

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

A EFICÁCIA DA PASTILHA ELÁSTICA NA REDUÇÃO DA DOR ORTODÔNTICA

Trabalho submetido por
Alexandre Robles Iban
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

junho de 2024

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

A EFICÁCIA DA PASTILHA ELÁSTICA NA REDUÇÃO DA DOR ORTODÔNTICA

Trabalho submetido por
Alexandre Robles Iban
para a obtenção do grau de **Mestre** em Medicina Dentária

Trabalhado orientado por
Prof. Doutora Catarina Gomes Félix

junho de 2024

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar a minha profunda gratidão à minha orientadora de tese, Professora Catarina Gomes. Agradeço a paciência e a atenção que me demonstrou. Obrigada pela sua amabilidade e pela sua ajuda, que foi muito valiosa para mim.

Gostaria de agradecer em particular à Egas Moniz pelos cinco anos que passei nesta instituição. Estes anos foram marcados por intensas aprendizagens, experiências enriquecedoras e memórias duradouras. Gostaria também de agradecer a todos os docentes pelo seu ensino esclarecedor. Cada curso e interação enriqueceu a minha jornada e tornou-me num aluno melhor.

Je n'oublie pas de remercier tous les amis que j'ai eu la chance de rencontrer durant ces 5 années. Merci pour les moments de détente, les rires et les souvenirs partagés qui ont équilibré les longues heures de travail.

Je souhaiterai remercier mon binôme de clinique, mon ami, Louis, aux côtés de qui j'ai pu grandir et acquérir de l'expérience tout au long de ces deux années de pratique au sein de la clinique dentaire. Nous avons su nous pousser mutuellement et nous dépasser afin de satisfaire les patients que nous avons eu à traiter. Merci pour ta bonne humeur dans toutes les situations.

J'aimerai également remercier mes parents, qui m'ont permis de réaliser ces études et qui m'ont fait confiance. Je leur en serai éternellement reconnaissant, tout ça n'aurait jamais été possible sans eux. Merci infiniment.

Bien sûr j'aimerai finalement m'adresser à ma copine, que j'ai eu la chance de rencontrer ici, Alice, qui m'a amené toujours plus haut, et m'a poussé à être une meilleure personne, que ce soit professionnellement ou personnellement. Merci pour ton soutien sans faille et ton amour, qui m'ont sans aucun doute permis d'appréhender plus facilement ces 3 dernières années d'études.

RESUMO

A dor é a queixa mais comum entre os pacientes que recebem tratamento ortodôntico, principalmente após a ativação de aparelhos ortodônticos fixos ou removíveis. Além disso, a dor tem sido considerada um fator importante para a aceitação do tratamento e a principal razão para a interrupção do mesmo.

A utilização de analgésicos e de anti-inflamatórios não esteroides (AINEs) são considerados os meios farmacológicos mais utilizados na redução da dor ortodôntica. Embora existam riscos e efeitos secundários associados tanto aos analgésicos como aos anti-inflamatórios não esteroides (AINEs), os analgésicos continuam a ser a opção preferencial para o tratamento da dor ortodôntica por muitos autores. Comparativamente aos anti-inflamatórios não esteroides (AINEs), os analgésicos são frequentemente escolhidos, pois os AINEs parecem interferir no processo de movimentação dentária.

No entanto, vários estudos têm sugerido métodos não farmacológicos de alívio da dor ortodôntica, incluindo a estimulação mastigatória do ligamento periodontal.

A mastigação de pastilhas elásticas tem sido referida como um método capaz de aliviar a dor induzida pela aplicação de forças ortodônticas. A mastigação de materiais elásticos permite o fluxo sanguíneo para as áreas comprimidas do ligamento periodontal e previne a formação de metabólitos inflamatórios indutores de dor, reduzindo assim a percepção da dor. O ato de mastigar pastilha elástica funciona ainda como uma distração, desviando a atenção do paciente da sensação dolorosa para o processo de mastigação.

A pastilha elástica parece ter grandes vantagens sobre os analgésicos no alívio da dor. Tem a vantagem de não ser invasiva, de baixo custo e conveniente, evitando os efeitos secundários provocados pelos analgésicos.

Esta revisão narrativa procura descrever os mecanismos através dos quais a pastilha elástica contribui para a redução da dor ortodôntica e avaliar a sua eficácia em comparação com outros métodos terapêuticos.

Palavras-chave: analgésicos, pastilha elástica, dor, ortodontia

ABSTRACT

Pain is the most common complaint among patients receiving orthodontic treatment, especially after the activation of fixed or removable orthodontic appliances. In addition, pain has been considered an important factor in determining treatment acceptance and the main reason for discontinuing it.

The use of analgesics and non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) are considered the most commonly used pharmacological means to reduce orthodontic pain.

Although there are risks and side effects associated with both analgesics and non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs), analgesics continue to be the preferred option for the treatment of orthodontic pain by many authors. Compared to nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs), analgesics are often chosen because NSAIDs appear to interfere with the tooth movement process. However, several studies have suggested non-pharmacological methods of relieving orthodontic pain, including masticatory stimulation of the periodontal ligament.

Chewing gum has been reported to be able to relieve pain induced by the application of orthodontic force. Chewing elastic materials allows blood flow to the compressed areas of the periodontal ligament and prevents the formation of pain-inducing inflammatory metabolites, thereby reducing pain perception. The act of chewing gum further functions as a distraction, diverting the patient's attention from the painful sensation to the chewing process.

Chewing gum seems to have great advantages over painkillers in relieving pain. It has the advantage of being non-invasive, low-cost, and convenient, avoiding the side effects caused by painkillers.

The aim of this narrative review is to describe the mechanisms through which chewing gum contributes to the reduction of orthodontic pain and to evaluate its efficacy in comparison with other therapeutic methods.

Key-words: analgesics, chewing gum, pain, orthodontics.

ÍNDICE GERAL

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Contextualização.....	13
1.2	Metodologia de pesquisa	14
1.3	Objetivo	14
2	DESENVOLVIMENTO.....	15
2.1	Dor ortodôntica: definição e mecanismos.....	15
2.1.1	Definição	15
2.1.2	Fatores que contribuem para a dor ortodôntica	16
2.1.3	Mecanismos envolvidos na dor ortodôntica e no movimento dentário	18
2.2	Abordagens atuais para o tratamento da dor ortodôntica	21
2.2.1	Analgésicos e anti-inflamatórios	21
2.2.2	Outros métodos não farmacológicos	23
2.2.2.1	As vibrações.....	23
2.2.2.2	Terapia a laser de baixa intensidade (LLLT).....	24
2.2.2.3	Crioterapia.....	24
2.2.2.4	Terapia cognitivo-comportamental.....	25
2.2.2.5	A musicoterapia	25
2.2.2.6	O chá verde	25
2.2.2.7	A pastilha elástica	26
2.3	Propriedades da pastilha elástica e efeitos na dor ortodôntica	26
2.3.1	Propriedades físicas da pastilha elástica.....	26
2.3.2	Mecanismos de ação da pastilha elástica na dor ortodôntica	27
2.3.3	Tipos de pastilhas elásticas.....	31
2.3.3.1	Pastilhas elásticas com açúcar	32
2.3.3.2	Pastilhas elásticas sem açúcar	33
2.3.3.3	Pastilhas elásticas com analgésicos	34
2.3.4	Frequência de mastigação da pastilha elástica	36
2.3.5	Limitações da utilização de pastilhas elásticas	37
2.3.5.1	Stress na articulação temporo-mandibular.....	37
2.3.5.2	Relação entre mastigação excessiva e cefaleias nas crianças	37
2.3.5.3	Risco de perda de brackets.....	38
2.3.6	Comparação dos efeitos da pastilha elástica com os outros métodos de gestão da dor	38
3	CONCLUSÕES	41

4	<i>BIBLIOGRAFIA</i>	43
----------	----------------------------------	-----------

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Escala visual analógica (EVA) utilizada para avaliar a intensidade da dor (Vasilenko & F.M.Khamidova, 2023).	16
Figura 2 - Time-course profile das classificações da EVA para dor em repouso e dor mastigatória ao longo das 72 horas. As barras de erro representam desvios padrão. Retirado de Lin et al. (Lin et al., 2021).	17
Figura 3 - Os mecanismos subjacentes à dor ortodôntica (Long et al., 2016).	20
Figura 4 - Vias de transmissão da dor ortodôntica (Long et al., 2016).	21
Figura 5 - Aplicação de vibrações mecânicas (Long et al., 2016).	24
Figura 6 - Diagrama de transmissão de estímulos mecânicos e nociceptivos. Adaptado de Southerland et al.(Southerland et al., 2021).	30
Figura 7 - Diagrama de transmissão de um estímulo nociceptivo na ausência de um estímulo mecânico . Adaptado de Southerland et al. (Southerland et al., 2021).	30
Figura 8 - Diagrama da transmissão de um estímulo nociceptivo em simultâneo com um estímulo mecânico. Adaptado de Southerland et al. (Southerland et al., 2021).	31
Figura 9 - Formulação quantitativa média de açúcares e componentes de pastilhas elásticas com açúcar. Adaptado de Konar et al, 2016 (Konar e al., 2016).	32
Figura 10 - Formulação quantativa média dos componentes de uma pastilha elástica sem açúcar. Adaptado de Konar et al. (Konar et al., 2016).	34
Figura 11 - A pontuação média da dor em diferentes momentos nos três grupos (Eslamian et al., 2014).	35

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Resposta fisiológica a uma forte pressão sobre um dente. Adaptado de Proffit et al. (Proffit et al., 2018).	19
Tabela 2 - A classificação média de dor em grupos e em oito momentos (Eslamian et al., 2014).	35

LISTA DE ABREVIATURAS

AINEs - Anti-inflamatórios não esteroides

APIs - Compostos farmacêuticos ativos

ATM - Articulação Temporo-Mandibular

COX - Cicloxigenase

COX-2 - Cicloxigenase 2

CPS - Comitê dos Medicamentos para Uso Humano

DTM - Disfunção Temporo-Mandibular

EVA - Escala Visual Analógica

HPA - Hipotálamo – Hipófise - Adrenal

ICGA - Associação Internacional de Pastilhas Elásticas

LLLT - Terapia a Laser de Baixa Intensidade

PDL - Ligamento Periodontal

PGE1 - Prostaglandinas E1

PGE2 - Prostaglandinas E2

SNC - Sistema Nervoso Central

TCC - Terapia Cognitiva Comportamental

TG - Trigêmeo

5-HT- 5-hidroxitriptamina

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

O tratamento ortodôntico prolonga-se geralmente por vários meses ou mesmo anos. O processo requer consultas regulares para avaliar o progresso e efetuar os ajustes necessários. Os diferentes tipos de aparelhos ortodônticos, como os aparelhos ortodônticos fixos ou os alinhadores, podem causar desconforto e dor na cavidade oral, tornando a experiência dolorosa para o paciente (Mando et al., 2023).

O nível de dor experimentado durante os procedimentos ortodônticos fixos pode variar muito de paciente para paciente. A razão para essa grande diversidade na percepção da dor durante o tratamento ortodôntico fixo permanece desconhecida, podendo estar relacionada com fatores como a magnitude das forças ortodônticas, sexo e idade do paciente. (Lin et al., 2021)

A presença de dor foi reconhecida como um fator significativo que influencia a aceitação do tratamento, dificultando a adesão do paciente e funcionando como a principal causa para a interrupção do mesmo (Al Shayea, 2020).

A motivação do paciente e a orientação fornecida pelo ortodontista têm um efeito profundo na redução da dor e do desconforto, na melhoria da qualidade de vida e na melhoria da adesão geral do paciente ao tratamento, o que influencia o sucesso do mesmo (Banerjee et al., 2018).

Embora existam riscos e efeitos colaterais associados aos analgésicos e anti-inflamatórios não esteroides (AINEs), os analgésicos continuam a ser a opção de eleição para o tratamento da dor ortodôntica segundo muitos autores (Corrêa et al., 2017). Em comparação com os anti-inflamatórios não esteroides (AINEs), os analgésicos são frequentemente escolhidos porque os AINEs parecem interferir no processo de movimentação dentária (Cheng et al., 2020; Makhoul et al., 2019).

No entanto, vários estudos têm sugerido métodos não farmacológicos de alívio da dor ortodôntica, incluindo a estimulação mastigatória do ligamento periodontal (Da Silva Santos & Capelli, 2021).

A utilização da pastilha elástica parece oferecer benefícios significativos em comparação com medicamentos analgésicos relativamente ao controlo da dor. Apresenta a vantagem de não ser um método invasivo, económico e conveniente, além de contornar os efeitos adversos associados aos medicamentos para alívio da dor (Guo et al., 2023).

O efeito analgésico da pastilha elástica pode ser elucidado através de duas hipóteses. A hipótese inicial sugere que a mastigação parece facilitar a restauração do fluxo sanguíneo para a região periodontal comprimida, reduzindo assim a perceção da dor. A segunda hipótese postula que a ação rítmica da mastigação inibe as reações nociceptivas, ativando a via inibitória descendente da serotonina (5-HT) (Dieudonné et al., 2023).

Desta forma, torna-se importante entender quais as vantagens do uso da pastilha elástica como método não farmacológico de redução da dor ortodôntica, especialmente em comparação com os métodos farmacológicos tradicionais. Determinados métodos farmacológicos podem interferir com o movimento dentário ou causar efeitos indesejáveis nos pacientes (Monk et al., 2017). Assim, é importante procurar alternativas para tentar evitar estes efeitos secundários.

1.2 Metodologia de pesquisa

Para a pesquisa, foram selecionadas as seguintes palavras-chave: "Analgésicos", "pastilha elástica", "Dor", "Ortodontia". A pesquisa bibliográfica foi realizada nas plataformas PubMed, Cochrane, B-On, Scopus e Google Scholar. Foram consideradas publicações a partir de 2014, com um máximo de 10 anos de publicação.

1.3 Objetivo

O objetivo desta revisão narrativa é descrever os mecanismos pelos quais a pastilha elástica contribui para a redução da dor ortodôntica e avaliar sua eficácia em comparação com outros métodos terapêuticos.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Dor ortodôntica: definição e mecanismos

2.1.1 Definição

A dor é uma experiência sensorial e emocional associada a uma lesão real ou potencial dos tecidos, ou descrita em termos dessa lesão (Calvino, 2021).

A dor ortodôntica, que se caracteriza como dor orofacial decorrente do movimento dentário, associado ao tratamento ortodôntico, é um fenômeno frequentemente observado na prática clínica da ortodontia (Fleming et al., 2018). Este tipo de dor é um fenômeno bem documentado que os ortodontistas devem considerar para garantir o conforto e bem-estar dos seus pacientes (Long et al., 2016).

O desconforto e a dor associados aos procedimentos ortodônticos podem afetar a qualidade de vida dos pacientes, o que pode afetar sua capacidade de mastigação e fala de forma significativa (Aiyar et al., 2022; Long et al., 2016).

A dor tem sido identificada como um fator determinante na aceitação do tratamento, desencorajando a adesão ao tratamento por parte dos pacientes e frequentemente citada como a principal razão para a interrupção do mesmo (Al Shayea, 2020).

Estudos em pacientes ortodônticos demonstraram que a dor é um dos efeitos colaterais mais comumente relatados durante procedimentos ortodônticos. Curiosamente, os pacientes descrevem a dor ortodôntica como sendo mais frequente e intensa do que a dor resultante de procedimentos mais invasivos como, por exemplo, exodontias (Fleming et al., 2018; Naim et al., 2016).

Dada a sua natureza subjetiva e a sua variabilidade entre indivíduos, a dor é geralmente avaliada indiretamente, sendo a Escala Visual Analógica (EVA) o método preferido para avaliar a percepção individual da dor (Figura 1). A Escala Visual Analógica (EVA) tem sido utilizada no campo da saúde para vários objetivos, como avaliar a dor e estabelecer uma medida de qualidade de vida relacionada à saúde (Åström et al., 2023).



Figura 1 - Escala visual analógica (EVA) utilizada para avaliar a intensidade da dor (Vasilenko & F.M.Khamidova, 2023).

O uso de um EVA é reconhecido como o método mais simples para avaliar as preferências em relação a condições de saúde crônicas e temporárias. Também é vista como uma avaliação direta da auto percepção da saúde e pode oferecer informações complementares ao avaliar a saúde numa dimensão única (Åström et al., 2023). Isto ressalta a importância de reconhecer a dor como uma experiência subjetiva, caracterizada por diferenças individuais notáveis (Fleming et al., 2018; Naim et al., 2016).

2.1.2 Fatores que contribuem para a dor ortodôntica

A intensidade da dor ortodôntica geralmente aumenta duas horas após a ativação dos aparelhos ortodônticos e atinge seu pico máximo após 24 horas. A maioria dos estudos publicados sugere que a dor geralmente diminui dentro de uma semana (Alqareer et al., 2019; Bayani et al., 2016). Embora a maioria dos pacientes experimente uma diminuição do desconforto ortodôntico dentro de uma semana após o tratamento, segundo Long et al. (2016), mais de 40% dos pacientes adolescentes relatam ainda sentir dor ortodôntica além desse período, sugerindo a possibilidade de duração prolongada da dor ortodôntica (Long et al., 2016).

Lin et al. (2021) descobriram que os níveis de dor, medidos pela EVA, atingiram o pico no dia seguinte ao ajuste do aparelho e diminuíram significativamente no quarto dia, num estudo com 183 participantes avaliados durante 72 horas (Figura 2).

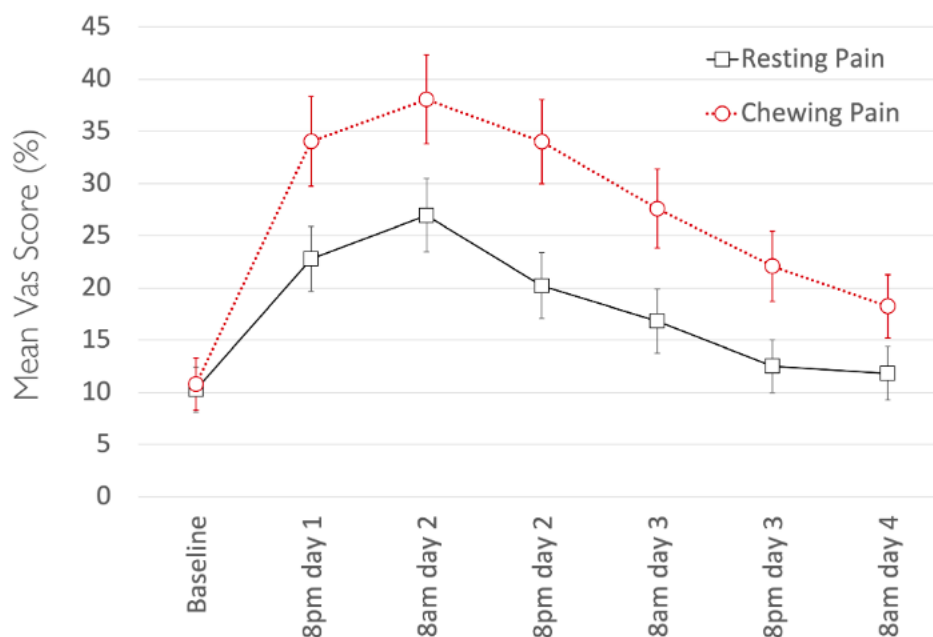


Figura 2- Time-course profile das classificações da EVA para dor em repouso e dor mastigatória ao longo das 72 horas. As barras de erro representam desvios padrão. Retirado de Lin et al. (Lin et al., 2021).

A percepção da dor é também influenciada por fatores como idade, sexo, tolerância à dor, intensidade da força, estado emocional, tipo de má oclusão e aparelho ortodôntico utilizado. Em diferentes grupos etários, as crianças tendem a sentir níveis mais baixos de dor do que os adultos, enquanto na mesma faixa etária, as mulheres muitas vezes sentem mais dor do que os homens. (Nahidh &Alsaadi, 2021; Naim et al., 2016).

As vias neurais envolvidas na dor são complexas e também são conhecidas por estarem intimamente ligadas ao estado emocional do paciente, incluindo medo, ansiedade e humor (Ireland et al., 2016).

A ansiedade dentária é um medo comum que afeta cerca de 10-20% da população. Tem sido associada ao aumento da percepção da dor durante procedimentos ortodônticos, cuidados dentários de rotina, injeções e tratamentos dentários gerais (Naim et al., 2016).

A ansiedade tem um impacto significativo nas experiências de dor, destacando a importância de aliviar a ansiedade dos pacientes através de aconselhamento adequado e esclarecimento de procedimentos (Naim et al., 2016).

Num estudo prospetivo que avalia o efeito combinado da amplificação somatosensorial e do traço de ansiedade na dor ortodôntica, Cioffi et al. (2023) mostraram que indivíduos com um traço de ansiedade elevado relataram dor significativamente maior (mais do dobro) do que indivíduos com um traço de ansiedade baixa quando submetidos ao mesmo estímulo (elásticos separadores ortodônticos por 5 dias)(Cioffi, 2023).

2.1.3 Mecanismos envolvidos na dor ortodôntica e no movimento dentário

As forças exercidas sobre os dentes induzem uma modificação biomecânica dos tecidos periodontais que incluem a gengiva, o osso alveolar, ligamento periodontal e o cemento (Wagner et al., 2017) O tecido que desempenha um papel importante na movimentação dentária ortodôntica é o ligamento periodontal (PDL) (Klein et al., 2020). Em média, este ocupa um espaço com cerca de 0,2 mm de largura (Li et al., 2018). O PDL é uma estrutura densa de tecido conjuntivo fibroso composta por feixes de fibras de colagénio, componentes neuronais e vasculares e células. Embora não seja intensamente vascularizado, o PDL possui vasos e células do sistema sanguíneo. Existem também fibras nervosas não mielinizadas, que são afetadas pela percepção da dor e recetores complexos, associados à pressão e informação proprioceptiva (Levrini et al., 2013). Juntas, estas diferentes células participam da homeostase periodontal. Finalmente, o espaço PDL é preenchido com fluido tecidular designado fluido intersticial que, em última análise, deriva do sistema vascular. Esta câmara, preenchida por líquido, permite que o espaço PDL distribua uniformemente as forças exercidas sobre os dentes, dissipando-as. A sua principal função é apoiar os dentes nos seus alvéolos, permitindo que estes suportem forças mastigatórias consideráveis. Quando o dente é submetido a cargas elevadas, o movimento rápido no espaço do ligamento periodontal (PDL) é dificultado pela presença deste fluido incompressível. Como resultado, a força é transferida para as paredes do processo alveolar, resultando numa ligeira flexão das estruturas de suporte. Inicialmente, apenas uma pequena quantidade de fluido no espaço PDL é expelida sob pressão de tensão durante o primeiro segundo. No entanto, com a pressão contínua sobre o dente, o líquido pode ser expelido, fazendo com que o dente se mova para o espaço do ligamento periodontal e o comprima contra as paredes ósseas circundantes (Levrini et al., 2013) (Tabela 1).

Tabela 1- Resposta fisiológica a uma forte pressão sobre um dente. Adaptado de Proffit et al. (Proffit et al., 2018).

Tempo (segundos)	Evento
>1	Fluido PDL incompressível, osso alveolar deforma-se, é gerado um sinal piezelétrico
1-2	Fluido PDL expresso, o dente move-se dentro do espaço PDL
3-5	Fluido PDL expelido, tecidos comprimidos ; dor imediata se pressão for forte

Uma vez que as forças ortodônticas são aplicadas aos dentes, as respostas ocorrem ao nível do tecido paradental, incluindo tecido periodontal e polpa dentária. Uma cascata de reações inflamatórias atua de forma sequenciada para, em última análise, levar ao movimento dentário e, por sua vez, à dor ortodôntica (Long et al., 2016). Se a força de carga for mantida, a alteração do fluxo sanguíneo altera a pressão de oxigênio e o ambiente químico em poucos minutos, libertando agentes biologicamente ativos, tais como prostaglandinas e citocinas (por exemplo, interleucina (IL)-1 β). Estes mediadores químicos têm efeitos variados nas funções celulares em regiões submetidas a compressão e tensão dentro do ligamento periodontal (PDL), resultando em reabsorção óssea no lado comprimido e formação óssea no lado tensional (Li et al., 2018)

Sob tensão, predomina a deposição óssea alveolar, caracterizada pelo aumento da quantidade e função dos osteoblastos. Quando a permeabilidade vascular periodontal aumenta, um grande número de leucócitos, como neutrófilos, monócitos e linfócitos, são atraídos para o tecido periodontal. Quando ativadas no tecido periodontal, estas células secretam uma variedade de quimiocinas, citocinas e mediadores inflamatórios que aumentam ainda mais a inflamação local e causam uma sensação de dor (Figura 3).

No lado da compressão, mediadores inflamatórios são liberados por células imunes residentes, que por sua vez recrutam células imunes circulantes no organismo. Esta inflamação estéril desempenha um papel crucial na estimulação da osteoclastogênese, resultando no movimento dentário ortodôntico no lado da compressão. Foi estabelecida a identificação das terminações aferentes primárias do ligamento periodontal, associadas a um subgrupo específico de neurônios dos gânglios do trigêmeo (TG) e as vias de dor no cérebro. Os nociceptores do ligamento periodontal transformam a estimulação mecânica causada por forças ortodônticas e

estímulos químicos em inflamação e os sinais nociceptivos durante o tratamento ortodôntico são transmitidos pelo TG (Wang et al., 2024) (Figura 4).

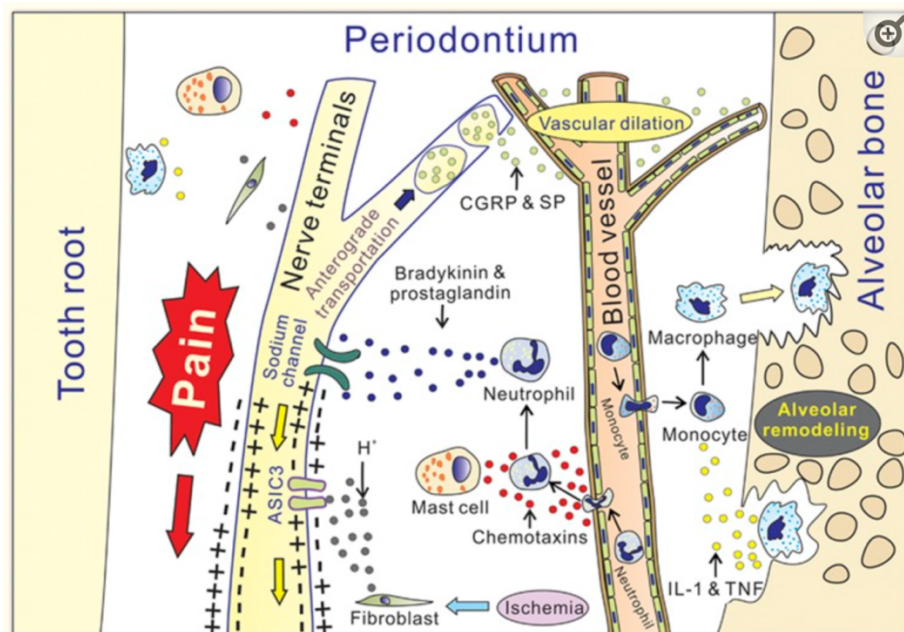


Figura 3 - Os mecanismos subjacentes à dor ortodôntica (Long et al., 2016).

Os estímulos nociceptivos e mecânicos são transduzidos principalmente por terminações nervosas sensoriais livres, como fibras C não mielinizadas ou fibras A δ finamente mielinizadas, e por mecanoreceptores especializados (Cioffi, 2023) (Figura 4).

O sinal ortodôntico de dor, uma vez recebido pelas terminações sensoriais periodontais, atinge o córtex sensorial para a percepção da dor através de neurônios de três tipos: o neurônio trigêmeo ao nível dos gânglios do trigêmeo, o núcleo caudal do trigêmeo ao nível da medula oblonga e o núcleo ventroposterior no tálamo (Long et al., 2016).

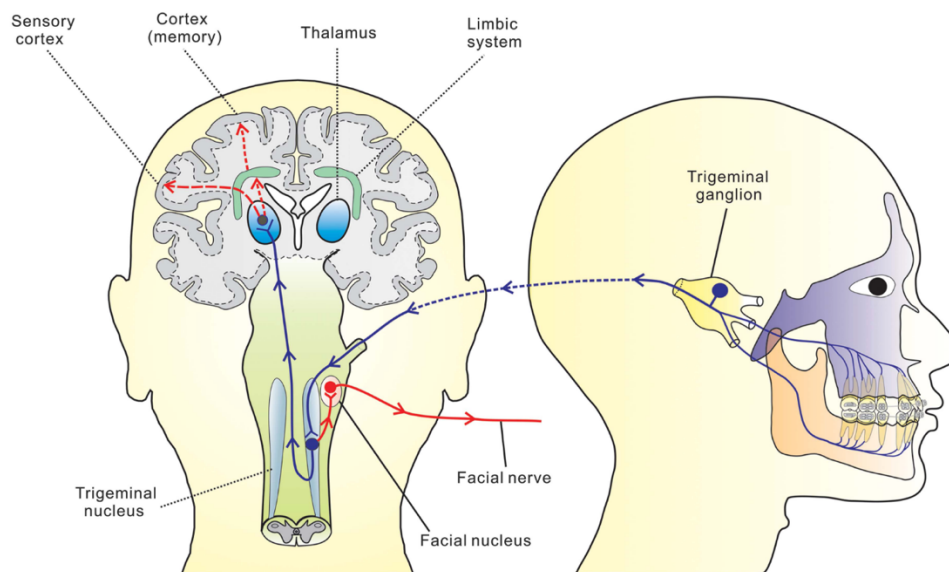


Figura 4 - Vias de transmissão da dor ortodôntica (Long et al., 2016).

Posteriormente, ocorre a remodelação óssea (Nimeri et al., 2013). De facto, a dor ortodôntica e o movimento dentário ortodôntico são dois eventos biológicos inter-relacionados e dependentes, sendo a inflamação local o seu mecanismo comum (Long et al., 2016).

2.2 Abordagens atuais para o tratamento da dor ortodôntica

As abordagens atuais para o tratamento da dor ortodôntica incluem as abordagens farmacológicas e as não farmacológicas. As intervenções farmacológicas são normalmente recomendadas como tratamento de primeira linha, particularmente durante as fases iniciais do tratamento após a colocação dos aparelhos ortodônticos. Intervenções não farmacológicas, como terapia a laser de baixa intensidade, estimulação vibratória, uso de auxiliares mastigatórios, música de ondas cerebrais ou terapia cognitivo-comportamental e comunicação pós-tratamento, podem servir como alternativas viáveis aos produtos farmacêuticos (Aljudaibi & Duane, 2018).

2.2.1 Analgésicos e anti-inflamatórios

Os ortodontistas geralmente prescrevem aos seus pacientes medicação para alívio da dor. Um plano de controlo da dor é essencial, especialmente durante os primeiros dias de tratamento ortodôntico, quando os pacientes experimentam níveis máximos de dor (Kaur e al.,

2019). Tradicionalmente, a abordagem mais eficaz para controlar a dor provocada por forças ortodônticas tem sido a prescrição de anti-inflamatórios não esteroides (AINEs). Devido à natureza inflamatória da dor ortodôntica, os AINEs são amplamente considerados o método preferido para o tratamento da dor em pacientes ortodônticos (Bayani et al., 2016). No entanto, estudos indicam que os AINEs podem limitar o movimento dentário inibindo a síntese das prostaglandinas e podem levar a efeitos secundários sistêmicos, especialmente a nível gastrointestinal (Azeem et al., 2018). Alguns autores afirmam que a inibição das prostaglandinas pode potencialmente retardar o movimento dentário durante o tratamento ortodôntico, levantando preocupações sobre o uso de AINEs para alívio da dor em pacientes ortodônticos e o seu possível impacto na duração do tratamento (Ireland et al., 2016).

As prostaglandinas, particularmente PGE1 e PGE2, desempenham um papel crucial na reabsorção óssea e tem sido sugerido que a supressão da sua função pelos AINEs poderia afetar o processo de movimento dentário ortodôntico (Jabr et al., 2023).

A prostaglandina é reconhecida como um mediador inflamatório que causa sensações dolorosas através da interação com recetores sensoriais e promove o movimento dentário estimulando a remodelação óssea. Está amplamente estabelecido que a síntese das prostaglandinas é controlada pelas enzimas COX (ciclooxigenase) e que os AINEs são conhecidos por inibir a atividade destas enzimas. Portanto, os AINEs podem aliviar a dor ortodôntica, inibindo a produção de prostaglandinas (Long et al., 2016).

O uso pós-operatório de AINEs pode ter eficácia reduzida porque é tomado após o desencadeamento da cascata inflamatória, o que significa que os mediadores inflamatórios já estão acumulados no ligamento periodontal, sensibilizando os nociceptores (Santos & Jr., 2021). Vários estudos têm sugerido que o efeito profilático do ibuprofeno é superior à sua eficácia quando administrado no pós-operatório (Topolski et al., 2018).

No entanto, a literatura indica que o paracetamol é o tratamento de eleição para a dor ortodôntica (Kaur et al., 2019). Segundo Krasny et al. (2013), o paracetamol é o medicamento de preferência para o alívio da dor ortodôntica porque é mais eficaz, comparativamente aos restantes analgésicos, apresentando menos efeitos secundários (Krasny et al., 2013).

O paracetamol é considerado seguro quando tomado nas doses terapêuticas habituais de 325 a 1.000 mg por dose (10 a 15 mg/kg por dose em crianças), administradas a cada 4 a 6 horas, com um limite diário máximo de 3.250 mg. A literatura demonstrou que administrar um analgésico antes de um procedimento permite que o organismo absorva o medicamento antes que o tecido seja danificado, prevenindo a dor (Kaur et al., 2019). O paracetamol é um método alternativo para o tratamento da dor, com propriedades analgésicas e antipiréticas (Jabr et al., 2023). O principal mecanismo de ação do paracetamol é muito semelhante ao dos AINEs. Acredita-se que bloqueia a COX, especificamente visando a COX-2 (ciclooxigenase-2); no entanto, ao contrário dos AINEs, pensa-se que a sua atividade se limita ao sistema nervoso central, em vez de afetar as membranas celulares a nível periférico como os AINEs. Portanto, a inibição das prostaglandinas é mínima, sugerindo que a sua administração não tem impacto na velocidade do movimento dentário. Apesar da sua eficácia como redutor da febre e analgésico, o paracetamol não tem propriedades anti-inflamatórias e é frequentemente combinado com AINEs para alívio da dor (Monk et al., 2017).

As potenciais reações adversas do paracetamol em indivíduos podem incluir distúrbios hepáticos ou renais quando administrado em doses elevadas ou durante um período prolongado (Jabr et al., 2023).

2.2.2 Outros métodos não farmacológicos

2.2.2.1 As vibrações

A estimulação por vibração é aplicada nos dentes dos pacientes através de um aparelho vibratório (Long et al., 2016) (Figura 5).

A aplicação de vibrações adjuvantes tem o potencial de melhorar a vascularização e diminuir a isquemia do ligamento periodontal (PDL) após a colocação do aparelho ortodôntico, através da ativação de fibras nervosas sensoriais de grande diâmetro (Fleming et al., 2018). Apesar das alegações dos fabricantes sobre a capacidade de vários dispositivos vibratórios para reduzir a dor ortodôntica e acelerar o movimento dentário, a literatura que aborda a eficácia destes dispositivos é escassa e os resultados são contraditórios. Além disso, estes dispositivos apresentam um custo acrescido em comparação com métodos alternativos de controlo da dor (Celebi, 2022).



Figura 5 - Aplicação de vibrações mecânicas (Long et al., 2016).

2.2.2.2 Terapia a laser de baixa intensidade (LLLT)

LLLT, ou terapia a laser de baixo nível, refere-se a uma forma de tratamento a laser em que a energia emitida pelo laser não provoca um aumento da temperatura corporal. Esta terapia demonstrou propriedades anti-inflamatórias que podem levar ao alívio da dor. Embora o mecanismo preciso pelo qual os lasers de baixa potência aliviam a dor ainda não seja totalmente compreendida, vários autores sugerem que estes lasers provocam a melhoria do fluxo sanguíneo local, inibição da produção de agentes inflamatórios, estimulação da respiração das células nervosas e estabilização dos potenciais de membrana (Bayani et al., 2016). A LLLT tem sido considerada uma opção viável para o tratamento da dor ortodôntica devido à sua facilidade de aplicação, por não invasiva e apresentar contraindicações ou efeitos colaterais mínimos (Deana et al., 2017).

2.2.2.3 Crioterapia

A crioterapia envolve a aplicação de temperaturas frias para fins terapêuticos, o que também influencia a transmissão de sinais de dor pelos tecidos (Fleming et al., 2018). Ao induzir vasoconstrição, a terapia fria diminui a permeabilidade e o edema dos tecidos. Como resultado, este processo leva a uma diminuição da circulação sanguínea e da atividade celular,

o que reduz a formação de radicais livres e substâncias inflamatórias. Além disso, a velocidade da condução nervosa diminui e o organismo liberta as suas próprias endorfinas que aliviam a dor (Fleming et al., 2018).

2.2.2.4 Terapia cognitivo-comportamental

A terapia cognitivo-comportamental é reconhecida pela sua capacidade de melhorar os problemas de ansiedade através da dessensibilização regular. Os objetivos da terapia cognitivo-comportamental (TCC) são incutir nos pacientes a crença de que estes podem efetivamente gerir os seus problemas e enfrentar novos desafios após o tratamento. Estudos indicam que a TCC melhora os mecanismos da dor, diminui a perceção da sua intensidade e alivia problemas psicossomáticos relacionados a problemas dentários (Feizi et al., 2023).

2.2.2.5 A musicoterapia

A música é utilizada em clínicas por profissionais de saúde como um método para melhorar o bem-estar geral dos pacientes. Esta abordagem fornece uma alternativa para aliviar a ansiedade e criar uma atmosfera serena e agradável para os pacientes, diminuindo assim os níveis de cortisol. O uso da música para reduzir a ansiedade em várias áreas da saúde baseia-se no seu impacto fisiológico na redução da pressão arterial sistólica e diastólica. Além disso, a música também influencia as respostas emocionais, elevando os níveis de serotonina e estimulando regiões específicas do cérebro associadas à recompensa, influenciando assim a atividade cerebral em resposta a estímulos dolorosos (Fleming et al., 2018).

2.2.2.6 O chá verde

O chá verde tem sido sugerido como um método para aliviar a dor ortodôntica devido às suas propriedades anti-inflamatórias e analgésicas. O chá verde também é conhecido pelas suas propriedades antidiabéticas, antimutagênicas, antivirais e antibacterianas. Estudos anteriores indicam que o chá verde pode potencialmente aliviar a doença periodontal, a cárie dentária e a suscetibilidade a doenças cardiovasculares e neurodegenerativas. A sua capacidade de limitar as atividades da COX-2, enzima responsável pela produção de prostaglandinas, explica o efeito anti-inflamatório do chá verde (Elvina et al., 2018).

2.2.2.7 A pastilha elástica

Entre todos os métodos não farmacológicos, existe também a pastilha elástica. Este método consiste numa alternativa não invasiva, de baixo custo e conveniente de aliviar a dor ortodôntica. No entanto, alguns ortodontistas discordam desta visão e acreditam que a pastilha elástica aumenta a taxa de perda de brackets durante o tratamento ortodôntico (Elvina et al., 2018).

2.3 Propriedades da pastilha elástica e efeitos na dor ortodôntica

2.3.1 Propriedades físicas da pastilha elástica

As vantagens da utilização de pastilhas elásticas residem na sua natureza não farmacológica, que atenua os potenciais efeitos secundários sistêmicos associados aos analgésicos convencionais. Além disso, a pastilha elástica não inibe a fisiologia dos movimentos ortodônticos, estimula a produção de saliva, pode ser facilmente utilizada e é indicada para pacientes com contraindicações aos analgésicos tradicionais (Jabr et al., 2023).

Além disso, a dor provocada pelo tratamento ortodôntico pode prejudicar a capacidade do paciente de controlar eficazmente a placa bacteriana, o que afeta negativamente a higiene oral (Eslamian et al., 2014). O uso de aparelhos fixos pode levar ao aumento da acumulação de placa bacteriana nos dentes, o que contribui para a retenção da placa bacteriana, comprometendo a higiene oral (Wagner et al., 2017). Vários estudos demonstraram que os aparelhos podem criar áreas de retenção onde a placa bacteriana se acumula, dificultando a manutenção de boas práticas de higiene oral. Portanto, há um aumento na frequência de descalcificação em pacientes com aparelho ortodôntico fixo (Massoud et al., 2015). Pacientes com aparelhos fixos apresentam uma redução na placa bacteriana e uma diminuição dos níveis de streptococcus mutans na saliva após mastigar pastilha elástica sem açúcar contendo xilitol (Wagner et al., 2017).

Num ambiente clínico, pode ser difícil distinguir entre ansiedade e dor. A ansiedade tem o potencial de diminuir o limiar de dor, fazendo com que estímulos geralmente "indolores"

pareçam dolorosos. Os estímulos dentários também podem causar ansiedade. Diferentes fatores individuais associados ao stress e à ansiedade desempenham um papel na determinação do nível de desconforto experimentado pelos aparelhos (Aiyar et al., 2022). A pastilha elástica é um método simples, mas eficaz, para aliviar o stress e melhorar o relaxamento. Além disso, a pastilha elástica ajuda a melhorar a digestão, estimulando a produção de saliva, que por sua vez promove processos de deglutição e digestão (Guo et al., 2023). A pastilha elástica também pode ser usada como um transportador de medicamentos ou moléculas ativas para melhorar a sua eficácia (Eslamian et al., 2014).

Por exemplo, as pastilhas elásticas que contêm metafosfato de sódio podem remover eficazmente as manchas de café (Makino et al., 2019), enquanto as pastilhas elásticas que contêm cloreto de potássio podem proporcionar um alívio duradouro da hipersensibilidade dentária, e as pastilhas elásticas que contêm analgésicos podem aumentar os efeitos de alívio da dor (Guo et al., 2023).

2.3.2 Mecanismos de ação da pastilha elástica na dor ortodôntica

Tem sido sugerido que a mastigação da pastilha elástica ativa os mecanorreceptores responsáveis pela transmissão de sinais táteis, que por sua vez inibem a transmissão de sinais de dor (Nahidh & Alsaadi, 2021). A pastilha elástica relaxa as fibras que envolvem firmemente os nervos e os vasos sanguíneos. Este relaxamento das fibras do ligamento periodontal restaura a circulação vascular e linfática normal, prevenindo assim a acumulação de metabolitos indutores de dor (Azeem et al., 2018) ; Santos & Jr., 2021). Num estudo, Konno et al. (2016) demonstraram que as pastilhas elásticas podem reduzir as reações relacionadas com o stress, influenciando indiretamente a percepção da dor e a necessidade de alívio da mesma, aliviando também a ansiedade (Konno et al., 2016).

Os pacientes mastigam principalmente pastilhas elásticas utilizando os seus molares, o que pode aliviar a dor de forma mais eficaz nos dentes posteriores comparativamente aos dentes anteriores (Delavarian et al., 2020). A pastilha elástica durante 20 minutos ativa a região ventral do córtex pré-frontal e aumenta a atividade dos neurónios 5-HT no núcleo da rafe dorsal, resultando na supressão das respostas nociceptivas (Delavarian et al., 2020).

A mastigação foi comparada à atividade física em termos de efeitos positivos. Embora mastigar não seja sinônimo de exercício intensivo, esta atividade tem semelhanças com o exercício físico, aumentando a frequência cardíaca e o fluxo sanguíneo cerebral (Weijenberg e Lobbezoo, 2015).

A mastigação desempenha um papel crucial na regulação dos neurônios 5-HT (serotonérgicos). A serotonina, também conhecida como 5-hidroxitriptamina (5-HT), é um neurotransmissor versátil que inerva as regiões corticais e límbicas responsáveis pela cognição e controle emocional (Stiedl et al., 2015). A 5-HT pode facilitar ou inibir a percepção da dor em várias vias neurais, incluindo vias facilitadoras/inibitórias na medula espinhal. Presente tanto em vertebrados como em invertebrados do sistema nervoso central (SNC), a serotonina funciona como neurotransmissor e neuromodulador (Celada et al., 2013). Estudos indicam que a mastigação estimula a produção de serotonina no cérebro, particularmente nos núcleos da rafe, que são centros-chave dos neurônios 5-HT. Este aumento dos níveis de serotonina ajuda a regular vários processos neurofisiológicos, como a redução do stress e a melhoria do humor, através da modulação da atividade neuronal em regiões como o hipocampo e o córtex sensorio-motor (Azuma et al., 2017).

Além disso, a mastigação desempenha um papel importante em vários aspetos da saúde, incluindo o bem-estar físico, mental e social. Em recém-nascidos, os movimentos orais rítmicos observados durante a amamentação ou o uso de chupeta, bem como a ingestão de substâncias açucaradas como leite materno, glicose ou soluções de sacarose, são reconhecidos como métodos não farmacológicos para alívio da dor (Weijenberg & Lobbezoo, 2015). Estes comportamentos, que remontam à infância, persistem até à idade adulta. Os adultos, em geral, praticam atividades mastigatórias com produtos não nutritivos, como madeira de alcaçuz, canetas, unhas e gomas. As pastilhas elásticas podem servir uma variedade de propósitos, incluindo higienizar os dentes, refrescar o hálito após as refeições ou fumar, aliviar o stress, melhorar a concentração ou controlar a fome, sugerindo que a motivação para mastigar provém de uma variedade de fatores (Miquel et al., 2019). A mastigação está ligada ao aumento do fluxo sanguíneo para o cérebro, aliviando o stress, o que pode reduzir o risco de comprometimento cognitivo (Azuma et al., 2017). Estudos têm demonstrado uma correlação entre a força necessária para mastigar pastilhas elásticas e a redução dos níveis de cortisol salivar, um biomarcador do stress, na sequência de uma tarefa indutora de stress. Um estudo longitudinal examinou o impacto da mastigação regular de pastilhas elásticas por 14 dias em

adultos jovens, revelando níveis reduzidos de ansiedade, depressão, fadiga e confusão em comparação com um grupo controle após o período de duas semanas (Weijenberg & Lobbezoo, 2015).

Os mecanismos neurais subjacentes aos efeitos de redução do stress das pastilhas elásticas envolvem o córtex pré-frontal, que afeta então o eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HPA) e a atividade do sistema nervoso autónomo. O aumento da atividade no córtex pré-frontal ventral resulta no aumento da atividade dos neurónios serotoninérgicos da rafe dorsal e na redução do reflexo de flexão nociceptiva. Recentemente, foi relatado que mastigar reduz o cortisol salivar após estresse psicológico agudo. Além disso, as pastilhas elásticas tiveram efeitos consistentemente positivos sobre o humor em casos de stress agudo. No geral, parece que a pastilha elástica reduz o processamento sensorial de estressores externos e inibe a retenção de informações relacionadas ao stress no cérebro. Este efeito está relacionado com o aumento da atividade cerebral resultante da oxigenação do cérebro (Yaman-Sözbir et al., 2019).

Existe ainda o fenómeno da distração. A distração é uma forma eficaz de reduzir a dor, pois o cérebro tende a concentrar-se numa atividade de cada vez (Guo et al., 2023). Enquanto a dor atrai naturalmente a atenção, o envolvimento numa tarefa diferente pode distrair a atenção e mascarar a sensação de dor. A eficácia de uma tarefa na redução da dor parece estar intimamente relacionada com o seu nível de exigência cognitiva: tarefas que exigem maior esforço mental são suscetíveis de resultar numa maior redução da dor em comparação com tarefas menos exigentes. Uma vez que a dor é sempre vivenciada no contexto de outras atividades em curso, pode-se argumentar que a percepção consciente da dor depende da sua importância em relação a outros objetivos. Essencialmente, quando a motivação para lidar com a dor é menor do que a de uma tarefa alternativa, a dor será suprimida para permitir que ações mais cruciais sejam realizadas (Vogel et al., 2022).

A pastilha elástica pode desviar a atenção dos pacientes para a mastigação e reduzir a resposta neural ao estímulo prejudicial (Guo et al., 2023).

Uma das teorias mais antigas e influentes sobre a modulação da dor é a "teoria do controle de portas", que se originou em 1965 (Figura 6, 7 e 8). Esta teoria sugere que a transmissão de sinais de dor pode ser interrompida no ponto de conexão sináptica inicial. Isto pode ser pensado como se existisse uma “porta” nesta sinapse e quando essa porta é fechada,

os aferentes nociceptivos são incapazes de transmitir os seus sinais aos interneurónios. Além disso, esta porta pode ser fechada ativando neurónios aferentes não nociceptivos da superfície do organismo, perto da área lesionada, ou pela regulação de cima para baixo das regiões superiores do cérebro (Southerland et al., 2021) (Figura 6, 7 e 8).

Desta forma, a pastilha elástica pode potencialmente interferir, ou pelo menos diminuir, o estímulo nociceptivo resultante dos tratamentos ortodônticos (Heitler, 2023) (Figura 8).

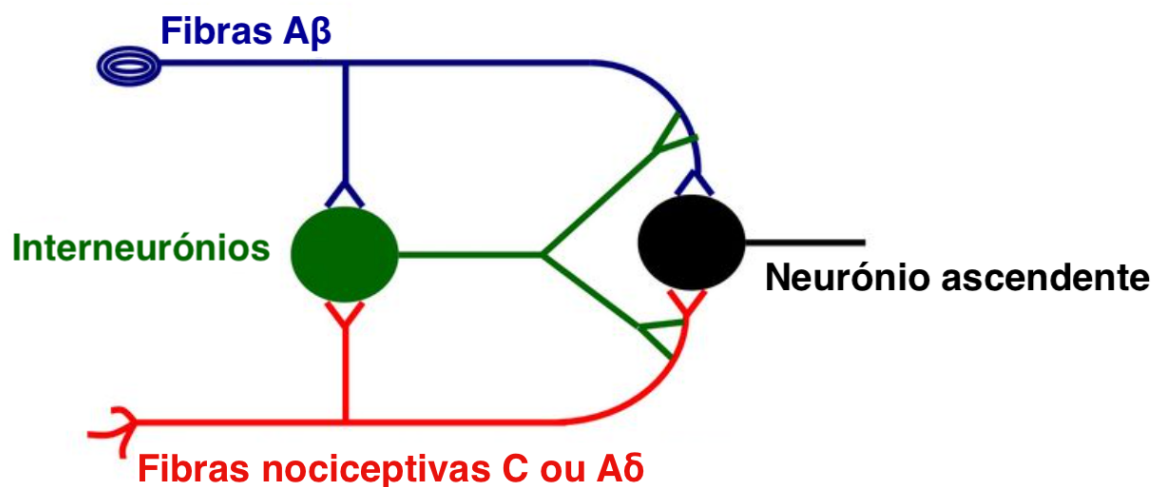


Figura 6 - Diagrama de transmissão de estímulos mecânicos e nociceptivos. Adaptado de Southerland et al.(Southerland et al., 2021).

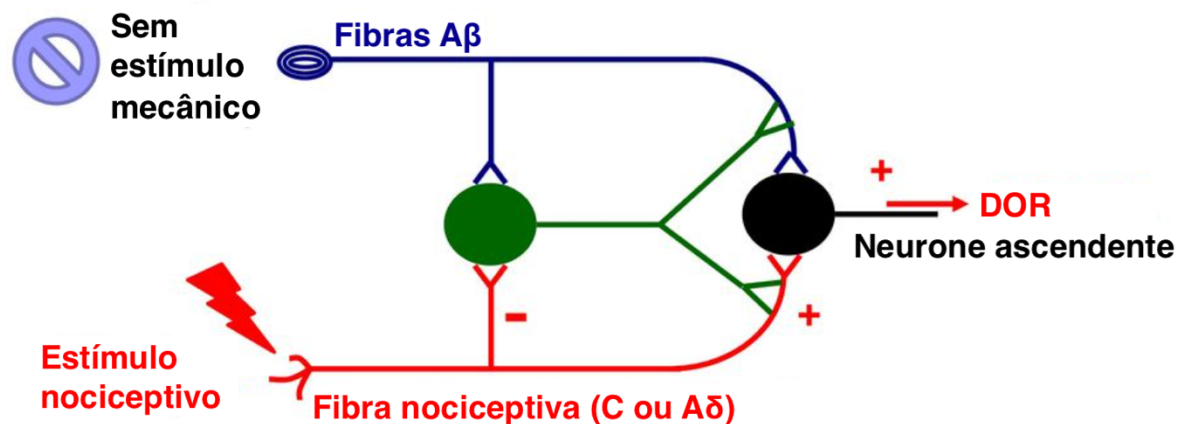


Figura 7 - Diagrama de transmissão de um estímulo nociceptivo na ausência de um estímulo mecânico . Adaptado de Southerland et al. (Southerland et al., 2021).

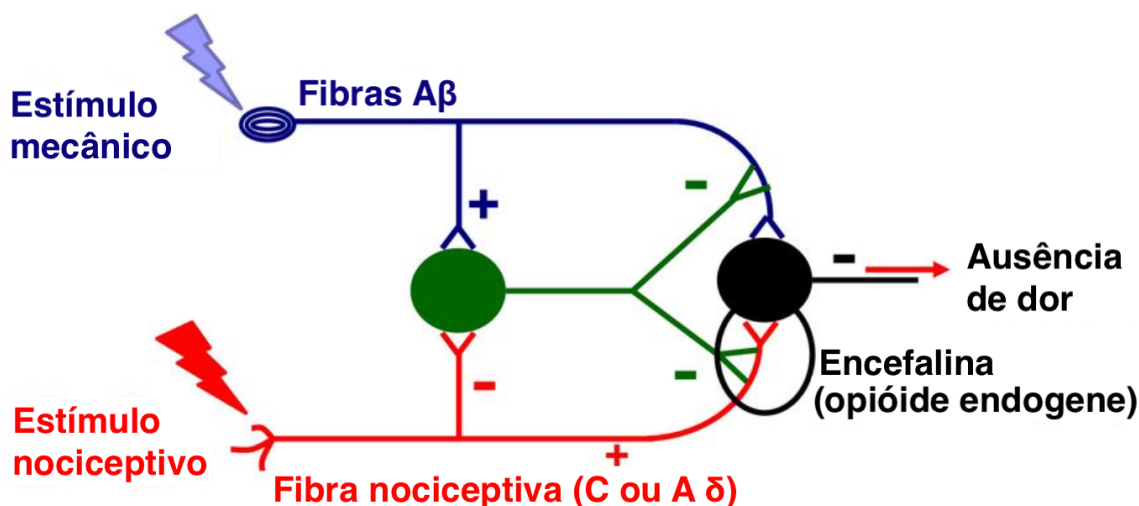


Figura 8 - Diagrama da transmissão de um estímulo nociceptivo em simultâneo com um estímulo mecânico.
Adaptado de Southerland et al. (Southerland et al., 2021).

O envolvimento das encefalinas no controle intrínseco da dor é ressaltado pelo aumento da sensibilidade a estímulos nocivos como resultado da supressão da produção de encefalina. Estes peptídeos funcionam como neurotransmissores e neuromoduladores em todo o sistema nervoso e em vários órgãos-alvo (Southerland et al., 2021).

2.3.3 Tipos de pastilhas elásticas

De acordo com a Associação Internacional de Pastilhas Elásticas (ICGA), as pastilhas elásticas tornaram-se um dos tipos de doces mais populares do mundo (Keukenmeester et al., 2014). A pastilha elástica é caracterizada pela sua composição elástica e consiste em vários componentes, incluindo açúcar, polióis, base de goma, aromatizantes, acidulantes, corantes, adoçantes e vários aditivos (Konar et al., 2016).

As pastilhas elásticas dividem-se em quatro grupos principais: pastilhas à base de açúcar, pastilhas sem açúcar, pastilhas revestidas e pastilhas terapêuticas. As pastilhas elásticas açucaradas normalmente contêm cerca de 80% de açúcar e xarope de glicose misturado com uma base de goma. O principal contraste entre as pastilhas elásticas açucaradas e as pastilhas elásticas sem açúcar é a substituição do açúcar e do xarope de glicose por diferentes álcoois de açúcar e adoçantes de alta intensidade. Os produtos sem açúcar são muito populares, e o açúcar é substituído por polióis e adoçantes de alta intensidade durante a sua produção. As pastilhas revestidas utilizam um revestimento para melhorar a estética do produto, regular o teor de água e prolongar a sua vida útil (Konar et al., 2016).

As pastilhas terapêuticas contêm substâncias farmacêuticas ou nutracêuticas que são gradualmente libertadas durante a mastigação, constituindo assim sistemas eficazes de libertação de fármacos. Quando os indivíduos mastigam estes produtos, os compostos bioativos são libertados da matriz das pastilhas elásticas para a saliva. Após a libertação, estes compostos podem chegar ao estômago através de mecanismos de absorção ou deglutição. Outra vantagem das pastilhas elásticas para a administração de compostos bioativos é que geralmente não são ingeridas e são produtos com baixas calorias. Esta característica tem atraído a atenção no contexto da luta contra a obesidade, uma vez que os produtos que contêm compostos funcionais com ingestão de energia reduzida estão a tornar-se cada vez mais populares (Konar et al., 2016).

2.3.3.1 Pastilhas elásticas com açúcar

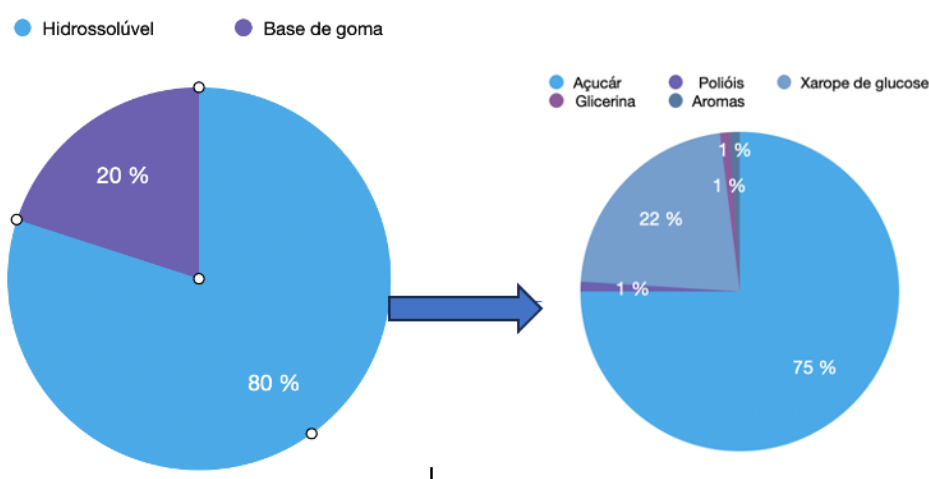


Figura 9 - Formulação quantitativa média de açúcares e componentes de pastilhas elásticas com açúcar.
Adaptado de Konar et al, 2016 (Konar e al., 2016).

A ingestão regular de hidratos de carbono fermentáveis na dieta contribui para uma elevada cariogenicidade, levando a um aumento do risco de desmineralização do esmalte. Este ambiente ácido na placa bacteriana promove o crescimento de bactérias cariogênicas, aumentando o risco de desenvolver cáries. Várias estratégias de prevenção da cárie incluem reduzir a ingestão de açúcar e substituí-lo por adoçantes não fermentáveis, como as pastilhas elásticas com xilitol (Cagetti et al., 2021) (Figura 9).

2.3.3.2 Pastilhas elásticas sem açúcar

A introdução de pastilhas elásticas "sem açúcar" remonta a cerca de sessenta anos. Os produtos sem açúcar têm crescido em popularidade, utilizando polióis e adoçantes de alta intensidade para substituir o açúcar no seu processo de produção (Konar et al., 2016). Estas pastilhas são principalmente adoçadas com xilitol, sorbitol e manitol (Cagetti et al., 2021) (Figura 10).

O xilitol é uma alternativa à sacarose, reconhecida como uma substância eficaz na prevenção da cárie dentária. Tem a capacidade de interferir com o processo de produção de energia de microrganismos cariogénicos, resultando numa redução da produção de ácidos resultante da fermentação bacteriana e da fixação de bactérias à superfície dos dentes. Os benefícios da pastilha elástica com xilitol estão bem documentados, incluindo a sua capacidade de melhorar a produção de saliva, aumentar o pH e remover eficazmente a placa bacteriana (Wu et al., 2022).

O uso de pastilha elástica sem açúcar contendo xilitol em pacientes com aparelho fixo resultou numa diminuição na quantidade de placa bacteriana e uma diminuição na concentração de *Streptococcus mutans* na saliva em 13% a 33% após apenas 15 minutos de mastigação, como indicado no estudo de Ferney et al. em 2017 (Ferney et al., 2017). Pensa-se também que o xilitol aumenta o tempo de vida útil da pastilha elástica, mantendo o teor de água a um nível ótimo, assegurando que a pastilha mantém as suas propriedades desejáveis de flexibilidade, elasticidade e suavidade, mesmo em ambientes caracterizados por níveis baixos ou elevados de humidade (Aslani & Rostami, 2015).

Programas de prevenção da cárie utilizando xilitol têm sido conduzidos em crianças e adultos, demonstrando a capacidade dos polióis de reduzir os fatores de risco de cárie e a ocorrência da mesma (Cagetti et al., 2021). A incorporação de componentes antimicrobianos como o flúor ou a clorexidina ajudam a reduzir o risco de cárie individual, gerindo a formação da placa bacteriana ou formando um ambiente propício à remineralização das superfícies dentárias (Ferney et al., 2017). No entanto, polióis fermentáveis como sorbitol, maltitol e xilitol podem induzir alterações gastrointestinais (Cagetti et al., 2021).

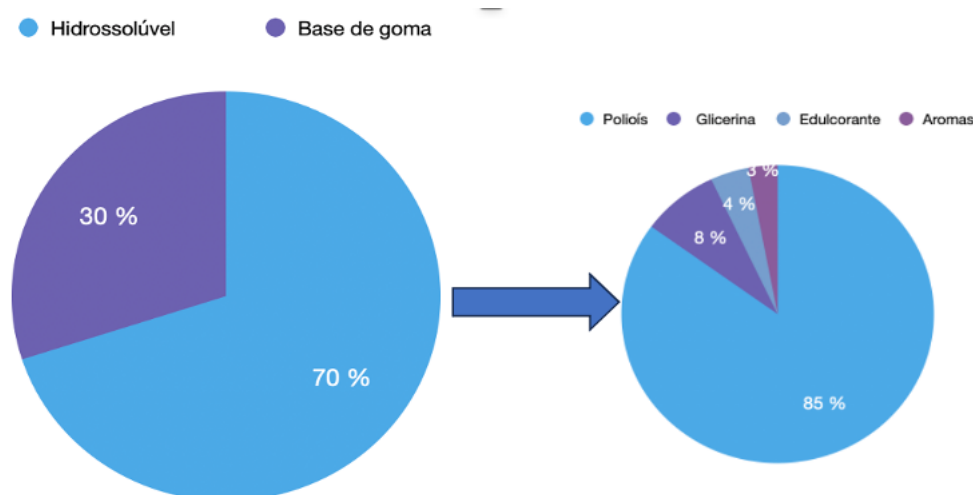


Figura 10- Formulação quantitativa média dos componentes de uma pastilha elástica sem açúcar. Adaptado de Konar et al. (Konar et al., 2016).

2.3.3.3 Pastilhas elásticas com analgésicos

Em 1991, a Farmacopeia Europeia e o Comité dos Medicamentos para Uso Humano (CPS) publicaram diretrizes sobre as formas farmacêuticas, definindo as pastilhas elásticas medicamentosas como "preparações sólidas de dose única cuja base é constituída principalmente por goma e que se destinam a ser mastigadas mas não engolidas, garantindo uma libertação lenta e constante do medicamento contido" (Khatiwara et al., 2021). Nos últimos anos, a pastilha elástica medicamentosa está a tornar-se cada vez mais reconhecida como um método de administração de medicamentos. Estas pastilhas são formas farmacêuticas sólidas ou semissólidas que incluem compostos farmacêuticos ativos (APIs) e excipientes, solúveis ou insolúveis em água, combinados com uma base de goma insolúvel em água. O objetivo destas pastilhas medicamentosas é mastigar o fármaco por um período de tempo específico, após o qual a goma insolúvel em água é eliminada (Verma & Pundir, 2014).

Nos últimos anos, novos anti-inflamatórios não esteroides (AINEs), como o cetoprofeno, foram introduzidos como alternativas aos analgésicos tópicos. A eficácia do cetoprofeno na pastilha elástica no alívio da dor ligeira a moderada foi validada. É rapidamente absorvido pelo trato gastrointestinal, possui um tempo de semi-vida curto e a sua excreção rápida resultam numa toxicidade mínima (Eslamian et al., 2014).

Há igualmente pastilhas elásticas com benzocaína, um analgésico tópico à base de éster que é aplicado exclusivamente por via tópica. Tem baixa potência e baixa toxicidade sistêmica, com

menor eficácia em comparação com a lidocaína. Supera os AINEs devido à sua falta de impacto negativo no movimento dentário ortodôntico, falta de interações medicamentosas e efeitos sistêmicos mínimos, uma vez que a sua eficácia é limitada ao local da dor (Eslamian et al., 2014).

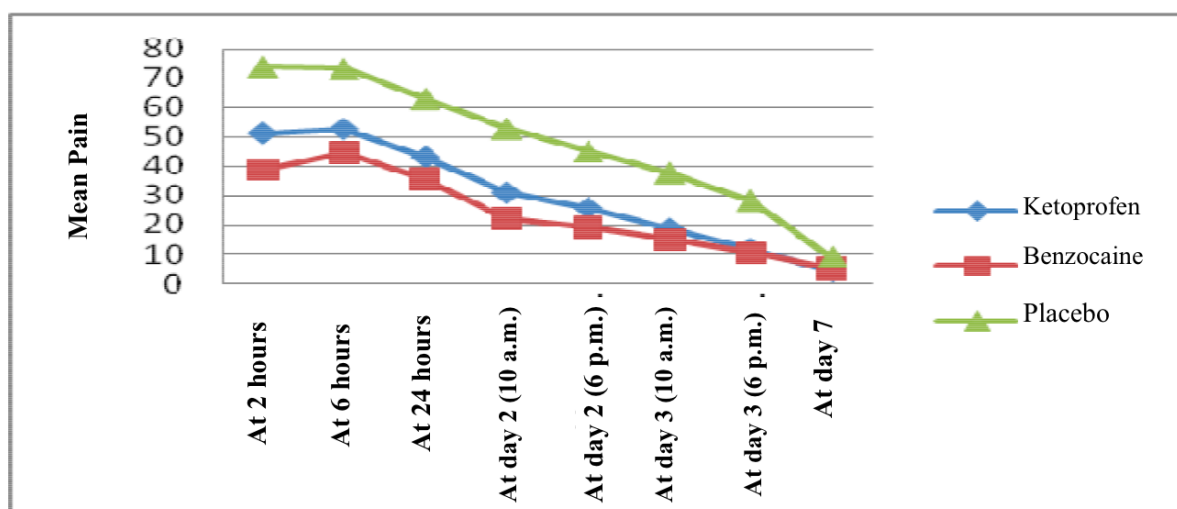


Figura 11- A pontuação média da dor em diferentes momentos nos três grupos (Eslamian et al., 2014).

Tabela 2 - A classificação média de dor em grupos e em oito momentos (Eslamian et al., 2014).

Time \ Group	At 2 hours	At 6 hours	At 24 hours	At day 2 (10 a.m.)	At day 2 (6 p.m.)	At day 3 (10a.m.)	At day 3 (6 p.m.)	At day 7
Ketoprofen	51.22	52.62	43.04	30.92	25.68	18.60	11.67	4.02
Benzocaine	38.90	44.82	35.68	22.26	19.43	15.03	10.60	5.24
Placebo	73.93	73.30	63.10	52.89	45.09	37.68	28.27	8.87
Total	54.68	56.91	47.27	35.35	30.06	23.77	16.84	6.04

A Tabela 2 foi retirada de um estudo de Eslamian et al. (2014) em que foi avaliada a classificação de dor em diferentes grupos. O questionário EVA teve uma escala de 0 a 100 da seguinte forma: 0: Sem dor; 50: Dor moderada; 100: Dor intensa. Como placebo foi utilizada uma pastilha elástica clássica (Figura 11 e Tabela 2).

Os resultados da investigação revelaram que a classificação média da dor no grupo de benzocaína foi menor em comparação com os outros dois grupos (Figura 11). No entanto, somente o contraste entre a benzocaína e o cetoprofeno no período inicial de duas horas apresentou resultados estatisticamente significativos. Tanto o cetoprofeno quanto a benzocaína foram notavelmente superiores ao grupo de controle em todos os intervalos de tempo (Eslamian et al., 2014).

Pastilhas elásticas farmacológicas ganharam popularidade em todo o mundo devido à ampla aceitação dos sistemas de administração de medicamentos orais, fornecendo aos usuários um método conveniente de administração. Além do seu sabor e textura agradáveis, as pastilhas elásticas têm benefícios comprovados para a saúde, nutrição e função cognitiva (Aslani & Rostami, 2015).

2.3.4 Frequência de mastigação da pastilha elástica

De acordo com os vários autores, recomenda-se mastigar pastilhas elásticas durante cerca de 5 a 10 minutos 2 a 3 vezes por dia, a fim de tentar replicar o hábito de consumo de um analgésico farmacológico, relativamente à ingestão diária (Al Shayea, 2020; Alqareer et al., 2019; Alshammari & Huggare, 2019; Azeem et al., 2018; Celebi et al., 2021; Delavarian et al., 2020; Elvina et al., 2018; Nadeem et al., 2016; Santos & Capelli, 2021).

A mastigação excessiva de pastilhas elásticas (mais de 3 horas por dia) pode ter consequências nocivas tanto para os músculos mastigatórios como para a articulação temporomandibular (Tabrizi et al., 2014).

A mastigação prolongada de pastilhas elásticas leva a uma diminuição no consumo de alimentos, seja numa refeição subsequente ou durante a mesma refeição. Especificamente, a mastigação de pastilha elástica resulta numa redução do consumo de alimentos entre refeições quando realizada a cada hora, pelo menos três vezes, entre refeições principais. Por outro lado, se a pastilha elástica foi mastigada apenas uma vez, não demonstra ter influência na ingestão de alimentos. Em geral, as pastilhas elásticas resultam, quando utilizadas repetidamente, numa diminuição do consumo alimentar global (Miquel-Kergoat et al., 2015). As pastilhas elásticas podem, portanto, ser uma ferramenta útil para a perda de peso (Swoboda & Temple, 2013).

2.3.5 Limitações da utilização de pastilhas elásticas

2.3.5.1 Stress na articulação temporo-mandibular

A mastigação de pastilha elástica por períodos prolongados possui, no entanto, algumas desvantagens, sendo um hábito parafuncional que promove atividades neuromusculares não funcionais do sistema estomatognático, produzindo hiperatividade de determinados grupos musculares e levando a lesões por esforços repetitivos nas superfícies articulares que podem contribuir para o desenvolvimento de distúrbios na articulação temporo-mandibular (Oliveira et al., 2016).

O termo "disfunção temporo-mandibular" é um termo geral utilizado para caracterizar vários distúrbios relacionados, envolvendo as articulações temporomandibulares e a oclusão, exibindo sintomas comuns como dor, restrição de movimento, sensibilidade muscular e ruídos articulares esporádicos (Tabrizi et al., 2014). A disfunção temporomandibular (DTM) é uma condição geral que pode afetar a articulação temporomandibular (ATM), os músculos mastigatórios e as estruturas adjacentes. (Ferreira et al., 2018) Estas perturbações afetam 12% da população total (Tabrizi et al., 2014). A mastigação regular de pastilha elástica é considerada um potencial gatilho para dor articular mastigatória, e a mastigação intensa prolongada de pastilha elástica ao longo do dia pode ter efeitos adversos tanto nos músculos mastigatórios quanto na articulação temporomandibular (Tabrizi et al., 2014). O processo mastigatório envolve movimentos da mandíbula relacionados ao masséter e aos músculos pterigóideos temporal, medial e lateral. Variações no padrão, frequência e extensão da mastigação podem indicar disfunção (Ferreira et al., 2018)

2.3.5.2 Relação entre mastigação excessiva e cefaleias nas crianças

Cefaleias tensionais são comuns em crianças e adolescentes, e vários gatilhos são conhecidos por provocar episódios de cefaleia e impactar cada indivíduo de forma diferente. Os gatilhos comuns em jovens compreendem o stress, a fadiga, a limitação de sono, a temperatura ambiente elevada, tempo excessivo de ecrãs, ruído, luz solar, tabagismo, refeições irregulares e períodos menstruais. Com base nas observações clínicas do autor principal (Watemberg), propõe-se que o consumo diário excessivo de pastilhas elásticas, especialmente em adolescentes, pode ser um gatilho para a cefaleia significativo, mas muitas vezes negligenciado (Watemberg et al., 2014).

No entanto, como salienta Watemberg (2014), estas dores de cabeça devem-se à presença de aspartame nalgumas pastilhas elásticas, que é um adoçante sintético, dipeptídico e intenso que atua como açúcar (Watemberg et al., 2014).

2.3.5.3 Risco de perda de brackets

Vários autores defendem que a pastilha elástica não alivia a dor ortodôntica e aumenta o risco de descimentação de brackets, o que compromete a sua utilização clínica e a sua indicação para o alívio da dor. A descimentação de brackets é considerado um fenómeno que influencia a satisfação do paciente, pois existe uma preocupação relacionada à extensão da duração do tratamento. Vários estudos (Al Shayea, 2020; Alshammari e Huggare, 2019; Ireland et al., 2016) investigaram sobre o impacto da pastilha elástica nas taxas de descimentação do aparelho ortodôntico e concluíram que não houve um aumento significativo na taxas de perda de brackets em comparação com os grupos de controlo, que não utilizam pastilha elástica para alívio da dor ortodôntica. Além disso, verificou-se que a pastilha elástica pode ter benefícios para a saúde oral e prevenção da cárie dentária (Guo et al., 2023).

2.3.6 Comparação dos efeitos da pastilha elástica com os outros métodos de gestão da dor

A eficácia da pastilha elástica como método de gestão da dor tem sido avaliada por diversos autores que a comparam com outros métodos terapêuticos ou alternativos (Mando et al., 2023).

A comparação entre a pastilha elástica e os analgésicos farmacológicos não demonstram resultados unânimes na literatura. Elvina et al. (2018) compararam a pastilha elástica com o paracetamol e o chá verde em 40 pacientes após a colocação de aparelhos ortodônticos fixos. Os resultados demonstraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre a pastilha elástica e o paracetamol na redução da dor (Elvina et al., 2018). Por outro lado, Da Silva Santos e Capelli (2021) realizaram um estudo com 106 pacientes, comparando a pastilha elástica com ibuprofeno e paracetamol. Os pacientes que utilizaram pastilha elástica sentiram menos dor durante a mastigação e em repouso comparados com os grupos que usaram ibuprofeno e paracetamol (Santos & Capelli, 2021).

Alshammari e Huggare (2019), no seu estudo, também investigaram a eficácia da pastilha elástica comparada ao paracetamol num estudo com 60 pacientes. Os resultados mostraram que ambos os métodos foram igualmente eficazes na redução da dor ortodôntica (Alshammari & Huggare, 2019). Noutro estudo com 120 pacientes, Azeem et al. (2018) compararam a pastilha elástica com o ibuprofeno e concluíram que a pastilha elástica pode ser indicada como uma alternativa não farmacológica ao ibuprofeno para o controlo da dor ortodôntica (Azeem et al., 2018).

Relativamente aos métodos alternativos, Celebi et al. (2022) comparou a pastilha elástica com a vibração mecânica em 57 pacientes, concluindo que a vibração não foi clinicamente significativa no alívio da dor comparado com a pastilha elástica (Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Tokat Gaziosmanpasa University, Tokat, Turkey & Celebi, 2022). Celebi et al. (2021) avaliaram 63 pacientes utilizando pastilha elástica e laser, e não encontraram diferenças estatisticamente significativas na dor entre os grupos (Celebi et al., 2021). Delavarian et al. (2020) realizaram um estudo com 66 pacientes comparando a pastilha elástica com placebo e ibuprofeno. Os resultados mostraram que a pastilha elástica pode ser utilizada como alternativa ao ibuprofeno (Delavarian et al., 2020).

Alqareer et al. (2019) compararam a pastilha elástica com placebo, em 75 pacientes, concluindo que a pastilha elástica não reduziu significativamente a dor ortodôntica em comparação ao placebo (Alqareer et al., 2019). No estudo de Ireland et al. (2016), que incluiu 1000 pacientes, a pastilha elástica foi comparada ao ibuprofeno. Os resultados indicaram que a pastilha elástica reduziu a necessidade de ibuprofeno sem efeitos negativos significativos sobre os brackets (Ireland et al., 2016). Nadeem et al. (2016), num estudo com 60 pacientes, relataram que a mastigação de pastilha elástica reduziu significativamente a dor ortodôntica (Nadeem et al., 2016).

A pastilha elástica demonstra ser eficaz no alívio da dor ortodôntica através de uma variedade de mecanismos, fornecendo uma alternativa aos métodos farmacológicos tradicionais como o ibuprofeno ou o paracetamol ou mesmo a outros métodos alternativos. Por outro lado, oferece uma opção não invasiva e sem efeitos secundários sistêmicos significativos, tornando-se uma opção vantajosa para pacientes que procuram um método de alívio da dor ortodôntica (Delavarian et al., 2020; Mando et al., 2023; Santos & Capelli, 2021)

3 CONCLUSÕES

A mastigação de pastilha elástica durante o tratamento ortodôntico pode diminuir significativamente o desconforto associado aos aparelhos ortodônticos, especialmente durante o período após as ativações dos mesmos.

Os potenciais mecanismos que podem explicar esta redução da dor incluem a distração cognitiva, a estimulação dos mecanorreceptores orais, o aumento da produção de saliva e a liberação de endorfinas. A pastilha elástica, funciona também como modulador das funções sensoriais e hormonais, contribuindo assim para uma diminuição da percepção da dor por parte dos pacientes.

De forma geral, o uso de pastilha elástica demonstra uma tendência positiva como método não farmacológico para alívio da dor ortodôntica, levando à redução dos níveis de dor relatados pelos pacientes e ao favorável decorrer do tratamento ortodôntico.

A incorporação de pastilhas elásticas no tratamento da dor ortodôntica possui benefícios notáveis e merece ser reconhecida como uma alternativa eficaz e viável às abordagens terapêuticas convencionais.

4 BIBLIOGRAFIA

Aiyar, A., Shimada, A., & Svensson, P. (2022). Assessment of masticatory efficiency based on glucose concentration in orthodontic patients : A methodological study. *Journal of Oral Rehabilitation*, 49(10), 954-960. <https://doi.org/10.1111/joor.13359>

Al Shayea, E. I. (2020). Comparative Assessment between Ibuprofen, Chewing Gum, and Bite Wafers in Pain Control Following First Arch Wire Placement in Orthodontic Patients. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 21(4), 416-420. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-2804>

Aljudaibi, S., & Duane, B. (2018). Keuk. *Evidence-Based Dentistry*, 19(2), 48-49. <https://doi.org/10.1038/sj.ebd.6401305>

Alqareer, A., Alyahya, A., Al-Anezi, S., AlAwadhi, A., Al Qabandi, S., & Alyaseen, M. (2019). Efficacy of Chewing Gum to Reduce Orthodontic Pain Compared to Placebo : A Blinded, Parallel-Group, Preliminary Clinical Trial. *Journal of Oral & Facial Pain and Headache*, 33(3), 301-307. <https://doi.org/10.11607/ofph.2192>

Alshammari, A. K., & Huggare, J. (2019). Pain relief after orthodontic archwire installation— a comparison between intervention with paracetamol and chewing gum : A randomized controlled trial. *European Journal of Orthodontics*, 41(5), 478-485. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjy081>

Aslani, A., & Rostami, F. (2015). Medicated chewing gum, a novel drug delivery system. *Journal of Research in Medical Sciences : The Official Journal of Isfahan University of Medical Sciences*, 20(4), 403-411.

Åström, M., Thet Lwin, Z. M., Teni, F. S., Burström, K., & Berg, J. (2023). Use of the visual analogue scale for health state valuation : A scoping review. *Quality of Life Research*, 32(10), 2719-2729. <https://doi.org/10.1007/s11136-023-03411-3>

- Azeem, M., Khan, D. I., Jamal, F., Ali, S., Fatima, M., Hayat, M. B., & Shakoor, M. U. (2018). Chewing gum for pain control following orthodontic separator placement. *Journal of the World Federation of Orthodontists*, 7(3), 102-105. <https://doi.org/10.1016/j.ejwf.2018.07.002>
- Azuma, K., Zhou, Q., Niwa, M., & Kubo, K. (2017). Association between Mastication, the Hippocampus, and the HPA Axis: A Comprehensive Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(8), Article 8. <https://doi.org/10.3390/ijms18081687>
- Banerjee, S., Banerjee, R., Shenoy, U., Agarkar, S., & Bhattacharya, S. (2018). Effect of orthodontic pain on quality of life of patients undergoing orthodontic treatment. *Indian Journal of Dental Research*, 29, 4. https://doi.org/10.4103/ijdr.IJDR_113_16
- Bayani, S., Rostami, S., Ahrari, F., & Saeedipouya, I. (2016). A randomized clinical trial comparing the efficacy of bite wafer and low level laser therapy in reducing pain following initial arch wire placement. *Laser Therapy*, 25(2), 121-129. <https://doi.org/10.5978/islsm.16-OR-10>
- Cagetti, M. G., Cocco, F., Calzavara, E., Augello, D., Zangpoo, P., & Campus, G. (2021). Study protocol for a randomized clinical trial to evaluate the effect of the use of Xylitol gum in the prevention of caries lesions in children living in Ladakh—The Caries Prevention Xylitol in Children (CaPreXCh) trial. *Trials*, 22, 871. <https://doi.org/10.1186/s13063-021-05828-y>
- Calvino, B. (2021). Physiologie de la douleur aiguë. *Médecine de Catastrophe - Urgences Collectives*, 5(1), 17-20. <https://doi.org/10.1016/j.pxur.2020.10.014>
- Celebi, F., Bicakci, A. A., & Kelesoglu, U. (2021). Effectiveness of low-level laser therapy and chewing gum in reducing orthodontic pain : A randomized controlled trial. *Korean Journal of Orthodontics*, 51(5), 313-320. <https://doi.org/10.4041/kjod.2021.51.5.313>
- Cioffi, I. (2023). Biological and psychological factors affecting the sensory and jaw motor responses to orthodontic tooth movement. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 26(S1), 55-63. <https://doi.org/10.1111/ocr.12688>

Delavarian, M., Imani, M. M., Delavarian, F., & Bayani, S. (2020). Comparison of chewing gum and ibuprofen in alleviating orthodontic pain : A single centre, randomised clinical trial. *Australasian Orthodontic Journal*, 36(1), 38-44. <https://doi.org/10.21307/aoj-2020-005>

Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Tokat Gaziosmanpasa University, Tokat, Turkey, & Celebi, F. (2022). Mechanical Vibration and Chewing Gum Methods in Orthodontic Pain Relief. *Turkish Journal of Orthodontics*, 133-138. <https://doi.org/10.5152/TurkJOrthod.2022.21091>

Elvina, E., Kusnoto, J., Halim, H., & Roeslan, B. (2018). Chewing Gum, Acetaminophen, and Green Tea Effect in Reducing Pain After Orthodontic Appliance Placement. *Scientific Dental Journal*, 2, 53. <https://doi.org/10.26912/sdj.v2i2.2530>

Eslamian, L., Youssefinia, S., & Ameli, N. (2014). *Efficacy of Ketoprofen and Benzocaine Chewing Gums for Reducing Orthodontic Pain*. 26(4).

Feizi, G., Binandeh, E. S., Goli, F., Seraj-Khorrami, N., & Khalifehsoltani, F. (2023). Comparison of the effect of acceptance and commitment therapy and cognitive behavioral therapy on pain tolerance and intensity perception in patients with dental anxiety: A randomized trial. *Dental Research Journal*, 20(1), 11. <https://doi.org/10.4103/1735-3327.367910>

Ferreira, M. C., Porto de Toledo, I., Dutra, K. L., Stefani, F. M., Porporatti, A. L., Flores-Mir, C., & De Luca Canto, G. (2018). Association between chewing dysfunctions and temporomandibular disorders : A systematic review. *Journal of Oral Rehabilitation*, 45(10), 819-835. <https://doi.org/10.1111/joor.12681>

Fleming, P. S., Al-Moghrabi, D., Fudalej, P., & Pandis, N. (2018). Orthodontic pain : The use of non-pharmacological adjuncts and its effect on compliance. *Seminars in Orthodontics*, 24(2), 248-258. <https://doi.org/10.1053/j.sodo.2018.04.007>

Guo, Q., Liao, C., Guan, X., Xiao, L., Xiang, M., Long, S., Liu, J., & Xiang, M. (2023). Effect of chewing gum on orthodontic pain in patients receiving fixed orthodontic treatment : A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Medical Research*, 28(1), 491.

<https://doi.org/10.1186/s40001-023-01467-y>

Heitler, B. (2023). Primary Afferent Depolarization and the Gate Control Theory of Pain : A Tutorial Simulation. *Journal of Undergraduate Neuroscience Education*, 22(1), A58-A65. <https://doi.org/10.59390/PWFC1224>

Ireland, A. J., Ellis, P., Jordan, A., Bradley, R., Ewings, P., Atack, N. E., Griffiths, H., House, K., Moore, M., Deacon, S., Wenger, N., Worth, V., Scaysbrook, E., & Sandy, J. R. (2016). Comparative assessment of chewing gum and ibuprofen in the management of orthodontic pain with fixed appliances : A pragmatic multicenter randomized controlled trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 150(2), 220-227. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2016.02.018>

Jabr, L., Altuhafy, M., Barnak, A. B., Rossouw, P. E., & Michelogiannakis, D. (2023). Sugar-free chewing gum versus conventional analgesic drugs for pain relief with fixed orthodontic appliances. A systematic review and meta-analysis. *Journal of Orthodontics*, 50(2), 215-228. <https://doi.org/10.1177/14653125221144059>

Kaur, H., Bansal, N., & Abraham, R. (2019). A randomized, single-blind, placebo-controlled trial to evaluate the effectiveness of verbal behavior modification and acetaminophen on orthodontic pain. *The Angle Orthodontist*, 89(4), 617-623. <https://doi.org/10.2319/080518-570.1>

Keukenmeester, R., Slot, D., Putt, M., & Van der Weijden, G. (2014). The effect of medicated, sugar-free chewing gum on plaque and clinical parameters of gingival inflammation : A systematic review. *International Journal of Dental Hygiene*, 12(1), 2-16. <https://doi.org/10.1111/idh.12026>

Khatiwara, D., Ranabhat, P., Paul, M., & Bagchi, A. (2021). An emerging technique of medicated chewing gum in drug delivery system : A review. *Journal of Applied Pharmaceutical Research*, 9(4), Article 4. <https://doi.org/10.18231/j.joapr.2021.1.8>

- Klein, Y., Fleissig, O., Polak, D., Barenholz, Y., Mandelboim, O., & Chaushu, S. (2020). Immunorthodontics: In vivo gene expression of orthodontic tooth movement. *Scientific Reports*, 10(1), 8172. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-65089-8>
- Konar, N., Palabiyik, I., Toker, O. S., & Sagdic, O. (2016). Chewing gum : Production, quality parameters and opportunities for delivering bioactive compounds. *Trends in Food Science & Technology*, 55, 29-38. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.07.003>
- Konno, M., Takeda, T., Kawakami, Y., Suzuki, Y., Kawano, Y., Nakajima, K., Ozawa, T., Ishigami, K., Takemura, N., & Sakatani, K. (2016). Relationships Between Gum-Chewing and Stress. In *Advances in experimental medicine and biology* (Vol. 876, p. 343-349). https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3023-4_43
- Levrini, L., Sacerdote, P., Moretti, S., Panzi, S., & Caprioglio, A. (2013). Changes of Substance P in the Crevicular Fluid in relation to Orthodontic Movement Preliminary Investigation. *The Scientific World Journal*, 2013, e896874. <https://doi.org/10.1155/2013/896874>
- Li, Y., Jacox, L. A., Little, S. H., & Ko, C.-C. (2018). Orthodontic tooth movement : The biology and clinical implications. *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences*, 34(4), 207-214. <https://doi.org/10.1016/j.kjms.2018.01.007>
- Lin, W., Farella, M., Antoun, J. S., Topless, R. K., Merriman, T. R., & Michelotti, A. (2021). Factors associated with orthodontic pain. *Journal of Oral Rehabilitation*, 48(10), 1135-1143. <https://doi.org/10.1111/joor.13227>
- Long, H., Wang, Y., Jian, F., Liao, L.-N., Yang, X., & Lai, W.-L. (2016). Current advances in orthodontic pain. *International Journal of Oral Science*, 8(2), 67-75. <https://doi.org/10.1038/ijos.2016.24>
- Makino, S., Kawamoto, C., Ikeda, T., Doi, T., Narise, A., Tanaka, T., Almas, C., Hannig, M., Carvalho, R., & Sano, H. (2019). Whitening Efficacy of Chewing Gum Containing Sodium Metaphosphate on Coffee Stain: Placebo-controlled, Double-blind In Situ Examination. *Operative Dentistry*, 44(5), 469-475. <https://doi.org/10.2341/17-385-C>

- Mando, M., Talaat, S., & Bourauel, C. (2023). The efficacy of chewing gum in the reduction of orthodontic pain at its peak intensity : A systematic review and meta-analysis. *The Angle Orthodontist*, 93(5), 580-590. <https://doi.org/10.2319/110622-760.1>
- Miquel, S., Haddou, M. B., & Day, J. E. L. (2019). A systematic review and meta-analysis of the effects of mastication on sustained attention in healthy adults. *Physiology & Behavior*, 202, 101-115. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2019.01.003>
- Miquel-Kergoat, S., Azais-Braesco, V., Burton-Freeman, B., & Hetherington, M. M. (2015). Effects of chewing on appetite, food intake and gut hormones : A systematic review and meta-analysis. *Physiology & Behavior*, 151, 88-96. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2015.07.017>
- Monk, A. B., Harrison, J. E., Worthington, H. V., & Teague, A. (2017). Pharmacological interventions for pain relief during orthodontic treatment. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2017(12). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003976.pub2>
- Nadeem, M., Tariq, J., Kamran, M. A., Mahroof, V., & Siddique, R. (2016). *Effect of Chewing Gum on Pain in Fixed Orthodontic Treatment*. 21.
- Nimeri, G., Kau, C. H., Abou-Kheir, N. S., & Corona, R. (2013). Acceleration of tooth movement during orthodontic treatment—A frontier in Orthodontics. *Progress in Orthodontics*, 14, 42. <https://doi.org/10.1186/2196-1042-14-42>
- Oliveira, C. B. de, Lima, J. A. S. de, Silva, P. L. P. da, Forte, F. D. S., Bonan, P. R. F., & Batista, A. U. D. (2016). Temporomandibular disorders and oral habits in high-school adolescents : A public health issue? *RGO - Revista Gaúcha de Odontologia*, 64, 08-16. <https://doi.org/10.1590/1981-863720160001000013054>
- Santos, D. J. D. S., & Capelli, J. C. (2021). Chewing gum as a non-pharmacological alternative for orthodontic pain relief: A randomized clinical trial using an intention-to-treat analysis. *Korean Journal of Orthodontics*, 51(5), 346-354. <https://doi.org/10.4041/kjod.2021.51.5.346>

Southerland, W. A., Gillis, J., Kuppalli, S., Fonseca, A., Mendelson, A., Horine, S. V., Bansal, N., & Gulati, A. (2021). Dual Enkephalinase Inhibitors and Their Role in Chronic Pain Management. *Current Pain and Headache Reports*, 25(5), 29. <https://doi.org/10.1007/s11916-021-00949-0>

Swoboda, C., & Temple, J. L. (2013). Acute and chronic effects of gum chewing on food reinforcement and energy intake. *Eating Behaviors*, 14(2), 149-156. <https://doi.org/10.1016/j.eatbeh.2013.01.011>

Tabrizi, R., Karagah, T., Aliabadi, E., & Hoseini, S. A. (2014). Does Gum Chewing Increase the Prevalence of Temporomandibular Disorders in Individuals With Gum Chewing Habits? *Journal of Craniofacial Surgery*, 25(5), 1818. <https://doi.org/10.1097/SCS.0000000000000993>

Vasilenko, A. V., & F.M.Khamidova. (2023). Pain syndrome in refractory glaucoma and possibilities of its quantification by visual-analog scale. *The American Journal of Medical Sciences and Pharmaceutical Research*, 5(05), Article 05. <https://doi.org/10.37547/TAJMSPR/Volume05Issue05-04>

Verma, A., & Pundir, S. (2014). Oral disintegrating preparation-Medicated chewing-gum. *Pharma Utility*, 8, 1-19.

Vogel, T. A., Falk, C. F., Otto, A. R., & Roy, M. (2022). Distraction from pain depends on task demands and motivation. *PAIN Reports*, 7(6), e1041. <https://doi.org/10.1097/PR9.0000000000001041>

Wagner, D., Ferney, P., & CLAUSS, F. (2017). Chewing-gums sans sucre Prophylaxie et hygiène bucco-dentaire en odontologie pédiatrique. *RFOP*, 12.

Wang, S., Ko, C.-C., & Chung, M.-K. (2024). Nociceptor mechanisms underlying pain and bone remodeling via orthodontic forces : Toward no pain, big gain. *Frontiers in Pain Research*, 5, 1365194. <https://doi.org/10.3389/fpain.2024.1365194>

Watemala, N., Matar, M., Har-Gil, M., & Mahajnah, M. (2014). The Influence of Excessive Chewing Gum Use on Headache Frequency and Severity Among Adolescents. *Pediatric Neurology*, 50(1), 69-72. <https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2013.08.015>

Weijenberg, R. A. F., & Lobbezoo, F. (2015). Chew the Pain Away : Oral Habits to Cope with Pain and Stress and to Stimulate Cognition. *BioMed Research International*, 2015, e149431. <https://doi.org/10.1155/2015/149431>

Wu, Y.-F., Salamanca, E., Chen, I.-W., Su, J.-N., Chen, Y.-C., Wang, S. Y., Sun, Y.-S., Teng, N.-C., & Chang, W.-J. (2022). Xylitol-Containing Chewing Gum Reduces Cariogenic and Periodontopathic Bacteria in Dental Plaque—Microbiome Investigation. *Frontiers in Nutrition*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.882636>

Yaman-Sözbir, Ş., Ayaz-Alkaya, S., & Bayrak-Kahraman, B. (2019). Effect of chewing gum on stress, anxiety, depression, self-focused attention, and academic success : A randomized controlled study. *Stress and Health*, 35(4), 441-446. <https://doi.org/10.1002/smi.2872>