

A influência da vibração na aceleração do movimento ortodôntico

Alexandre Patrice Henry-Marie Raoul Damelincourt

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

Gandra, 4 de junho de 2020

Alexandre Patrice Henry-Marie Raoul Damelincourt

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

A influência da vibração na aceleração do movimento ortodôntico

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.

Declaração do orientador

Eu, **Selma Pascoal**, com a categoria profissional de **Monitor Clínico** do Instituto Universitário de Ciências da Saúde, tendo assumido o papel de Orientador do Relatório Final de Estágio intitulado *“A influência da vibração na aceleração do movimento ortodôntico”*, do Aluno do Mestrado Integrado em Medicina Dentária, **“Alexandre Patrice Henry-Marie Raoul Damelincourt”**, declaro que sou de parecer favorável para que o Relatório Final de Estágio possa ser presente ao Júri para Admissão a provas conducentes à obtenção do Grau de Mestre.

Gandra, 4 de junho de 2020

Agradecimentos

A mes parents, pour le soutien et la force qu'ils m'ont apportés durant ces 5 ans. Sans eux, rien de tout cela n'aurait été possible. Je ne vous remercierai jamais assez d'avoir toujours cru en moi et de ne jamais m'avoir abandonné. Malgré les difficultés et les moments difficiles, vous avez toujours été là pour moi et cela je ne l'oublierai jamais ... Je vous aime.

A ma grand-mère, Mam, ma deuxième maman. Tu nous as quitté pendant ma 3^{ème} année, et malheureusement en pleine période d'examens, je n'ai pas pu te dire au revoir ... Je pense à toi chaque jour et j'espère que de là-haut tu es fier de moi. Tu nous manques tellement.

A mon grand-père, Dad, mon deuxième papa. J'espère que tu es fier de ton petit-fils. Je vais rentrer et pouvoir venir te voir plus souvent, enfin. Je t'aime.

A Mamie et Papi, en espérant que vous êtes fier de moi de là-haut.

A mes 5 frères (Maxou, Totom, Max, Falou et Raph le petit dernier). Vous avez toujours été là pour moi, dans les bons et les mauvais moments. Vous m'avez apporté que du bonheur, de la joie, du soutien. Vous m'avez manqué pendant 5 ans mais on va pouvoir rattraper le temps perdu tous ensemble. Je vous aime mes frères.

A mon binôme, Yacine Djafour, le meilleur. J'ai passé 5 années inoubliables à tes côtés mon frère. Je ne retiens que des bons moments, nos fous rires, nos conneries, nos balades, nos casas matinaux, nos moments de stress à l'approche des examens. Tout cela on l'a partagé et surmonté ensemble mais on a fini par y arriver. Je te remercie vraiment pour tout, tu as été d'un soutien incroyable. Après toutes ces années passées à tes côtés, du matin au soir, le retour en France approche et ton absence va se ressentir. J'espère qu'on ne se perdra pas de vue avec la distance et le temps parce que tu es mon frère et un frère c'est pour la vie.

A Sacha, plus connue sous le nom de "mocheté". Depuis maintenant 10 ans, tu partages ma vie. On a vécu énormément de choses tous les 2, des moments magnifiques, inoubliables et des moments plus difficiles. Mais malgré cela tu es toujours là, à mes côtés, à me supporter (même si c'est toi la plus chiante), à me soutenir, à être présente quand ça ne va pas. Je te remercie pour tout. J'espère ne jamais perdre cette complicité qu'il y a entre nous. Et j'espère pouvoir t'embêter encore pendant des années.

A mes partenaires de confinement et de ces 5 années, Samy, Audrey et Yacine. Pendant cette période difficile, nous avons vécu que des bons moments ensemble. Je n'aurai pas pu imaginer mieux comme fin pour ces 5 ans. Et mes félicitations à Audrey, cette cuisinière exceptionnelle. Le temps est passé beaucoup trop vite. C'était un réel plaisir de partager ces 4 mois à vos côtés.

À minha professora de tese, Selma. Um enorme obrigado por toda a ajuda e apoio que me deu durante todos estes meses. Não o poderia ter feito sem si. Este trabalho não é só meu, é nosso. Muito obrigado.

A todos os meus professores que me formaram durante estes cinco anos, exprimo a minha gratidão e respeito.

A este belo país que tanto me deu e me permitiu ser dentista.

Resumo

A Ortodontia é uma especialidade da Medicina dentária dedicada às más-oclusões com o objetivo de otimizar o equilíbrio postural entre estruturas ósseas, dentárias e musculares com finalidades funcionais e estéticas. O tipo e duração do tratamento varia de acordo com as disfunções a serem corrigidas no paciente.

Para aumentar a eficácia do tratamento ortodôntico, surgiram técnicas não invasivas, como a vibração, que podem ser adicionadas ao tratamento ortodôntico de forma a acelerar a velocidade do movimento ortodôntico e assim minimizar o tempo do tratamento. O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão sistemática para compreender se a vibração acelera o movimento ortodôntico. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica na base de dados PubMed com a seguinte combinação de palavras-chave: *Accelerated Orthodontic Movement AND Tooth Movement AND Dental Movement AND Vibration AND Mechanical Stimulation*. A pesquisa identificou 40 artigos, dos quais 12 foram selecionados tendo em conta os critérios de inclusão e de exclusão.

Alguns autores concluíram que a vibração teve um impacto na aceleração do movimento ortodôntico. No entanto, este tema continua a ser controverso e são necessários mais estudos para se tentar encontrar quais as características da vibração ideais para a aceleração do movimento dentário ortodôntico.

Palavras-Chave

Aceleração do Movimento Ortodôntico; Movimento Dentário; Vibração; Estimulação Mecânica.

Abstract

Orthodontics is a specialty of dentistry dedicated to malocclusions with the aim of optimizing the postural balance between bone, dental and muscle structures for functional and aesthetic purposes. The type and duration of treatment varies according to the dysfunctions to be corrected in the patient.

To increase the effectiveness of orthodontic treatment, non-invasive techniques have emerged, such as vibration, which can be added to orthodontic treatment in order to accelerate the speed of orthodontic movement and thus minimize treatment time. The purpose of this study was to conduct a systematic review to understand whether vibration accelerates orthodontic movement. A bibliographic search was conducted on the PubMed database with the following combination of keywords: Accelerated Orthodontic Movement AND Tooth Movement AND Dental Movement AND Vibration AND Mechanical Stimulation. The research identified 40 articles, 12 of which were selected taking into account inclusion and exclusion criteria.

Some authors concluded that vibration had an impact on the acceleration of the orthodontic movement. However, this issue remains controversial and further studies are needed to try to find the ideal vibration characteristics for the acceleration of orthodontic tooth movement.

Keywords

Accelerated Orthodontic Movement; Dental Movement; Vibration; Mechanical Stimulation.

Índice (Table of Contents)

INDICE DE ABREVIATURAS	XIII
INDICE DE FIGURAS	XIV
<i>1. Introdução</i>	<i>1</i>
I. Movimento ortodôntico	1
II. Vibração no movimento ortodôntico	3
<i>2. Materiais e Métodos</i>	<i>4</i>
<i>3. Resultados</i>	<i>6</i>
<i>4. Discussão</i>	<i>13</i>
<i>5. Conclusão</i>	<i>17</i>
Referências Bibliograficas	18

Índice de abreviaturas

LFMV: Low-Frequency Mechanical Vibration

HFA: High Frequency Acceleration

GCF: Fluido Gengival Crevicular

VL: Vestíbulo-Lingual

LP: Ligamento Periodontal

PGE2: Prostaglandina E2

OPG: Osteoprostogerina

IL: Interleucina

NF: Fator Nuclear

RANKL: Ligando do Recetor Ativador do fator Nuclear Kappa β

RANK: Recetor Ativador do fator Nuclear Kappa β

Índice de figuras

Figura 1. Fluxograma PRISMA 6

Figura 2. Tabela dos artigos 7

1. Introdução

I. Movimento ortodôntico

Os profissionais em Medicina Dentária, cada vez mais procuram melhorar as suas técnicas de forma a conseguir melhorias na eficiência e na estética do seu tratamento. Um tratamento ortodôntico dura cerca de 24 a 30 meses. A longa duração do tratamento muitas vezes conduz a problemas como: aumentado risco de caries, reabsorções radiculares, diminuído assim também, a satisfação do paciente.

Todas as inovações e avanços têm o mesmo propósito que é tentar diminuir o tempo do tratamento ortodôntico.

A movimentação ortodôntica tem por objetivo alcançar um bom alinhamento dos dentes e dos maxilares, otimizando assim o equilíbrio postural entre as estruturas ósseas, mas também para fins funcionais e estéticos.

O movimento dentário é a base de todo tratamento ortodôntico e os fenómenos fisiológicos que ele provoca são complexos. De facto, é o resultado de uma resposta biológica a uma perturbação no equilíbrio fisiológico do complexo dentofacial. O objetivo de todos os fenómenos celulares que ocorrem é recriar um equilíbrio momentaneamente perturbado através da aplicação de força.

O movimento do dente pode ser dividido em três fases. A "fase inicial", que dura entre 1 a 2 dias, corresponde a um movimento rápido e imediato do dente dentro do seu alvéolo. Por um lado, as tensões a que o osso alveolar é submetido geram correntes elétricas (piezoelétricas) que modificam o metabolismo das células ósseas. Por outro lado, as compressões ou extensões sofridas pelas várias áreas do ligamento geram compressões dos vasos sanguíneos e compressões das fibras ligamentares ou dilatações dos vasos sanguíneos e extensões das fibras ligamentares. O "período de latência", que dura entre 20 e 30 dias, é caracterizado por pouco ou nenhum deslocamento. Esta fase corresponde a um

fenómeno de hialinização do ligamento alveolodentário nas zonas de compressão. Nenhum movimento ocorre até o desaparecimento completo do tecido necrótico por reabsorção direta ou indireta. O "período pós-latência" termina o deslocamento até a próxima ativação. Durante esta fase, a taxa de movimento aumenta gradualmente ou de repente.

O movimento dentário ortodôntico é induzido por estímulos mecânicos, e facilitado pela remodelação do ligamento periodontal e do osso alveolar por um processo inflamatório local, que é o mecanismo fundamental na movimentação dentaria ortodôntica.

A força ortodôntica aplicada à estrutura dentária faz com que o dente se movimente por deposição e reabsorção do osso alveolar chamada remodelação óssea. As células do ligamento periodontal têm um papel importante no início do processo de remodelação durante a movimentação ortodôntica. De acordo com Sutiwa Benjakul *et al.* (2017), a compressão do ligamento periodontal é uma condição essencial para que a movimentação dentária ocorra.⁸

A movimentação ortodôntica causa desorganização do ligamento alveolar do lado em que o dente se move, chamado lado de pressão (oposto à aplicação de força), onde ocorre reabsorção óssea pela atuação dos osteoclastos. No lado oposto do dente, lado de tensão, há um estiramento do ligamento com formação óssea onde aparecem osteoblastos nos espaços medulares para manter constante a espessura do ligamento.

Nos últimos anos, surgiram novas técnicas para tentar acelerar o movimento ortodôntico, estas podem ser técnicas cirúrgicas (invasivas) ou não-cirúrgicas (menos invasivas). Procedimentos cirúrgicos como corticotomias, piezoincisão, e métodos não cirúrgicos como laser, corrente elétrica, campos eletromagnéticos, fotobiomodulação.

A vibração é um método não cirúrgico que pode ser aplicada em conjunto com o tratamento ortodôntico de forma a aumentar a taxa de movimento, existem no mercado vários dispositivos que se podem associar à aparatologia ortodôntica usada pelo paciente.

II. Vibração no movimento ortodôntico

Existem, no mercado, vários tipos de aparelhos para acelerar o movimento ortodôntico, que podem coadjuvar o tratamento ortodôntico tanto com alinhadores como com brackets.

O BitePod20® é um dos mais novos dispositivos no mercado de aceleradores de tratamento de vibrações de baixa frequência. Ajuda a reduzir a dor e a pressão sobre os dentes de um paciente submetido a um tratamento ortodôntico. Funciona com uma bateria doméstica de 9 volts, usada em períodos de 10 minutos duas vezes por dia. O paciente deve morder levemente a boquilha quando o aparelho vibrar. É o sistema mais acessível para o paciente do ponto de vista financeiro.

O Aceledent Aura® é um acelerador de movimento dentário de baixa frequência. Hoje é líder de mercado. Pode ser utilizado durante 20 minutos 1x/dia como suplemento de tratamento com alinhadores Invisalign transparentes e termoformados. Este dispositivo produz microimpulsos localizados nos dentes e ossos, permitindo que os dentes se movimentem mais livremente. Tem 30 Hz de frequência e 0,25N de força.

Propel VPR05® é um dispositivo de alta frequência que tem a vantagem de requerer apenas 5 minutos de uso 1x/dia. Tem 120 Hz de frequência e 0,36 N de força.

O objetivo destes dispositivos vibratórios é estimular a diferenciação e maturação celular, o que irá acelerar a remodelação óssea do osso alveolar e, conseqüentemente, a movimentação dos dentes. Segundo um estudo de Sarah Alansari *et al.* (2018), a aplicação diária de vibrações aumentaria a eficácia do tratamento ortodôntico, estimulando as citocinas e os fatores remodeladores ósseos no ligamento periodontal, sem aumentar a dor ou o desconforto.¹¹

Vários estudos têm sido conduzidos sobre os efeitos das vibrações em pacientes submetidos a tratamentos ortodônticos.

Alguns estudos referem que a vibração pode melhorar o movimento dentário através de um mecanismo relacionado com a indução de mediadores inflamatórios, Leethanakul *et al.* (2017) encontraram níveis aumentados de (IL)-1 β no fluido crevicular no lado de pressão em dentes que receberam vibração e esta IL-1 β pode promover a osteoclastogênese.⁸

Por outro lado, existem estudos que não encontraram diferenças significativas usando a vibração como coadjuvante do movimento.

O objetivo deste estudo é realizar uma revisão sistemática da evidência disponível para se compreender se a vibração acelera o movimento ortodôntico.

2. Materiais e Métodos

Metodologia:

A revisão sistemática seguiu o protocolo PRISMA.

Formulação da Pergunta de Pesquisa e seleção das Palavras-Chave

Definição da pergunta/questão PICO da revisão sistemática

“A vibração (I) influência (C) a aceleração do movimento (O) dentário ortodôntico (P).”

Palavras-chave:

Accelerated Orthodontic Movement, Tooth Movement, Dental Movement, Vibration, Mechanical Stimulation.

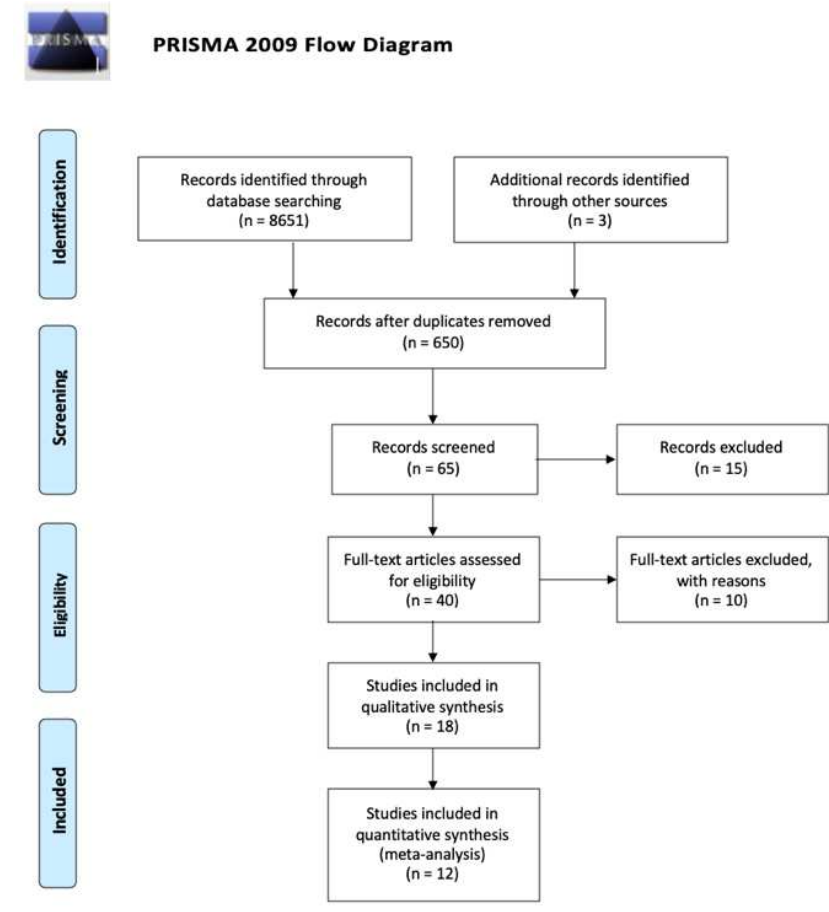
– Critérios de elegibilidade:

- *Critérios de inclusão:* apenas artigos em inglês, artigos publicados entre 2009 e 2020, estudos clínicos controlados randomizados, estudos retrospectivos, estudos *in vivo* e *in vitro*.
- *Critérios de exclusão:* artigos repetidos, anteriores ao ano de 2009, não relacionados com o tema do trabalho e em outro idioma que não seja inglês, artigos de relato de caso clínico e opinião desprovida de avaliação crítica.

– Estratégia de pesquisa e processo de seleção dos estudos

Foi realizada entre Novembro de 2019 e Fevereiro de 2020, uma pesquisa na base de dados PubMed com a seguinte combinação de palavras-chave: *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 nº1 – Fluxograma PRISMA



3. Resultados

No total de 40 artigos, foram selecionados 12 que foram selecionados tendo em conta os critérios de inclusão e de exclusão.

Desses 12 artigos selecionados, 10 (83,3%) avaliam o efeito da vibração em pacientes submetidos a tratamento ortodôntico, 1 (8,3%) avalia o efeito da vibração na secreção de interleucinas, que pode ser um fator acelerador na movimentação ortodôntica, e 1 (8,3%) descreve duas terapias coadjuvantes ao tratamento ortodôntico com alinhadores e seus modos gerais de ação.

Figura 2. Tabela dos artigos

Autor/Ano	Título	Revista	Metodologia	Tipo de modelo	Tamanho da amostra	Dentes	Características da vibração		Modelo de aferição dos resultados		Objetivos	Resultados
							Alta	Baixa	Objetivos	Subjetivos		
Kenji Ojima; Chung How Kau 2017	<i>A perspective in accelerated orthodontics with aligner treatment</i>	Seminars in Orthodontic s. Vol.23, No 1, 2017: pp 76-82	Artigo científico	Humano	-	-	-	-	-	-	Descrever duas terapias coadjuvantes ao tratamento ortodôntico com alinhadores e os seus modos gerais de ação.	Os dois métodos representam alguns dos muitos tipos de dispositivos de modificação biológica que podem ser utilizados em Ortodontia. Ainda é necessária muita pesquisa e inovação para compreender plenamente o mecanismo biológico deste tipo de dispositivos.
Luca Lombardo; Angela Arreghini; Luis T. Huanca Ghislanzoni; Giuseppe Siciliani 2018	<i>Accelerating aligner treatment using low-frequency vibration: a single-centre, randomized controlled clinical trial</i>	<i>European Journal of Orthodontics</i> , 2018, 1-10 doi:10.1093/ejor/cjy076	Ensaio controlado randomizado	Humano	45	Maxila	-	X	X	Determinar diferenças na precisão do movimento dentário em pacientes tratados com alinhadores associado a um dispositivo de vibração de baixa frequência e/ou pela redução do intervalo de substituição do alinhador em relação a um protocolo convencional.	Não houve diferença significativa na precisão entre substituir os alinhadores com o uso de vibrações de baixa frequência a cada 7 dias ou substituí-los a cada 14 dias sem vibração. As vibrações de baixa frequência pareciam melhorar a precisão de um protocolo convencional em termos de rotação dos incisivos superiores.	
Peter Miles; Elizabeth Fisher; Nikolaos Pandis 2017	<i>Assessment of the rate of premolar extraction space closure in the maxillary arch with the AccelDent Aura appliance vs no appliance in adolescents</i>	American Association of Orthodontists. All rights reserved. http://dx.doi.org/10.1016/j.jaiod.2017.08.007	Ensaio controlado randomizado	Humano	40	Pré-molar maxilar	-	X	X	Avaliar o efeito do dispositivo AccelDent Aura (OrthoAccel Technologies, Houston, Tex) sobre a taxa de fechamento de espaços de extração dos pré-molares superiores em pacientes adolescentes.	O dispositivo AccelDent Aura não tem efeito sobre a taxa de fecho de espaços de extração nos pré-molares superiores. Poucos participantes foram considerados bons utilizadores do dispositivo. No entanto, a taxa de fecho de espaços nos bons utilizadores foi semelhante a de todo o grupo e não pareceu influenciar o resultado.	

Autor / Ano	Título	Revista	Metodologia	Tipo de modelo	Tamanho da amostra	Dentes	Características da vibração		Modelo de aferição dos resultados		Objetivos	Resultados
							Alta	Baixa	Objetivos	Subjetivos		
Zana Kalajzic; Elizabeth Blake Peluso; Achint Utreja; Nathaniel Dymont; Jun Nihara; Manshan Xu; Jing Chen; Flavio Uribe; Sunil Wadhwa 2014	<i>Effect of cyclical forces on the periodontal ligament and alveolar bone remodeling during orthodontic tooth movement</i>	Angle Orthodontist, Vol 84, No 2, 2014	Ensaio clínico	Rato	26	Molar maxilar	-	-	Objetivos	X	Estudar o efeito das forças cíclicas (vibracionais) aplicadas externamente sobre a velocidade de movimentação dentária, a integridade estrutural do ligamento periodontal e a remodelação do osso alveolar.	O movimento dos dentes foi significativamente inibido pela aplicação de forças cíclicas.
Sumit Yadav; Thomas Dobie; Amir Assefnia; Himank Gupta; Zana Kalajzic; Ravindra Nanda 2015	<i>Effect of low-frequency mechanical vibration on orthodontic tooth movement</i>	American Association of Orthodontists. http://dx.doi.org/10.1016/j.jo.2015.03.031	Ensaio clínico controlado randomizado	Rato	64	Molar maxila	X	5, 10, 20 Hz 1 N 15 min/dia	X	X	Estudar o efeito da vibração mecânica de baixa frequência (LFMV) na velocidade de movimentação do dente, fração do volume ósseo, densidade do tecido e integridade do ligamento periodontal.	Não houve aumento significativo no movimento dentário ao aplicar LFMV em comparação com os grupos de controlo sem vibração.

Autor/Ano	Título	Revista	Metodologia	Tipo de modelo	Tamanho da amostra	Dentes	Características da vibração		Modelo de aferição dos resultados		Objetivos	Resultados
							Alta	Baixa	Objetivos	Subjetivos		
Mina Katchooi; Bobby Cohanim; Sandra Tai; Burcu Bayirli; Charles Spiekerman; Greg Huang 2018	<i>Effect of supplemental vibration on orthodontic treatment with aligners^a</i>	American Association of Orthodontists. All rights reserved. https://doi.org/10.1016/j.jortho.2017.10.017	Ensaio clínico controlado randomizado	Humano	27	-		X		X	Estudar os efeitos do AccelDent no tratamento invisalign.	Não foram encontradas evidências de que o dispositivo AccelDent Aura tenha impacto na capacidade de realizar uma série de alinhadores com um regime de troca de uma semana ou no alinhamento final alcançado em pacientes adultos. Também não teve efeito significativo na redução da dor ortodôntica ou dos parâmetros de qualidade de vida relacionados à saúde oral, quando utilizado com o invisalign.
Thomas S. Shipley 2018	<i>Effects of High Frequency Acceleration Device on Aligner Treatment^a</i>	<i>Dent. J.</i> 2018, 6, 32; doi:10.3390/dj6030032	Estudo piloto	Humano	16	-	X		X		Avaliar o efeito de um dispositivo de aceleração de alta frequência (HFA) nos intervalos de troca dos alinhadores e o tempo de tratamento necessário para alcançar os movimentos dentários prescritos.	A aceleração da movimentação dentária foi alcançada usando um tratamento complementar de HFA com alinhadores. A utilização de um dispositivo HFA resultou numa troca de alinhadores 66% mais rápida do que o controlo, sendo utilizados menos alinhadores para completar o tratamento. Os grupos com HFA exigiram muito menos refinamentos do que os controlos.
Sutiwa Benjakui; Suwanna Jitpukdeebo dittra; Chidchanok Leethanakul 2017	<i>Effects of low magnitude high frequency mechanical vibration combined with compressive force on human periodontal ligament cells in vitro^a</i>	<i>European Journal of Orthodontics</i> , 2017, 1-8; doi:10.1093/ejo/cjx062	Estudo in vitro	Humano	4	Pré-molar		X	X		Estudar os efeitos da vibração de baixa amplitude e alta frequência (LMHF) combinada com a força compressiva sobre as células do ligamento periodontal (PDL) in vitro.	As vibrações aumentaram PGE2, RANKL e sRANKL, mas não OPC e Runx2. As vibrações tiveram efeitos aditivos sobre PGE2 e RANKL, mas não sobre sRANKL nas células comprimidas do PDL.

Autor/Ano	Título	Revista	Metodologia	Tipo de modelo	Tamanho da amostra	Dentes	Características da vibração	Modelo de aferição dos resultados	Objetivos	Resultados
Andrew T. DiBiase; Neil R. Woodhouse; Spyridon N. Papageorgiou; Nicola Johnson; Carmel Slipper; James Grant; Maryam Alsaleh; Yousef Khaja; Martyn T. Cobourne 2017	<i>Effects of supplemental vibrational force on space closure, treatment duration, and occlusal outcome^a</i>	American Association of Orthodontists. All rights reserved. https://doi.org/10.1016/j.jortho.2017.10.021	Ensaio controlado randomizado	Humano	81	Mandíbula	Alta Baixa X 30 Hz 0,2 N 20 min/dia	Objetivos Subjetivos X	Estudar o efeito da força vibratória adicional no fecho de espaços e observar o resultado do tratamento com dispositivos fixos.	A força vibracional adicional durante o tratamento ortodôntico com aparelhos fixos não afeta o fecho de espaços, a duração do tratamento, o número total de consultas ou o resultado final da oclusão.
S. Jay Bowman 2014	<i>The Effect of Vibration on the rate of Leveling and Alignment¹⁰</i>		Caso clínico	Humano	117	Mandíbula (molar)	X 30 Hz 0,25 N 20 min/dia	X	Avaliar os efeitos da vibração com AcceleDent na velocidade de nivelamento e alinhamento ortodôntico.	Neste estudo, o tempo necessário para realizar o alinhamento e nivelamento dentário num tratamento Classe II sem extração foi reduzido com o uso de um dispositivo AcceleDent. Em geral, encontraram um aumento clinicamente benéfico e estatisticamente significativo de 30% na taxa de movimentação dentária durante o nivelamento ortodôntico da mandíbula.

Autor / Ano	Título	Revista	Metodologia	Tipo de modelo	Tamanho da amostra	Dentes	Características da vibração		Modelo de aferição dos resultados	Objetivos	Resultados
Sarah Alansari; Maria Isabel Atique; Juan Pablo Gomez; Mohammad Hamidaddin; Soumya Narayani Thirumoothy; Chinapa Sangsuwon; Edmund Khoo; Jeanne M. Nervina 2018	<i>The effects of brief daily vibration on clear aligner orthodontic treatment¹</i>	Elsevier Inc. on behalf of World Federation of Orthodontists https://doi.org/10.1016/j.joiw.2018.10.002	Ensaio clínico	Humano	75	Mandibular	Alta	Baixa	Objetivos	Subjetivos	O tratamento de vibração diário encurtou clinicamente de forma significativa o tempo necessário para corrigir os incisivos inferiores com alinhadores.
							X				
Chidchanok Leethanakul; Sumit Suamphan; Suwanna Jitpukdeebo ditra; Udom Thongudomporn; Chairat Charoemratote 2016	<i>Vibratory stimulation increases interleukin-1 beta secretion during orthodontic tooth movement²</i>	Angle Orthodontist, Vol 00, No 0, 0000	Ensaio clínico	Humano	15	Canina	Alta	Baixa	Objetivos	Subjetivos	Em combinação com uma força ortodôntica leve, a aplicação de estímulos vibratórios com uma escova de dentes elétrica aumentou a secreção de IL-1 β no fluido crevicular gengival e acelerou a movimentação dos dentes.
							X				
							120 Hz 0,03 g 5 min/dia			Perceber se a breve aplicação diária da vibração aumentará a eficácia da terapia ortodôntica no alinhamento, estimulando as citocinas e os fatores de remodelação óssea na PLL sem aumentar a dor ou desconforto.	
							125 Hz 5 min 3x/dia			Estudar os efeitos da aplicação de estímulos vibratórios na secreção da interleucina (IL)-1 β durante a distalização dos caninos superiores.	

As principais conclusões foram as seguintes:

- Não houve diferença no movimento dentário entre substituir os alinhadores com vibrações de baixa frequência a cada 7 dias e substituí-los a cada 14 dias sem vibração. As vibrações de baixa frequência pareciam melhorar a precisão de um protocolo convencional (tratamento sem vibração) em termos de rotação dos incisivos superiores.²
- Não foram encontradas evidências de que o dispositivo AcceleDent Aura® tenha impacto na capacidade de realizar uma série de alinhamentos com um regime de troca de uma semana ou no alinhamento final alcançado em pacientes adultos. Também não teve efeito significativo na redução da dor ortodôntica ou dos parâmetros de qualidade de vida relacionados à saúde oral, quando utilizado com o Invisalign.⁶
- O dispositivo AcceleDent Aura® não tem efeito sobre a taxa de fecho de espaços de extração nos pré-molares superiores. Poucos participantes foram considerados bons utilizadores do dispositivo. No entanto, a taxa de fecho de espaços nos bons utilizadores foi semelhante à de todo o grupo e não pareceu influenciar o resultado.³
- Um estudo realizado por S. Jay Bowman (2014) demonstrou que o tempo necessário para realizar o alinhamento e nivelamento dentário num tratamento Classe II sem extração foi reduzido com o uso de um dispositivo AcceleDent Aura®. Foi encontrado um aumento clinicamente benéfico e estatisticamente significativo de 30% na taxa de movimentação dentária durante o nivelamento ortodôntico na dentição da mandíbula.¹⁰
- A força vibracional adicional durante o tratamento ortodôntico com aparelhos fixos não afeta o fecho de espaços, a duração do tratamento, o número total de consultas ou o resultado final da oclusão.⁹
- Não houve aumento significativo no movimento dentário ao aplicar *low-frequency mechanical vibration* (LFMV) no grupo que não tem mola ortodôntica, mas 5 Hz de

vibração aplicada na maxila, em comparação com o grupo de controle sem molas e sem vibrações mecânicas.⁵

- O movimento dos dentes foi significativamente inibido pela aplicação de forças vibracionais intermitentes.⁴
- A aceleração da movimentação dentária foi alcançada usando um tratamento complementar de *high frequency acceleration* (HFA) com alinhadores. A utilização de um dispositivo HFA resultou numa troca de alinhadores 66% mais rápida do que o controlo. Os grupos com HFA exigiram significativamente menos alinhadores para completar o tratamento do que os controlos. Os grupos com HFA exigiram muito menos refinamentos do que os controlos.⁷
- Em combinação com uma força ortodôntica leve, a aplicação de estímulos vibratórios com uma escova de dentes elétrica aumentou a secreção de IL-1 β no fluido gengival crevicular (GCF) aumentando o movimento ortodôntico.¹²
- As vibrações aumentaram a secreção de mediadores inflamatórios, e consequentemente a velocidade de movimento dos dentes.⁸

4. Discussão

As vibrações de baixa frequência têm sido utilizadas há muito tempo na medicina e, mais recentemente, têm sido aplicadas na Ortodontia para induzir a proliferação e diferenciação das células periodontais. O AcceleDent Aura® é um aparelho ortodôntico vibratório que utiliza forças pulsáteis de baixa frequência (0,25 N) graças à SoftPulse Technology®. Estas forças pretendem estimular a atividade celular durante o tratamento ortodôntico quando os pacientes mordem suavemente o dispositivo durante 20 minutos por dia. Estes micro-impulsos são transmitidos através das raízes dos dentes até ao osso circundante.

Alguns estudos *in vitro* e com animais indicam que a aplicação de vibrações de baixa frequência pode também aumentar o número e a atividade dos osteoclastos no ligamento periodontal, promovendo assim o movimento dentário (aumento de 15% da velocidade de movimento durante 21 dias em ratos que utilizam vibrações durante 8 minutos por dia), bem como evitar a formação de tecido hialino, diminuindo assim o risco de reabsorção radicular. No entanto, a eficácia das vibrações de baixa frequência nos seres humanos continua a ser controversa. De facto, poucos estudos foram realizados até à data demonstrando a eficácia das vibrações na aceleração da ortodontia fixa e ainda menos nos efeitos cumulativos de uma associação entre a tecnologia das vibrações e os alinhadores.

Num estudo realizado por Mina Katchooi *et al.* (2018) concluíram que um dispositivo AcceleDent Aura® não teve qualquer efeito no alinhamento do fim de tratamento alcançado no final do tratamento com um regime de mudança de goteira de uma semana.⁶

Andrew T. DiBiase *et al.* (2017) chegam à mesma conclusão.⁹

Peter Miles *et al.* (2017) salientam que o dispositivo vibratório AcceleDent não tem qualquer efeito sobre a taxa de fecho do espaço de extração no arco maxilar.³

Andrew T. DiBiase *et al.* (2017) afirmam que não tem efeito sobre a taxa de fechamento do espaço mandibular.⁹

Isto é confirmado pelo estudo de Sumit Yadav *et al.* (2015) que, após estudar o efeito das vibrações mecânicas de baixa frequência no movimento ortodôntico dos dentes em ratos, chegaram à mesma conclusão, de que a vibração não teve qualquer efeito sobre a velocidade do movimento dentário e sobre a velocidade de deslocação.⁵

De acordo com vários estudos, não há diferença estatisticamente significativa na aceleração da movimentação dentária associada a um dispositivo vibratório. No entanto, de acordo com Luca Lombardo *et al.* (2018) adicionando 20 minutos por dia de vibração de baixa frequência (30 Hz, 0,25 N) a um protocolo de alinhamento convencional de 14 dias melhorou em 10% a precisão da rotação dos incisivos superiores. A precisão da inclinação canina superior vestibulo-lingual e mesiodistal e da inclinação molar superior vestibulo-lingual também seria otimizada em 13-16% em comparação com um alinhador substituído a cada

7 dias. Contudo, a precisão mais baixa refere-se aos caninos e aos pré-molares superiores. Os caninos são os dentes menos sensíveis ao movimento ortodôntico com alinhadores, isto devido à sua anatomia com uma coroa arredondada, uma raiz grande e muitas vezes corticalizada, na maioria das vezes na arcada inferior.²

Num outro estudo, o tempo necessário para efetuar o alinhamento e nivelamento dos dentes num tratamento de Classe II sem extração foi reduzido através da utilização de um dispositivo AcceleDent Aura® para aplicar vibração. Encontrou um aumento clinicamente benéfico e estatisticamente significativo de 30% na taxa de movimento dentário durante o nivelamento ortodôntico na dentição mandibular.¹⁰ O alinhamento demorou cerca de 5 meses com vibração, em comparação com 7 meses sem aplicação.

Contudo, de acordo com os autores, as conclusões divergem. Alguns argumentam que a utilização de um dispositivo vibratório acelera o movimento ortodôntico, influenciando a remodelação óssea. Um ensaio clínico aleatório recente demonstrou que a utilização de vibrações de alta frequência não só acelera significativamente a movimentação dentária como também aumenta a produção de citocinas, um fator biológico conhecido na remodelação óssea e subsequente à movimentação dentária ortodôntica.⁷ Segundo Thomas S. Shipley (2018), a utilização de um dispositivo vibratório de alta frequência tornou possível acelerar os movimentos dentários com uma terapia de alinhamento, permitindo uma troca de alinhadores mais rápida do que no grupo de controlo, com uma economia de tempo de aproximadamente 66%.⁷ Estes pacientes que utilizam um dispositivo de vibração de alta frequência necessitavam de 43% menos goteiras. Além disso, a duração do tratamento foi significativamente reduzida, tendo o grupo de controlo uma duração real de tratamento de 96,75 semanas em comparação com 19,25 semanas para o grupo de vibrações de alta frequência.⁷

Chidchanok Leethanakul *et al.* (2016) estudaram os efeitos dos estímulos vibratórios na secreção de interleukinas (IL-1 β) durante a distalização canina maxilar e relevam que a estimulação vibratória poderia acelerar a taxa de movimento dentário, sem danos colaterais

ao tecido periodontal, em ratos. O mesmo estudo concluiu que a via de sinalização NF kappa- β e o ativador do recetor ligante (RANK/RANKL), que contribui para a formação do osteoclasto, foi ativada em resposta à vibração. As forças vibracionais *in vitro*, baixas e intermitentes podem induzir a expressão de RANKL nas células estaminais do ligamento periodontal humano sob forças compressivas ótimas.¹²

Por outro lado, um ensaio clínico controlado randomizado de Mina Katchooi *et al.* (2018) em humanos mostrou que os estímulos vibratórios não proporcionavam nenhum benefício clínico na resolução do apinhamento ou na avaliação da dor durante o alinhamento inicial.⁶

O movimento dentário ocorre através da reabsorção e formação óssea em resposta à compressão e tensão. A pressão no ligamento periodontal (LP) induzida por forças ortodônticas induz alterações vasculares que levam à ativação de vias de sinalização celular e à libertação de moléculas pró-inflamatórias como a interleucina (IL)-1 β . (IL)-1 β é secretado pelos osteoclastos como resposta imediata ao stress mecânico durante a fase inicial do tratamento ortodôntico e nas fases posteriores pelos macrófagos, que se acumulam em áreas comprimidas. A sobrevivência, fusão e ativação dos osteoclastos estão correlacionados com o nível de IL-1 β , que também determina a quantidade de movimento dentário, regulando a remodelação do osso alveolar.

De acordo com o estudo de Chidchanok Leethanakul *et al.* (2016)¹², em combinação com a força ortodôntica, os estímulos vibracionais melhoraram a secreção de interleukinas IL-1 β no GCF e pareceram aumentar a atividade de reabsorção óssea e, assim, acelerar a movimentação dentária.

Com base no estudo de Sutiwa Benjakul *et al.* (2017) sobre os efeitos da vibração mecânica de baixa amplitude e alta frequência combinada com a força compressiva sobre as células do ligamento periodontal humano *in vitro*, a vibração não teve qualquer efeito sobre a viabilidade das células do ligamento periodontal *in vitro*. Durante o movimento dentário ortodôntico, as células do ligamento periodontal desempenham um papel importante no início do processo de remodelação. Estas células respondem à vibração aumentando a prostaglandina E2 e regulando positivamente o RANKL para cima, resultando numa relação

RANKL/OPG mais elevada. A PGE2 é um mediador inflamatório produzido pelas células do ligamento periodontal em resposta ao stress mecânico, que atua como autócrino e parácrino para estimular a expressão RANKL e promover a reabsorção óssea. No entanto, a vibração tem tido efeitos aditivos na PGE2, RANKL e na relação RANKL/OPG nas células do ligamento periodontal comprimido, mas não tem qualquer efeito sobre a OPG e Runx2. O fator de transcrição Runx2 desempenha também um papel importante na diferenciação osteoblástica e na deposição óssea.⁸ Sabe-se que a PGE2 e o RANKL estimulam a osteoclastogénese e a reabsorção óssea. Portanto, este estudo indica que a aplicação de vibrações pode tender a promover a reabsorção óssea nas células do ligamento periodontal. Contudo, a resposta das células às vibrações pode depender de vários outros fatores, tais como a magnitude, frequência, duração e tempo dos estímulos mecânicos.

No entanto, estes resultados estão sujeitos a certas limitações. De facto, estes resultados baseiam-se na aplicação de vibrações por parte do paciente. No entanto, pode ser difícil para o paciente ser assíduo na utilização do dispositivo vibratório durante longos períodos de tempo. Por exemplo, no estudo de Luca Lombardo *et al.* (2018), o dispositivo teve de ser utilizado durante 20 minutos/dia. No entanto, ao comparar os grupos, um grupo utilizou o dispositivo durante aproximadamente 13,7 minutos/dia e outro grupo utilizou-o durante 15,2 minutos/dia, o que não está em conformidade com as condições iniciais de utilização do dispositivo, fatores estes que podem enviesar o resultado.²

Quanto à dor, continua a ser difícil estudar. Alguns autores tentaram avaliá-la, mas nenhum obteve resultados significativos. Mina Katchooi *et al.* (2018) verificaram que a utilização deste dispositivo não teve um efeito significativo na redução dos níveis de dor ortodôntica.⁶

5. Conclusão

Dento das limitações do estudo a maior evidência científica sugere benefício na utilização dos dispositivos com vibração para aceleração do movimento ortodôntico.

Estudos clínicos controlados randomizados com amostras mais significativas são necessários para definir qual o modelo vibratório ideal no que concerne à intensidade, força e tempo de aplicação dos dispositivos.

Referências Bibliográficas

1. Ojima K, Kau CH. A perspective in accelerated orthodontics with aligner treatment. *Semin Orthod* [Internet]. 2017;23(1):76–82. Available from: <http://dx.doi.org/10.1053/j.sodo.2016.10.002>
2. Lombardo L, Arreghini A, Huanca Ghislanzoni LT, Siciliani G. Accelerating aligner treatment using low-frequency vibration: a single-centre, randomized controlled clinical trial. *Eur J Orthod*. 2019;41(4):434–43.
3. Miles P, Fisher E, Pandis N. Assessment of the rate of premolar extraction space closure in the maxillary arch with the AcceleDent Aura appliance vs no appliance in adolescents: A single-blind randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2018;153(1):8–14. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2017.08.007>
4. Kalajzic Z, Peluso EB, Utreja A, Dymant N, Nihara J, Xu M, et al. Effect of cyclical forces on the periodontal ligament and alveolar bone remodeling during orthodontic tooth movement. *Angle Orthod*. 2014;84(2):297–303.
5. Yadav S, Dobie T, Assefnia A, Gupta H, Kalajzic Z, Nanda R. Effect of low-frequency mechanical vibration on orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2015;148(3):440–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2015.03.031>
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. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2018;153(3):336–46.
7. Shipley TS. Effects of high frequency acceleration device on aligner treatment-a pilot study. *Dent J*. 2018;6(3):1–8.

8. Benjakul S, Jitpukdeebodindra S, Leethanakul C. Effects of low magnitude high frequency mechanical vibration combined with compressive force on human periodontal ligament cells in vitro. *Eur J Orthod*. 2018;40(4):356–63.
9. 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. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2018;153(4):469–480.e4.
10. Bowman SJ. The effect of vibration on the rate of leveling and alignment. *J Clin Orthod*. 2014;48(11):678–88.
11. Alansari S, Atique MI, Gomez JP, Hamidaddin M, Thirumoorthy SN, Sangsuwon C, et al. The effects of brief daily vibration on clear aligner orthodontic treatment. *J World Fed Orthod*. 2018;7(4):134–40.
12. Leethanakul C, Suamphan S, Jitpukdeebodindra S, Thongudomporn U, Charoemratrote C. Vibratory stimulation increases interleukin-1 beta secretion during orthodontic tooth movement. *Angle Orthod*. 2016 ;86(1) :74–80.