supplemental vibration on orthodontic treatment with aligners: A randomized trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2018 Mar;153(3):336–346.
17. 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. *Eur J Orthod.* 2019 Aug 8;41(4):434–43.
18. Goldenéche J. Acceleration of clear aligner treatment with low-frequency vibration

- in 66 cases. *J Aligner Orthod.* 2020;4(1):1–6.
19. Shipley TS. Effects of high frequency acceleration device on aligner treatment-a pilot study. *Dent J.* 2018 Jul 12;6(3):1–8.
 20. El-Bialy T. The effect of high-frequency vibration on tooth movement and alveolar bone in non-growing skeletal class II high angle orthodontic patients: Case series. *Dent J.* 2020 Oct 1;8(4):1–16.
 21. Kaur H, El-Bialy T. Shortening of Overall Orthodontic Treatment Duration with Low-Intensity Pulsed Ultrasound (LIPUS). *J Clin Med.* 2020 May 1;9(5):1303.
 22. Ojima K, Kau CH. A perspective in accelerated orthodontics with aligner treatment. *Semin Orthod.* 2017;23(1):76–82.
 23. Ojima K, Dan C, Watanabe H, Kumagai Y. Upper Molar Distalization with Invisalign treatment accelerated by photobiomodulation. *J Clin Orthod.* 2018 Dec;52(12): 675-683.
 24. Dickerson TE. Invisalign with Photobiomodulation: Optimizing Tooth Movement and Treatment Efficacy with a Novel Self-Assessment Algorithm. *J Clin Orthod.* 2017 Mar;51(3):157–165.
 25. Ra'ed Al-Dbush. Impact of photobiomodulation and low-intensity pulsed ultrasound adjunctive interventions on orthodontic treatment duration during clear aligner therapy : A retrospective study. *Angle Orthod.* 2021 Apr 28