

Faculdade Sete Lagoas - FACSETE

GUSTAVO ARMANDO ERASO BURBANO

**ETIOLOGIA E PREVENÇÃO DA REABSORÇÃO RADICULAR EXTERNA
ASSOCIADA AO MOVIMENTO ORTODÔNTICO**

**Guarulhos
2019**

GUSTAVO ARMANDO ERASO BURBANO

**ETIOLOGIA E PREVENÇÃO DA REABSORÇÃO RADICULAR EXTERNA
ASSOCIADA AO MOVIMENTO ORTODÔNTICO**

Monografia apresentada ao Programa de pós-
Graduação em Odontologia da
Faculdade Sete Lagoas – FACSETE, como requisito
parcial para obtenção do título de especialista
em Ortodontia.

Orientador: ProfºAlexandreUrsoAnnibale

Guarulhos

2019

ErasoBurbano, Gustavo Armando
Etiologia e prevenção da Reabsorção
radicular externa associada ao movimento ortodôntico /
Gustavo Armando Eraso Burbano - 2019.

55 f.

Orientador: Alexandre Urso Annibale

Monografia (Especialização) - Faculdade Sete
Lagoas 2019.

1. Reabsorção radicular externa 2. Movimento
ortodôntico3. Encurtamento radicular.

FACULDADE SETE LAGOAS

Monografia intitulada ***“Etiologia e prevenção da reabsorção radicular externa associada ao movimento ortodôntico”*** de autoria do aluno Gustavo Armando Eraso Burbano.

Aprovado em 08/06/2019 pela banca constituída dos seguintes professores:

Prof^o Alexandre Urso Annibale– Orientador - Facsete

Prof^o Dr. Fabio Schemann Miguel– Facsete

Prof^a Thais Fernanda Mendes Molinari - Facsete

Guarulhos, 08 de Junho de 2019

DEDICATÓRIA

A você mãe.

Por ter me dado a minha vida, pelos valores que me ensinou, por me ajudar a alcançar o meu objetivo desejado, agradeço pelo seu sacrifício, dedicação e amor incondicional.

Obrigado!

AGRADECIMENTO

A Deus.

Por sua infinita bondade, por iluminar e guiar meus passos, e por me permitir completar esse objetivo. Sem Ele não teria chegado até aqui.

Aos meus mestres.

Pelo seu tempo, pelo seu apoio e por transmitir o seu conhecimento para o desenvolvimento da minha formação profissional.

Obrigado!

RESUMO

A reabsorção radicular externa é um dos mais comuns e indesejáveis efeitos colaterais do movimento ortodôntico e constitui uma das principais preocupações do ortodontista. Caracteriza-se pelo encurtamento radicular, pela diminuição do periodonto de sustentação resultando em uma lesão apical. Dada a sua grande variabilidade individual e a multiplicidade de fatores etiopatogênicos envolvidos, é difícil prever sua ocorrência, mas na maioria dos casos é leve, não comprometendo a função ou a longevidade dos dentes envolvidos. No entanto, se mais da metade do comprimento da raiz for perdida devido à reabsorção, a função e a manutenção do dente afetado podem ser comprometidas, muitas vezes é necessário simplificar a mecânica e, em alguns casos, finalizar o tratamento mais rapidamente, com o objetivo de minimizar esse custo biológico irreversível. O objetivo deste trabalho, foi a partir de uma revisão da literatura elucidar alguns aspectos importantes sobre reabsorção radicular externa associada aos movimentos ortodônticos tais como: Etiologia, incidência, dentes mais susceptíveis, mecânicas que mais causam reabsorção e adequado manejo que permita diminuir ou interromper a reabsorção radicular externa causada pelos tratamentos ortodônticos. As técnicas radiográficas constituem-se como a ferramenta mais útil para o diagnóstico da reabsorção radicular induzida pela ortodontia. Desta forma, conclui-se que todos os pacientes que se submetem ao tratamento ortodôntico apresentam algum grau de reabsorção radicular no final do tratamento, que na maioria das vezes seja leve e cessa com o tratamento ortodôntico.

Palavras chaves: Reabsorção Radicular Externa. Movimento Ortodôntico. Encurtamento Radicular.

ABSTRACT

External root resorption is one of the most common and undesirable side effects of orthodontic movement and is one of the main concerns of the orthodontist. It is characterized by root shortening, by the reduction of the periodontium of sustentation resulting in an apical lesion. Given its great individual variability and the multiplicity of etiopathogenic factors involved, it is difficult to predict its occurrence, but in most cases it is mild, without compromising the function or longevity of the involved teeth. However, if more than half the root length is lost due to resorption, the function and maintenance of the affected tooth can be compromised, it is often necessary to simplify the mechanics and, in some cases, to finalize the treatment more quickly, with the objective of minimizing this irreversible biological cost. The objective of this study was to review some important aspects of external root resorption associated with orthodontic movements, such as: Etiology, incidence, more susceptible teeth, biomechanics that cause more resorption and adequate management to reduce or interrupt external root resorption caused by orthodontic treatments. Radiographic techniques constitute the most useful tool for the diagnosis of root resorption induced by orthodontics. Thus, it is concluded that all patients who undergo orthodontic treatment present some degree of root resorption at the end of treatment, which is usually mild and ceases with orthodontic treatment.

Keywords: External Radicular Resorption. Orthodontic Movement. Rootshortening.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMG	Grupo de mini implante anterior
BG	Grupo de bandas
CBCT	Tomografia computadorizada de feixe cônico
CIA	Arco de intrusão de Connecticut
CIF	Força contínua interrompida
CG	Grupo controle
EARR	Reabsorção da raiz apical externa
EOT	Arco extra oral occipital
<i>et al</i>	e outros
FC	Força contínua
FI	Força intermitente
ITM	Movimento dentário induzido
ISW	Integrado arco reto
ICRR	Reabsorção invasiva da raiz cervical
LIPUS	Ultrassom pulsado de baixa intensidade
MEAW	Multiloop Edgewise archwire
MCI	Impactação canino maxilar
NOB	Mordida não aberta
Nao SL	Bráquetes convencionais
OIEARR	Reabsorção radicular apical externa induzida por ortodontia
OB	Mordida aberta
OIIRR	Reabsorção inflamatória da raiz induzida pela ortodontia
PMG	Grupo de mini implante posterior

RME Expansão maxilar rápida

RCR Relação raiz-coroa individual

SL Bráquetes auto ligáveis

WG Grupo de fios

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. PROPOSIÇÃO	12
3. REVISÃO DE LITERATURA	13
4. DISCUSSÃO	40
5. CONCLUSÕES	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

1. INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo tem sido estudado sobre os aparelhos fixos em ortodontia, começando com PieerFauchard no século XVII, porém, os efeitos colaterais que esses tratamentos produzem, somente começaram a ser estudado a partir de 1856, quando Bytes fez referência a reabsorção radicular em dentes permanentes, posteriormente, OTTOLEGUI em 1914, descreveu uma relação direta entre a reabsorção radicular externa das raízes com os tratamentos ortodônticos. (HERRERA *et al.*, 2015)

A reabsorção radicular externa é uma consequência ocasional indesejada e imprevisível no tratamento ortodôntico, onde há uma perda progressiva de dentina e cimento através da ação de células elásticas. Ocorre principalmente no nível apical, uma vez que as forças estão concentradas nesta área. A reabsorção radicular externa pode ser produzida na maioria dos dentes permanentes submetidos ao tratamento ortodôntico 90,5%; Afeta um terço dos pacientes em grau moderado e 2% a 5% dos casos em grau severo. A reabsorção radicular externa ocorre principalmente no incisivo lateral superior e nos dentes anteriores inferiores (BENALCAZAR *et al.*, 2016)

Para avaliar a gravidade da reabsorção radicular apical, é utilizada amplamente em vários estudos a escala de Malmgren, que avalia a presença ou o grau da reabsorção radicular em dentes tratados ortodonticamente ou não. Grau 0: ausência de reabsorção da radicular. Grau 1: reabsorção leve, observa-se apenas o contorno irregular da raiz, apresentando comprimento normal. Grau 2: reabsorção moderada, com pequena perda radicular e o ápice apresenta um contorno quase retilíneo. Menos de 2mm de longitude da raiz original. Grau 3: reabsorção acentuada, manifesta-se perda radicular de 2mm a um terço da longitude radicular original. Grau 4: reabsorção radicular severa, observa-se a perda maior de um tecido de longitude radicular original. (VASCONCELOS *et al.*, 2013)

Alguns fatores que podem estar relacionados com a reabsorção radicular que têm sido estudados e descritos na literatura são: a predisposição individual, as características genotípicas, a idade e o sexo do indivíduo, a anatomia da raiz, a

movimentação de dentes tratados endodonticamente, as doenças presentes, o tipo de oclusão dentária, a ingestão de medicamentos, os hábitos adversos como onicofagia, o estágio de desenvolvimento radicular, os tipos de aparelhos ortodônticos utilizados, o tipo de movimento dentário, a magnitude das forças aplicadas e a duração do tratamento. (VAQUERO *et al.*, 2011)

O diagnóstico geralmente é feito por radiografias periapicais e geralmente são assintomáticos; somente quando ocorre a perda parcial da raiz devido a uma reabsorção severa é quando a função e a retenção dos dentes afetados podem ser comprometidas. (VIGANÓ *et al.*, 2018)

Existe uma forma de reabsorção da raiz externa agressivamente destrutiva, denominada como reabsorção invasiva da raiz cervical (ICRR), que se caracteriza pela invasão da dentina da raiz pelo tecido fibrovascular e células reabsorvidas elásticas adjacentes a dentina. Os possíveis mecanismos que causam estas lesões nos dentes tratados ortodonticamente são difíceis de identificar precocemente, pois a sua manifestação é lenta e leva anos para se desenvolver. (BECKER *et al.*, 2013)

Devido ao fato de que a reabsorção radicular apical é frequente no tratamento ortodôntico e é irreversível, preocupa bastante aos ortodontistas. Diante desses parâmetros, o objetivo deste trabalho, foi a partir de uma revisão da literatura elucidar alguns aspectos importantes sobre reabsorção radicular externa associada aos movimentos ortodônticos tais como: Etiologia, incidência, dentes mais susceptíveis, biomecânicas que mais causam reabsorção e adequado manejo que permitia diminuir ou interromper a reabsorção radicular externa causada pelos tratamentos ortodônticos.

2. PROPOSIÇÃO

Fornecer informações específicas sobre o processo de reabsorção radicular induzido pelo movimento ortodôntico e os fatores etiológicos e mecânicos predisponentes para essa patologia, comparando as diferentes biomecânicas, técnicas e dispositivos utilizados que são considerados potenciais desencadeadores da reabsorção radicular externa, estabelecendo um manejo adequado que permita diminuir ou interromper a reabsorção radicular externa causada pelos tratamentos ortodônticos.

3. REVISÃO DE LITERATURA

HAN *et al.* (2005) compararam a reabsorção da raiz em um mesmo indivíduo, após a aplicação de forças intrusivas e extrusivas contínuas. Em nove pacientes (idade média de 15,3 anos), os primeiros pré-molares superiores foram aleatoriamente instruídos ou extruídos com uma força contínuade 100 cN por oito semanas. Os onze primeiros pré-molares maxilares de seis ortodontias selecionadas aleatoriamente. Uma diferença significativa foi encontrada na reabsorção da raiz entre a intrusão e os dentes controle, mas não entre os dentes extruídos e os de controle. Entretanto, as superfícies radiculares mesial e distal apresentaram reabsorção da superfície radicular dos dentes intrusos e da superfície radicular dos dentes extruídos, sendo essa diferença significativa. Além disso, foi encontrada uma grande variação individual. A partir deste estudo, pode-se concluir que a intrusão dos dentes causa aproximadamente quatro vezes mais reabsorção da raiz do que a extrusão. Como a quantidade de reabsorção da raiz devida a intrusão ou extrusão no mesmo paciente está correlacionada, todo clínico deve estar conscientes de que a extrusão dos dentes também pode causar a reabsorção em pacientes suscetíveis.

ALMADA *et al.* (2007) avaliaram, por meio de imagens radiográficas computadorizadas, a quantidade de reabsorção no ápice radicular, através do uso de duas técnicas diferentes de mecânica ortodôntica fixa: Edgewise com acessório padrão e Edgewise com acessórios totalmente programados. A amostra foi composta por 20 pacientes, dos quais foram divididos em dois grupos: grupo 1 (tratamentos com Edgewise com acessórios padrão e arcos de aço) e grupo 2 (tratamentos com Edgewise com acessórios totalmente programados e arcos de níquel-titânio). A avaliação radiográfica digital foi realizada por um único operador por meio de exposições radiográficas digitais realizadas no início do tratamento ortodôntico, após a retração do canino e final do tratamento, utilizando o sistema de pontuação proposto por LEVANDER & MALMGREN (1988). A análise dos casos permitiu concluir que o tratamento ortodôntico utilizando a técnica de Edgewise com acessórios totalmente programados e arcos de níquel-titânio apresentou menores graus de reabsorção radicular apical, em comparação a técnica de Edgewise com

acessórios padrões e arcos de aço. Observou-se que, independentemente da técnica utilizada, o tratamento ortodôntico como um todo apresentou um grau moderado de reabsorção radicular apical.

WELTMAN *et al.* (2010) avaliaram a reabsorção da raiz como um resultado para pacientes que tiveram movimento dentário ortodôntico. Os critérios de seleção para o estudo incluíram ensaios clínicos aleatórios envolvendo seres humanos para movimentação dentária ortodôntica, com dispositivos fixos e reabsorção da raiz registrada durante ou após o tratamento. Pesquisas recuperadas em 921 citações únicas. Os títulos e os resumos identificaram 144 artigos completos, dos quais 13 permaneceram após a aplicação dos critérios de inclusão. Evidências sugerem que o tratamento ortodôntico integral causa uma maior incidência e gravidade de reabsorção da raiz e as forças pesadas podem ser particularmente prejudiciais. A reabsorção radicular inflamatória induzida pela ortodontia não é afetada pela sequência do arco, a prescrição de braquetes e a auto ligação. O trauma prévio e a morfologia dentária são fatores causais pouco improváveis. Existe alguma evidência de que uma pausa de 2 a 3 meses no tratamento diminui a reabsorção total da raiz. Os resultados foram inconclusivos no tratamento clínico da reabsorção radicular, mas há evidências para apoiar o uso de forças leves, especialmente com a intrusão de incisivos.

LUNA *et al.* (2011) abordaram as informações científicas disponíveis para obter uma compreensão do desenvolvimento e dos fatores relacionados com a reabsorção radicular externa. A análise quantitativa mediante o uso tradicional de radiografias e as análises histológicas tem demonstrado ser imprecisa, difícil de reproduzir e tecnicamente sensível. Os resultados dessa consulta sugerem descobertas diversas, até mesmo contraditórios, com um caráter multifatorial para a reabsorção radicular externa, devido possivelmente a um número reduzido de investigações de significância estatística no campo da pesquisa bioquímica e uma maior associação com as crenças do tipo clínico geradas quase todas desde a observação pós-tratamento. A aplicação de forças variadas durante o tratamento ortodôntico produz remodelação óssea e conjuntamente remodelação radicular, mesmo durante o período pós-ortodôntico (recidiva); portanto, o ortodontista deve compreender este processo, pois é uma complicação frequente, mas imprevisível do tratamento. É necessário um conjunto de esforços multidisciplinares que abordem o

tema com estudos sistemáticos e forneçam postulados mais confiáveis; isso proporcionará ao ortodontista um maior conhecimento do tema, evitando, assim, complicações e diminuindo a incidência de resultados negativos durante o movimento dentário.

CURADO *et al.* (2011) provaram a hipótese de que o uso do arco extra oral occipital (EOT) pode aumentar o risco de reabsorção radicular apical, utilizando a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) para detectar a reabsorção da raiz dos primeiros molares superiores e avaliar quais as raízes são mais propensas a reabsorção e em que medida. Um total de 112 primeiros molares maxilares de 56 pacientes entre os 52 a 288 meses após o tratamento ortodôntico foram avaliados para detectar a reabsorção da raiz apical em imagens de CBCT. Os pacientes foram divididos em dois grupos: grupo 1, pacientes que utilizaram EOT por um período de seis meses e grupo 2, pacientes que não usaram EOT. O sistema de pontuação de Lavadero e Malmgren foi usado para classificar os ápices da raiz dos primeiros molares maxilares. Foi possível determinar que não houve diferença na frequência e na gravidade da reabsorção radicular apical dos primeiros molares permanentes superiores nos dois grupos detectados pela CBCT. O uso de EOT não mostrou associação com a frequência e gravidade da reabsorção da raiz apical considerando um longo período de seguimento.

VAQUERO *et al.* (2011) estabeleceram uma série de recomendações de prevenção, com o objetivo que o ortodontista possa minimizar a incidência da reabsorção radicular associada ao tratamento ortodôntico na clínica diária. Dada a sua grande variabilidade individual e a multiplicidade de fatores etiopatogênicos envolvidos, é difícil prever sua ocorrência.

LLAMAS *et al.* (2012) compararam em um desenho de boca dividida, a reabsorção da raiz apical externa (EARR) associada ao tratamento ortodôntico em incisivos superiores com tratamento de canal e seus dentes contralaterais com polpas vitais. A amostra do estudo consistiu em 38 pacientes (14 homens e 24 mulheres), que tiveram um incisivo com tratamento de canal antes de completar a terapia ortodôntica por pelo menos 1 ano. Para cada paciente, se utilizaram radiografias panorâmicas digitais feitas antes e depois do tratamento ortodôntico para determinar a recorrência da raiz e a proporção de reabsorção da raiz apical

externa (EARR). A *prova t de Student*, o *teste chi-quadrado* e a análise de regressão logística foram utilizadas para determinar a significância estatística. Não houve diferenças estatisticamente significativas entre EARR em dentes vitais e incisivos tratados endodônticamente. Vinte e seis pacientes (68,4%) apresentaram maior reabsorção do incisivo tratado endodônticamente que seu dente vital homólogo. Os autores afirmam que não houve diferenças significativas na quantidade ou gravidade da reabsorção de raiz externa durante o movimento ortodôntico entre os incisivos com tratamento de canal e seus dentes contralaterais com polpas vitais.

BAYSAL *et al.* (2012) avaliaram a reabsorção da raiz após a expansão maxilar rápida (RME) por tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT). Registram-se 25 pacientes que submetidos a RME com expansor com bandas dentárias. Os dados da CBCT foram reconstruídos com a representação de superfície e volume, e as imagens volumétricas foram manipuladas para mostrar as superfícies radiculares de várias orientações. Nestas imagens tridimensionais, segmentam os primeiros molares permanentes e os primeiros e os segundo pré-molares e se isolaram suas raízes. A diferença entre os volumes da raiz de expansão antes e depois da expansão foi estatisticamente significativa para todas as raízes investigadas. Observou-se uma diminuição máxima do volume para a raiz mesiobucal dos primeiros molares (18,60mm³). Foi determinado que a raiz distobucal dos primeiros molares foi menos afetada pelo procedimento de expansão (9,47mm³). Não houve diferença estatisticamente significativas para a porcentagem de perda de volume da raiz. Concluiu-se que, após o tratamento com RME, observou-se uma perda significativa do volume da raiz em todos os dentes posteriores investigados. Entretanto, a porcentagem de perda de volume não foi estatisticamente diferente entre as raízes.

GONZÁLEZ *et al.* (2012) determinaram a ocorrência da reabsorção radicular inflamatória em sujeitos submetidos a movimentação dentária com quatro técnicas ortodônticas. As medições foram feitas em 176 dentes, utilizando três radiografias periapicais por participante a cada três meses. Os dados foram analisados por proporções de incidência. O risco relativo foi utilizado para a associação entre a presença de reabsorção e a técnica ortodôntica, com intervalos de confiança de 95%. Para a significância estatística, foram aplicados os testes de Kruskal Wallis, Mc-Nemar e Fischer. A incidência de reabsorção radicular foi de

68,2%, ocorrendo aos nove e doze meses. Mudanças radiculares foram observadas com grau 1 em 8,5% dos dentes e grau 2 com 2,8%, com laterais de maior proporção (6,3%). Nos dentes submetidos a técnica de arco de canto encontrou-se um risco 3,3 vezes maior em comparação com as técnicas pré-ajustadas. Concluiu-se que a reabsorção radicular em dentes submetidos a movimentação dentária durante o tratamento ortodôntico, porém essas mudanças são consideradas leves e dependem da biomecânica utilizada em cada técnica.

MOTOKAWA *et al.* (2012) determinaram a prevalência e o grau de reabsorção da raiz induzida pelo tratamento ortodôntico em associação com fatores de tratamento. Foram utilizados os arquivos de 243 pacientes (72 homens e 171 mulheres) com idades entre 9 e 51 anos. Os sujeitos foram divididos em grupos de extração, não extração, cirúrgicos e não cirúrgicos. Esses sujeitos também foram divididos em dois ou três grupos segundo: a duração do tratamento *multiloopEdgewise archwire* (MEAW), o uso de elásticos e o tempo total de tratamento. A prevalência da reabsorção da raiz geral e grave avaliada pelo número de indivíduos e dentes foi comparada com o teste do chi ao quadrado. A prevalência da reabsorção radical severa em função do número de dentes foi significativamente maior no grupo com extrações ($P < 0,01$). O uso prolongado de um dispositivo MEAW e elásticos também produziram uma prevalência significativamente maior da reabsorção da raiz ($P < 0,05$). Por outro lado, a prevalência de reabsorção radicular grave não foi significativamente diferente entre os indivíduos tratados com ou sem cirurgia, mas houve um aumento significativo quando o tempo de tratamento foi prolongado ($P < 0,05$). Uma diferença significativa foi encontrada na quantidade do movimento da raiz dos incisivos centrais superiores e da distância de seus vértices da raiz a superfície do osso cortical ($P < 0,05$). Estes resultados indicam que o tratamento ortodôntico com extrações, o uso a longo prazo de um dispositivo MEAW, dos elásticos, do tempo de tratamento e da distância do movimento do dente são fatores de risco para reabsorção severa da raiz.

LI *et al.* (2013) avaliaram volumetricamente a reabsorção da raiz por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT), após a intrusão de molares mediante implante de minis parafusos. Doze molares de pacientes adultos foram investigados neste estudo. Depois de inserir os implantes de minis parafusos nos ossos alveolares bucais e palatais, aplicaram-se 150 g de força aos implantes de

minis parafusos em cada lado para intruídos molares imagens de CBCT foram tiradas de todos os pacientes imediatamente antes da intrusão e após a intrusão. Os molares foram introduzidos significativamente ($P < 0,05$) e a intrusão média foi de $3,30 \pm 1,60$ mm. As diferenças entre os volumes da raiz pré-intrusão e pós-intrusão foram estatisticamente significantes para todas as raízes investigadas ($P < 0,05$). As raízes foram classificadas por perda de volume em ordem decrescente da seguinte forma: mesiobucal, palatina e distobucal. A reabsorção total média para cada dente foi de $58,39 \pm 1,54$ mm. A medição do volume com CBCT foi capaz de avaliar efetivamente a reabsorção da raiz causada pela intrusão dos minis parafusos. A maior perda de volume foi observada na raiz mesiobucal entre as três raízes dos primeiros dentes molares investigados.

ZAHED *et al.* (2013) compararam a taxa de reabsorção da raiz apical após o tratamento ortodôntico fixo com o método padrão *Edgewise* e o arco reto (MBT), além de permitir também avaliar outros fatores que afetam a taxa de reabsorção da raiz em ortodontia. Foram realizadas radiografias periapicais paralelas de 127 pacientes, obtendo um total de 737 imagens de dentes individuais. Um total de 76 pacientes foram tratados pelo método padrão *Edgewise* e 51 pacientes pelo método do arco reto. As radiografias periapicais foram digitalizadas e, em seguida, calculou-se a porcentagem de reabsorção da raiz mediante o *software Photoshop*. Ao fazer a avaliação do estudo, obteve-se como resultado que nos pacientes tratados com o método do arco reto (MBT), a reabsorção média da raiz foi de 18,26% em comparação a 14,82% nos pacientes tratados com a técnica padrão de *Edgewise* ($p < .05$). Pacientes do sexo masculino apresentaram uma maior taxa de reabsorção da raiz, estatisticamente significativa ($p < 0,05$). Com relação as variáveis: a idade no início do tratamento, a duração do tratamento, o tipo de oclusão dentária e extrações dentárias dos pré-molares e o uso de elásticos intermaxilares, não tiveram efeito significativo sobre a reabsorção da raiz neste estudo. Como pode-se concluir houve uma maior reabsorção da raiz com o método de arco reto e menor na técnica padrão de *Edgewise*, isso pode ser atribuído a um maior movimento de raízes em pré-ajustes durante o tratamento.

WALKER, TIE e FLORES (2013) analisaram criticamente a literatura científica disponível comparando radiograficamente a incidência da reabsorção radicular apical externa induzida por ortodontia (OIEARR) em dentes vitais e com

tratamento de canal. Foram selecionados estudos *in vivo* em humanos que compararam radiograficamente a reabsorção radicular após o tratamento ortodôntico fixo em dentes com tratamento de canal e vitais para a revisão completa do artigo. Um total de 165 artigos originais foram identificados a partir de buscas em bases de dados eletrônicas e 2 artigos em buscas manuais. Uma vez aplicados os critérios de seleção, apenas quatro artigos preencheram todos os critérios de inclusão e foi realizada uma análise individual dos artigos selecionados. Segundo as evidências disponíveis, concluiu-se, que os dentes com tratamento de canal não parecem ser mais suscetíveis ao OIEARR do que os dentes vitais análogos.

BECKER, ABRAMOVITZ e CHAUSH (2013) propuseram que a reabsorção invasiva da raiz cervical (ICRR) como um fator etiológico não reconhecido e / ou omitido no fracasso da resposta de um dente impactado a tração ortodôntica e ressalta a importância da tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) para um diagnóstico precoce e preciso de ICRR. Quatorze pacientes (13 a 21 anos) com caninos impactados (15 caninos) que não responderam as forças ortodônticas e que apresentaram ICRR formaram a série de casos para esta investigação. O diagnóstico inicial foi feito em radiografias planas. O ortodontista esteve ausente durante a cirurgia em 11 pacientes. Nove caninos foram expostos por procedimentos abertos. O ICRR não estava relacionado com a gravidade da impactação. Seu diagnóstico foi feito em radiografias existentes, novos filmes e / ou nova TCFC. A gravidade das lesões foi de classe 3 ou 4 e, finalmente, os dentes foram extraídos. A perda de ancoragem caracterizou 11 pacientes. A reabsorção apical das raízes dos dentes adjacentes foi diagnosticada em 9 pacientes. Concluíram que o ICRR é uma causa de falha ortodôntica frequentemente não diagnosticada ou não reconhecida da resolução dos caninos impactados e deve ser distinguida da reabsorção por substituição. Deve-se usar a CBCT para detecção precoce e a avaliação precisa do dano potencial aos dentes de fixação adjacentes.

MOTOKAWA *et al.* (2013) propuseram esclarecer a prevalência e o grau de reabsorção radicular induzida pelo tratamento ortodôntico em pacientes com e sem mordida aberta. Cento e onze pacientes tratados com dispositivos *multibráquetes* foram selecionados e divididos em grupos de mordida não aberta (NOB) e mordida aberta (OB). A gravidade da reabsorção da raiz e a forma da raiz foram classificadas em cinco grupos nas radiografias periapicais antes e após o

tratamento. Além disso, apenas no grupo OB, todos os dentes foram subdivididos em funcionais e hipofuncionais, que estão oclusivos e não oclusivos. As prevalências de reabsorção radicular avaliadas no número de pacientes foram significativamente maiores no grupo OB do que no grupo NOB, e aquelas do número de dentes foram significativamente maiores no grupo OB do que no grupo NOB, particularmente no grupo de dentes anteriores e pré-molares. A prevalência de dentes reabsorvidos com formas de raízes anormais também foi significativamente maior no grupo OB do que no grupo NOB. Por outro lado, no grupo OB, as prevalências de reabsorção radicular e dentes com formato de raiz anormal foram significativamente maiores nos dentes hipofuncionais do que nos dentes funcionais normais. Há mais dentes com reabsorção da raiz e o formato de raiz anormal nos casos de mordida aberta do que nos casos de mordida normal, e mais dentes com a forma anormal da raiz e reabsorção radicular nos dentes hipofuncionais do que nos dentes funcionais.

MAKEDONAS, LUND e HANSEN (2013) investigaram a prevalência da reabsorção radicular induzida por ortodontia após o tratamento e a correlação com a reabsorção encontrada após 6 meses de tratamento. Foram examinados cento e cinquenta e seis pacientes (11-18 anos) tratados com aparelhos fixos e extração de quatro pré-molares com tomografia computadorizada de feixe cônico antes do tratamento, após 6 meses de tratamento (n = 97) e no final do tratamento ativo. O índice de *Malmgren* foi utilizado para descrever o grau de reabsorção da raiz. A reabsorção radicular grave de (> 2 mm, escore 3) foi encontrada em 25,6% dos pacientes no final do tratamento. A reabsorção radicular extrema foi encontrada em um paciente. A reabsorção radicular foi observada com maior frequência na região do incisivo maxilar. Não houve correlação entre a gravidade da reabsorção da raiz após 6 meses e a quantidade observada ao final do tratamento. Além disso, não foi observada correlação entre a duração do tratamento e a gravidade da reabsorção da raiz. Em conclusão, a reabsorção clinicamente significativa foi diagnosticada em 25,6% dos pacientes, mas nenhuma correlação foi encontrada, seja com a reabsorção observada após 6 meses ou com a duração do tratamento. O exame radiográfico depois de 3 a 6 meses de tratamento ortodôntico é muito precoce e não reduzirá o número de pacientes que terão dentes com reabsorção radicular severa.

HONG *et al.* (2013) avaliaram as correlações entre a reabsorção da raiz e a quantidade de movimento dentário durante o tratamento ortodôntico usando

tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT). Usando a tomografia computadorizada para medir a reabsorção radicular e a quantidade de movimento dentário ao redor de seis dentes (incisivos centrais superiores bilaterais, incisivos laterais e caninos) em oito pacientes, antes do tratamento ortodôntico e após sete meses de tratamento. Depois calcularam a correlação entre a reabsorção da raiz e a quantidade de movimento do dente. Eles descobriram que a reabsorção radicular era maior nos incisivos laterais superiores esquerdos, seguidos pelos incisivos centrais maxilares direito e esquerdo e depois pelos caninos maxilares direito e esquerdo. Em conclusão, eles descobriram que os resultados mostram que um maior movimento dentário após o tratamento ortodôntico pode estar associado a uma maior gravidade da reabsorção radicular. Este estudo mostrou que a tomografia computadorizada é uma abordagem útil para avaliar a reabsorção da raiz apical após o tratamento ortodôntico. Depois calcularam a correlação entre a reabsorção da raiz e a quantidade de movimento do dente. Descobriram que a reabsorção radicular foi maior nos incisivos laterais superiores esquerdos, seguidos pelos incisivos centrais maxilares direito e esquerdo e depois pelos caninos maxilares direito e esquerdo. Em conclusão, descobriram que os resultados mostram que um maior movimento dentário após o tratamento ortodôntico pode estar associado a uma maior gravidade da reabsorção da raiz. Este estudo demonstrou que a tomografia computadorizada é uma abordagem útil para avaliar a reabsorção da raiz apical após o tratamento ortodôntico.

PICANÇO *et al.* (2013) avaliaram os fatores predisponentes entre pacientes que desenvolveram a reabsorção radicular externa moderada ou grave (graus 3 e 4 de Malmgren), nos incisivos maxilares, durante o tratamento ortodôntico fixo na área da dentição permanente. Foram selecionados 99 pacientes que realizaram tratamento ortodôntico com aparelhos fixos. Os pacientes foram divididos em dois grupos: G1 - 50 pacientes sem reabsorção radicular ou que apresentavam apenas irregularidades apicais (graus 0 e 1 de *Malmgren*) ao final do tratamento, com idade média inicial de 16,79 anos e o tempo médio de tratamento de 3,21 anos; G2: 49 pacientes que apresentaram reabsorção radicular moderada ou grave (graus 3 e 4 de *Malmgren*) ao final do tratamento nos incisivos maxilares, com idade média inicial de 19,92 anos e o tempo médio de tratamento de 3,98 anos. Os resultados demonstraram ser significativamente diferenciados entre os grupos para

as variáveis: extrações, o grau inicial de reabsorção radicular, o comprimento de raiz e a relação coroa / raiz no início e a espessura cortical do osso alveolar. Pode-se concluir que, na presença de reabsorção radicular antes do início do tratamento, as extrações, a redução no comprimento da raiz, a diminuição na relação coroa / raiz e o osso alveolar fino, representam fatores de risco para reabsorção radicular grave nos incisivos maxilares durante o tratamento ortodôntico.

THONEN *et al.* (2013) realizaram um estudo no qual foi possível identificar a ocorrência da reabsorção invasiva da raiz cervical (CIRR) nos molares de pacientes ortodônticos tratados com dispositivos fixos. Para realizar a pesquisa se incluíram todos os pacientes convidados para a remoção ortodôntica final entre novembro de 2009 e março de 2011. Dos 175 pacientes, 108 (46 homens e 62 mulheres), com idade média de 25,5 anos e o tempo médio após a retirada do *bracket*, de 8,2 anos). O primeiro e o segundo dente molar desses pacientes foram investigados por sinais clínicos e radiográficos de CIRR. Os pacientes identificados com esses sinais foram solicitados a realizarem varreduras topográficas com um feixe cônico de volume limitado. Uma vez que o estudo foi concluído, nenhum sinal clínico significativo da reabsorção invasiva da raiz cervical (CIRR) foi detectado. Somente em um paciente pôde ser identificado que foi afetado um segundo molar maxilar, todos os primeiros molares foram removidos neste paciente, os segundos molares haviam se movido mesialmente por uma longa distância e os 3 segundos molares mostraram reabsorção da superfície. Os resultados obtidos levaram a concluir que a reabsorção invasiva da raiz cervical (CIRR) nos dentes molares de pacientes ortodônticos tem uma baixa incidência em médio prazo (0,9%) e um intervalo de confiança de 95% (0,2% -5,2%). As longas distâncias do movimento e / ou a longa duração do tratamento podem estar relacionadas ao desenvolvimento dessas lesões.

KRIEGER *et al.* (2013) realizaram o primeiro estudo que analisaram a reabsorção de raízes apicais em pacientes com tratamento ortodôntico completamente implementados com alinhadores. A amostra foi composta por 100 pacientes (17-75 anos de idade) com oclusão de classe I e apinhamento anterior antes do tratamento, tratados exclusivamente com alinhadores (*Invisalign®*). Os seguintes dentes foram avaliados: dentes anteriores superiores, inferiores e os primeiros molares. O comprimento da raiz e da coroa de um total de 1600 dentes

foram medidos duas vezes em radiografias panorâmicas antes e depois do tratamento. Em geral, 46% dos 1600 dentes medidos apresentaram sinais de reabsorção da raiz apical, sendo que 6,31% do total apresentaram uma redução de mais de 20% do comprimento da raiz considerável. Nenhum fator relevante de influência clínica pôde ser detectado. Portanto, devido à alta variabilidade individual no grau da reabsorção das raízes, não há predição por fatores de influência externa.

JACOBS *et al.* (2014) determinaram a quantidade e a gravidade da EARR (reabsorção da raiz apical externa) após o tratamento ortodôntico com *bráquetes* auto ligáveis (SL) e convencionais (Não SL). As diferenças foram avaliadas quanto a taxa de extração de casos, consultas e tempo de tratamento. Um total de 213 pacientes com idade média de $12,4 \pm 2,2$ anos foram avaliados retrospectivamente. Os tratamentos foram realizados com *bráquetes*SL ou com *bráquetes* não SL. As medidas da coroa e do comprimento da raiz dos incisivos foram tomadas por radiografias panorâmicas. Não houve diferenças entre os pacientes tratados com *bráquetes* não SL ou SL em termos da quantidade (em porcentagem) de EARR (Não SL: $4,5 \pm 6,6$ versus SL: $3,0 \pm 5,6$). O aparecimento de EARR grave também não diferiu entre os dois grupos (não SL 0,5 vs. SL: 0,3). O percentual de pacientes que necessitaram de extração dentária para o tratamento e o número de consultas não apresentaram diferenças. O tempo de tratamento foi menor com os *bráquetes*não-SL. Este é o maior estudo que mostra que não há diferença na quantidade de EARR, no número de consultas e na taxa de extração entre *bráquetes* convencionais e autoligáveis. Pela primeira vez, poderíamos demonstrar que a aparência do EARR não difere entre os dois tipos de *bráquetes*.

CONSOLARO (2014) conclui com relação as forças ortodonticamente aplicadas, que o ortodontista deve se concentrar mais na distribuição do que na intensidade, especialmente no que diz respeito a reabsorção da raiz. A distribuição difusa das forças aplicadas dos tecidos periodontais durante o movimento dentário tende a não promover áreas extensas de hialinização da matriz celular ou morte significativa de cementoblastos que levam a reabsorção da raiz. No entanto, a distribuição focal ou concentração de forças dentro de uma área restrita, como ocorre nos movimentos de inclinação, mesmo com forças de menor intensidade, tendem a induzir extensas áreas de hialinização e a morte focal dos cementoblastos, o que é comumente associado com a reabsorção da raiz. Nos movimentos de

inclinação, as regiões apicais tendem a concentrar mais forças além de prejudicar os cementoblastos devido a menor dimensão de sua estrutura radicular, bem como a sua forma de cone, por isso, há um aumento na reabsorção da raiz. Na região cervical, por outro lado, a grande área resultante de um grande diâmetro e desvio da coroa óssea tende a reduzir os efeitos das forças, mesmo quando estão mais concentradas, razão pela qual raramente induzem a morte de cementoblastos e a reabsorção da raiz.

LEMPESI *et al.* (2014) avaliaram comparativamente a gravidade da reabsorção radicular induzida por ortodontia (OIRR), dos incisivos maxilares em pacientes tratados com ortodontia com impactação canino maxilar (MCI). Além disso, as características do impacto foram associadas a gravidade da OIRR. A amostra foi composta por 48 pacientes submetidos ao tratamento de aparelhos fixos (24) com impactação unilateral / bilateral da maxila canina e (24) controles pareados sem impacto. O OIRR foi calculado usando tomogramas panorâmicos pré e pós-operatórios. O incisivo central superior esquerdo apresentou mais OIRR no grupo de impacto. Em geral, o grupo de impactação apresentou OIRR 0,38mm a mais em relação ao controle. No entanto, a análise multivariada não mostrou diferença na quantidade de OIRR entre os grupos impactação e não-impactada em geral. Observou-se uma associação positiva entre OIRR e o comprimento inicial da raiz. Não foi identificado que a gravidade da impactação canina seja um preditor significativo de OIRR. Este estudo indica que o MCI é um fraco preditor de OIRR. A interpretação dos resultados requer cautela devido a natureza observacional do presente estudo.

CUOGHI *et al.* (2014) realizaram um estudo histométrico no qual avaliou a predominância da reabsorção das raízes de diferentes dimensões, seguindo o movimento dentário induzido (ITM) com diferentes tipos de forças e em diferentes intervalos de tempo. O estudo foi realizado em 54 ratos divididos em três grupos, de acordo com o tipo de força: contínua (FC), contínua interrompida (CIF) e intermitente (FI), nos períodos de 5, 7 e 9 dias. As raízes intermediárias apresentaram maior porcentagem de reabsorção, que foi gradual nos períodos avaliados para os três tipos de forças, mas principalmente para CF. Comparando as raízes intermediárias com as raízes mesiobuciais, houve diferença estatisticamente significativa no grupo CF no sétimo dia e no nono dia e no grupo FI no dia 9. As análises intergrupos

mostram uma diferença estatisticamente significativa entre o quinto e o nono dia para a raiz intermediária no grupo CF. A análise intergrupos não revelaram nenhuma diferença estatisticamente significativa nas raízes analisadas individualmente.

HERRERA, MONTESINOS e MELENDEZ (2015) determinaram o grau de reabsorção radicular de dentes anteriores e posteriores (exceto molares), superiores e inferiores. Dos 1.125 registros, 55 foram selecionados, pois preenchiam os critérios, um dos quais era a ortopantomografias pré e pós-tratamento. Da mesma forma, informações relacionadas com o tratamento foram coletadas: extrações versus ausência de extrações, a duração do tratamento e a técnica utilizada. Em todas as ortopantomografias digitais pré e pós-tratamento, o comprimento total e o comprimento coronal de todos os dentes, exceto os molares, foram medidos. Ao comparar a média da reabsorção radicular, observou-se que os incisivos centrais inferiores foram os mais afetados, seguidos dos incisivos laterais superiores. Os que apresentaram menor quantidade de reabsorção radicular foram os primeiros pré-molares. Não foi encontrada associação entre as variáveis reabsorção radicular e extração dentária, a técnica utilizada e a reabsorção radicular; o sexo e a reabsorção radicular ($p > 0,05$). Concluiu-se que todos os dentes apresentaram reabsorção radicular em algum grau. Não existe maior grau de reabsorção radicular no tratamento ortodôntico com extrações, comparado ao tratamento sem extrações. Não há predisposição de gênero para a reabsorção radicular. Há um risco maior de desenvolver reabsorção radicular na mecânica ortodôntica deslizante.

CHEN, AMINUL e ZHOU (2015) utilizaram radiografias periapicais prévias ao tratamento e pós-tratamento em 70 pacientes (35 tratados com Damon e 35 com bráquetes convencionais). A técnica de paralelismo de cone longo foi usada para todos. Estes apresentavam classe I molar e apinhamento maior que 6mm. Neste estudo, o método de Malmgren foi utilizado para avaliar a gravidade da reabsorção radicular apical. Os autores concluíram que não houve diferenças significativas na reabsorção radicular entre bráquetes autoligáveis e *bráquetes* convencionais em pacientes Classe I com apinhamento anterior severo.

SHARAB *et al.* (2015) analisaram a associação de fatores genéticos com o aparecimento da reabsorção radicular externa, concomitante ao tratamento ortodôntico. Eles coletaram uma amostra da população, tanto para casos como para

controles, de 134 pessoas caucasianas não relacionadas, tratadas com ortodontia. Foi utilizado um banco de dados de pesquisa contendo informações sobre 1450 pacientes tratados com ortodontia, radiografias antes e após o tratamento de 460 indivíduos foram avaliados para o retratamento dos quatro incisivos maxilares permanentes. Sessenta e sete caucasianos não relacionados com EARR moderada a grave foram identificados e pareados por idade / sexo com controles caucasianos tratados ortodonticamente, com um desempenho de 38 mulheres e 29 homens por grupo. Os fatores testados para uma associação com EARR incluíram os seguintes: 1) a duração do tratamento, 2) a extração de pré-molares maxilares, 3) o numerosas medidas cefalométricas, e 4) o polimorfismos do DNA dentro / próximo dos genes candidatos em um caminho previamente implicado na RARC, como o canal de íon Ca^{2+} dependente do receptor purinérgico-P2X (P2RX7; rs208294, rs1718119 e rs2230912), caspase-1 (CASP1; rs530537, rs580253 e rs554344), interleucina-1 beta (IL1P) (IL1A; rs1800587) e os genes antagonistas dos receptores de interleucina 1 (IL1RA; rs419598). Como resultado, verificou-se que uma longa duração do tratamento e a presença de genótipos específicos para P2RX7 SNP rs208294 estavam significativamente associados a EARR. Isso nos permitiu concluir que o surgimento da EARR foi associado tanto com variáveis genéticas quanto a variáveis relacionadas ao tratamento, que juntas representaram 25% da variação total associada a EARR na amostra analisada.

AKYALCINS *et al.* (2015) avaliaram as mudanças na superfície da raiz e a reabsorção após expansão rápida maxilar transmitida pelo paciente (RME) usando tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT). O estudo foi realizado em vinte e quatro pacientes tratados consecutivamente (idade média: 12,8 anos), necessitando de expansão maxilar. Todos os dentes do estudo apresentaram mudanças significativas para a avaliação da área superficial linear máxima e das alterações volumétricas em relação aos dentes de controle ($p < 0,05$). Em média, os pré-molares e os molares no grupo de estudo apresentaram um encurtamento da raiz de 0,36 a 0,52mm ($p < 0,05$). Os diagramas codificados por cores demonstraram que o afinamento e a reabsorção ocorrem no ápice e nos aspectos bucais da raiz. Concluiu-se que a perda significativa de volume, as mudanças na área superficial linear e afinamento / o encurtamento dos primeiros molares superiores e das raízes

pré-molares foram achados comuns com o uso da terapia de expansão rápida do maxilar.

RAICK, RAMOS e VASCONCELLOS (2015) avaliaram a prevalência da reabsorção severa radicular, analisando os riscos potenciais em tratamentos ortodônticos, foram selecionadas aleatoriamente uma amostra de 129 pacientes entre homens e mulheres, usando a técnica padrão de *Edgewise*, para a qual foram tiradas radiografias periapicais de incisivos maxilares e mandibulares, antes e após o tratamento ortodôntico. Como referência a respeito ao grau de severidade para medir a reabsorção da raiz, foi realizada o índice proposto por Levanderetal, com quatro graus sendo determinados como severos. Para realizar a medida do estudo, utilizou-se o teste estatístico chi quadrado para avaliar algumas variáveis como: o sexo, a arcada dentária (maxila ou mandíbula), o tratamento com ou sem extração dentária, a duração do tratamento, o estágio apical da raiz (aberta ou fechada), a forma da raiz, sobre a mordida horizontal e vertical. Uma vez realizado o estudo, de um total de 959 dentes avaliados, foi possível determinar que os incisivos centrais superiores apresentavam maior porcentagem de reabsorção radicular, seguidos dos incisivos laterais maxilares e mandibulares, considerando os fatores de risco e os cuidados quando no início do o tratamento é observado: os dentes anteriores maxilares com sobremordida horizontal maior ou igual a 5 mm, as extrações dentárias, as terapias prolongadas, a formação de ápices e / ou retração da maxila incisiva.

SAVOLDI *et al.* (2015) investigaram e avaliaram a gravidade da reabsorção radicular apical dos incisivos superiores e inferiores após o tratamento ortodôntico de baixo atrito, utilizando a combinação de radiografias panorâmicas e laterais e aplicando uma correção trigonométrica. Para o estudo, determinou uma amostra de 93 indivíduos (53 mulheres e 40 homens, com média de idade de 14 anos) que apresentavam moderado apinhamento de dentes, foi tratada sem extrações pelo mesmo operador usando um aparelho fixo de baixo atrito seguindo um protocolo integrado de arco reto (ISW). Os tamanhos dos dentes pré e pós-tratamento dos incisivos maxilares e mandibulares foram medidos em radiografias panorâmicas. Os incisivos centrais maxilares não apresentaram mudanças (0,3%, 0,6%), os incisivos laterais maxilares apresentaram um pequeno aumento (1,4%, 1,8%) que foi atribuído ao fim do desenvolvimento radicular em pacientes mais

jovens, os Incisivos mandibulares centrais e laterais apresentaram uma leve reabsorção (-3,1%, -3,4%). Uma diferença estatisticamente significativa foi encontrada para os incisivos mandibulares, mas não para os maxilares. Concluiu-se que em pacientes com leve apinhamento e a consequente baixa movimentação da raiz, um tratamento ortodôntico de baixo atrito pode causar uma leve reabsorção da raiz apical, que envolve principalmente os incisivos inferiores. O uso de uma correção trigonométrica na análise de radiografia panorâmica pode reduzir as limitações desta avaliação 2D.

BENALCAZAR, CACUA e OTERO (2016) descreveram os resultados de uma revisão sistemática da literatura sobre a reabsorção radicular externa (RRE) associada ao movimento ortodôntico. A revisão incluiu artigos relacionados ao diagnóstico, a etiopatogenia, a prevenção e o tratamento da RRE. Embora a RRE esteja presente em todos os dentes submetidos a forças ortodônticas, o risco varia entre diferentes dentes e indivíduos de acordo com suas características genóticas, as doenças presentes, a ingestão de fármacos e outras variáveis oclusais e dentárias. Por esse motivo, é necessário que todos os pacientes submetidos ao tratamento ortodôntico realizem acompanhamento radiográfico a cada 3 ou 6 meses, de acordo com os fatores de risco presentes em cada indivíduo.

YI *et al.* (2016) compararam a reabsorção da raiz apical externa (EARR) em pacientes que receberam tratamento ortodôntico fixo com *bráquetes* auto ligáveis ou convencionais. Neste estudo, um total de 553 participantes sistemicamente saudáveis foram incluídos e receberam tratamento ortodôntico fixo. Como o resultado geral, sete estudos foram incluídos na revisão sistemática, dos quais: cinco estudos foram combinados estatisticamente na meta análise. O valor da EARR dos incisivos centrais superiores no grupo de *bráquetes* auto ligáveis foi significativamente menor do que no grupo de *bráquetes* convencionais. Nenhuma diferença significativa foi observada em outros incisivos entre *bráquetes* auto ligáveis e convencionais. Portanto, as evidências atuais sugerem que os *bráquetes* autoligáveis não ultrapassam os *bráquetes* convencionais na redução da EARR nos incisivos laterais superiores, incisivos centrais de mandíbula e incisivos laterais mandibulares. Entretanto, os *bráquetes* auto ligáveis parecem ter uma vantagem na proteção do incisivo central superior de EARR, o que ainda precisa ser confirmado por estudos de maior qualidade.

RAZA *et al.* (2016) avaliaram os efeitos do ultrassom pulsado de baixa intensidade (LIPUS) na reabsorção radicular dental induzida pela ortodontia causada pelo torque em humanos. Para o estudo, dez pacientes saudáveis (12 a 35 anos de idade) foram recrutados, o que exigiu a extração de todos os primeiros pré-molares como parte de seu tratamento ortodôntico de rotina. Uma torção de 15μ foi aplicada ao arco usando 0.0193 TMA de 0.025 polegadas em um sistema de suporte de 0.022 polegadas (Synergy R) o que produziu um par de raiz bucal de aproximadamente 5 N/mm no nível de suporte. Usando um desenho de boca dividida, aleatorização e cegamento, um lado do arco recebeu LIPUS por 20 minutos por dia durante 4 semanas a uma intensidade de 30 mW/cm² da área de superfície dos transdutores. O outro lado serviu de autocontrole, que recebeu um transdutor simulado. Após 4 semanas, todos os primeiros pré-molares foram removidos e uma análise topográfica micro computada foi realizada nestes dentes extraídos. Os resultados obtidos nos dentes tratados com LIPUS mostraram um volume total significativamente menor de tanques de reabsorção em comparação com os dentes controle por uma diferença média de (0,54 ± 0,09 mm³) (P, 0,001) e a porcentagem de reabsorção da raiz por uma diferença média de (0,33 ± 0,05 mm³) (P, 0,001). Além disso, foram encontrados significativamente menos tanques de reabsorção em todas as superfícies radiculares do grupo LIPUS em comparação ao controle, exceto no caso da superfície distal. Finalmente, concluiu-se que o LIPUS minimiza a reabsorção da raiz quando aplicada durante o movimento do dente de torção durante um período de 4 semanas.

MARTINS *et al.* (2016) compararam a aparência da reabsorção radicular externa (ERR) quando se utilizaram bandas e fios como suporte ortodôntico durante a expansão rápida da maxila (RME). A análise histológica foi realizada em 108 locais de 18 primeiros pré-molares superiores e em 36 locais dos seis primeiros pré-molares mandibulares em nove indivíduos, 3 meses após o RME. Os dentes maxilares foram agrupados em dois grupos (n = 54 cada um) de acordo com o tipo de suporte ortodôntico (grupo de bandas [BG] versus o grupo de fios [WG]). O tipo de suporte foi escolhido aleatoriamente em um desenho de boca dividida. Os primeiros pré-molares mandibulares, que não foram submetidos a forças ortodônticas, foram utilizados como grupo controle (CG). Todos os pré-molares em BG e WG apresentaram ERR no nível do cimento e da dentina. A reparação com

células de cimento foi observada em todas as áreas de reabsorção, mas um reparo completo foi raramente encontrado. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre o BG e o WG em relação ao ERR. Não foi encontrada associação entre a posição da altura da raiz (terço médio ou cervical) e a incidência de ARR. As superfícies da raiz bucal mostraram uma maior quantidade de ERR em comparação com as superfícies palatina e interproximal. A ERR não foi encontrada em nenhum dente no grupo controle. Todos os primeiros pré-molares maxilares submetidos a RME apresentaram ERR e reparo parcial de cimento. Os dentes da bandagem não desenvolveram mais ERR do que os dentes de suporte sem bandas.

AGARWAL *et al.* (2016) avaliaram a frequência, os fatores e o grau de reabsorção radicular em dentes que foram tratados ortodonticamente. Sessenta pacientes foram analisados, dos quais 29 foram tratados com Roth e 21 casos com MBT, se dividiram em dois grupos, os tratados com extração foram divididos em dois grupos e aqueles que não realizaram a extração terapêutica. Não houve associação estatisticamente significativa entre a prevalência e a extensão da reabsorção radicular com o gênero e a duração do tratamento ortodôntico. Aqueles tratados com terapia de extração tiveram aproximadamente o dobro do risco de reabsorção radicular em comparação com aqueles tratados com terapia sem extração.

HEIFFIG *et al.* (2016) compararam o grau de reabsorção da raiz apical externa (EARR) em pacientes tratados com dispositivos *Damon* auto ligados e com dispositivos convencionais pré-ajustados. Foi constituída uma amostra composta por 52 pacientes, divididos em dois grupos: o Grupo 1 consistiu de 25 pacientes tratados com dispositivos *Damon*, com idade inicial de 16,04 anos, idade final de 18,06 anos e um tempo de tratamento de 2,02 anos. O grupo 2 consistiu de 27 pacientes, tratados com aparelhos convencionais pré-ajustados, com idade inicial de 16,77 anos, e idade final de 18,47 anos e tempo de tratamento de 1,7 anos. Os grupos foram comparados com a idade inicial e final, o tempo de tratamento, o tipo de má oclusão e o protocolo de tratamento sem extrações. A reabsorção da raiz foi avaliada nas radiografias periapicais dos incisivos superiores e inferiores ao final do tratamento ortodôntico com as pontuações de *Levander e Malmgren*. As comparações intergrupos da reabsorção das raízes foram realizadas com testes de *Mann-Whitney*. Após o estudo, determinou-se que não foram encontradas diferenças

significativas no grau de reabsorção da raiz entre os dois grupos, permitindo concluir que se podem esperar graus de reabsorção semelhantes de reabsorção após o tratamento sem extração com *Damon* autorregulado ou com dispositivos pré-ajustados convencionais.

LEE YUN & LEE TAE (2016) compararam o grau de reabsorção da raiz apical externa (EARR) de dentes com tratamento de canal com os dentes contralaterais com polpa vital após tratamento ortodôntico fixo. Para a pesquisa, foi realizada uma amostra de 35 pacientes que tiveram ao menos um dente com tratamento de canal antes do tratamento de ortodôntico. Foram usadas radiografias panorâmicas digitais de cada paciente, tomadas antes e depois do tratamento ortodôntico para medir o EARR. Aplicou-se o teste *t de Student* para pares pareados e a análise de correlação de *Pearson*. Como resultado, obtiveram que a média da EARR foi de 0,22 para dentes preenchidos com raízes e 0,87 para dentes contralaterais com vitalidade pulpar, o que indica significativamente menor EARR para os dentes com raiz em comparação com os dentes contralaterais com polpa vital após de tratamento ortodôntico. A EARR foi influenciada pela idade do paciente, a duração do tratamento, o tipo de tratamento e a patologia periapical, mas não pelo tipo de dente e sexo. Isso permitiu determinar que os dentes com tratamento do canal parecem ser significativamente menores na EARR do que os dentes contralaterais com a polpa vital. Foi sugerido que a possível complicação da EARR em dentes com tratamento endodôntico pode não ser uma consideração importante no tratamento ortodôntico, pode-se considerar o planejamento e o tratamento de canal para interromper ou diminuir a EARR quando a EARR grave ocorre durante o tratamento de ortodontia.

JANSON *et al.* (2016) realizaram uma investigação comparativa, quanto a quantidade de reabsorção radicular apical no tratamento sem extração de más oclusões Classe II, com e sem elásticos da Classe II. Coletaram uma amostra de 54 pacientes com má oclusão Classe II divisão 1 selecionados retrospectivamente, divididos em 2 grupos: O grupo 1: com elástico, que consistiu em 27 pacientes tratados exclusivamente com dispositivos fixos associados com elástico, e grupo 2: composto por 27 pacientes tratados com aparelhos fixos e arco extra oral. Os grupos foram pareados em relação a idade inicial, o tempo de tratamento, a quantidade de sobre mordida horizontal, a gravidade da má oclusão inicial, o estado oclusal final e

a severidade da razão molar classe II. Para sua análise, foram utilizadas radiografias periapicais após o tratamento dos incisivos centrais e laterais do maxilar e da mandíbula para avaliar a reabsorção da raiz. As quantidades de reabsorção nos grupos foram comparadas com os testes *U de Mann-Whitney*. Os resultados obtidos na investigação mostraram que não houve diferenças estatisticamente significantes nas quantidades de reabsorção das raízes entre os grupos elásticos e os grupos de arco extra oral, concluindo-se que o tratamento sem extração das más oclusões Classe II com elásticos Classe II associado com dispositivos fixos causam uma reabsorção de raiz semelhante ao do tratamento com arco extra oral e dos dispositivos fixos. As reabsorções radiculares apicais foram predominantemente leves e semelhantes nos dois grupos.

ARAS & TUNCER (2016) compararam através da tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT), a reabsorção radicular e a eficácia do tratamento de duas modalidades diferentes assistidas por mini implantes para a intrusão dos incisivos maxilares. Este estudo foi realizado em trinta e dois adultos que tinham incisivos maxilares alongados e mordida profunda, os quais foram selecionados aleatoriamente em dois grupos: grupo de mini implante anterior (AMG) e o grupo de mini implante posterior (PMG). No AMG, aproximadamente 40 g de força foram aplicados por lado com elástico. Correntes de mini implantes colocados entre os incisivos laterais e caninos e no PMG, com arcos de beta-titânio de mini implantes colocados entre os segundos pré-molares e primeiros molares. Este estudo foi realizado nos exames de CBCT feitos antes da intrusão e após 4 meses de intrusão. As taxas de intrusão e reabsorção da raiz foram maiores usando o método de intrusão de incisivos suportado por mini implantes colocados anteriormente, em comparação com as taxas de intrusão resultantes da inserção posterior. Nos pacientes que apresentavam incisivos verticais, as intrusões fixadas pelas minis implantes posteriores produzia uma maior inflamação da articulação e uma menor reabsorção radicular do que a fixada anteriormente. Como a intrusão dos incisivos como o uso da distalização são possíveis com as fixações mecânicas de mini implantes posteriores, a utilização de mini implantes desta forma apresenta uma alternativa aos minis implantes prévios em casos de mordida profunda com extração de pré-molares.

RUIZ, BRAVO e PRADO (2017) compararam a magnitude da reabsorção radicular da raiz apical externa (RREA) aos dos incisivos e caninos superiores e inferiores em pacientes submetidos a fase inicial do tratamento ortodôntico com três tipos diferentes de aparelhos. A amostra foi composta por 23 casos de pacientes com idades entre 12 e 27 anos, o Grupo I utilizando aparelhos auto ligáveis *Damon Q* e o Grupo II por aparelhos convencionais Roth e MBT. Grupo III usando aparelhos Biofuncionais QR. Analisamos 264 dentes (caninos e incisivos superiores e inferiores) usando tomografia computadorizada de feixe cônico com o *scanner NNT Viewer*. Os resultados obtidos indicaram que a reabsorção foi distinta para os diferentes protocolos de tratamento, bem como diferentes de acordo com a peça analisada, entretanto, o teste ANOVA não encontrou diferenças estatisticamente significantes ao comparar a média de reabsorção de cada peça pelo o tipo de aparelhos utilizados ou tratamento realizado. Conclui-se que o RREA foi produzido em todos os dentes avaliados, durante os primeiros 6 meses de tratamento e o desenho do aparelho (auto ligado passivo, convencional ou QR) não influencia no grau de reabsorção radicular.

PATTERSON *et al.* (2017) investigaram o efeito da piezocisão na reabsorção inflamatória da raiz induzida pela Ortodontia. Com uma amostra de 14 pacientes que foram incluídos neste estudo de boca dividida; um lado foi atribuído à piezocisão (aumento da velocidade do movimento dentário) e o outro lado serviu como controle. Foram realizadas cortes de corticotomias verticais de 4 a 5mm de comprimento em cada lado de cada pré-molar de piezelétrica, e se aplicaram forças de inclinação bucal de 150 graus aos pré-molares. Após 4 semanas, os primeiros pré-molares maxilares foram removidos e digitalizados com tomografia computadorizada. Com o resultado tiveram uma quantidade total de reabsorção da raiz significativamente maior nos lados da piezocisão em comparação com os lados de controle. O procedimento de piezocisão resultou em um aumento médio de 44% na reabsorção da raiz. Em 5 pacientes, houve dano iatrogênico (pode ser causado por uma droga ou medicação ou um procedimento médico, cirúrgico ou odontológico) relacionado a piezocisão. Quando isso foi combinado com a reabsorção da raiz ortodôntica encontrada nos dentes tratados com piezocisão, houve um aumento médio estatisticamente significativo de 110% na perda de raiz volumétrica em comparação com o lado controle. Isso leva à conclusão de que o

procedimento de piezocisão que inicia o fenômeno regional de aceleração pode aumentar a reabsorção iatrogênica da raiz quando usada em conjunto com as forças ortodônticas. A piezocisão aplicada perto das raízes pode causar danos iatrogênicos as raízes vizinhas e deve ser usado com cuidado.

GAY *et al.* (2017) investigaram a incidência e a gravidade da reabsorção radicular (RR) em pacientes adultos tratados com alinhadores. Para o estudo, decidiram avaliar um grupo de 71 pacientes adultos saudáveis, com idade média de $32,8 \pm 12,7$ anos, que foram tratados com todos os incisivos, caninos, primeiros pré-molares superiores e primeiros molares, os quais foram avaliadas na sua totalidade. O tamanho da raiz e da coroa de 1083 dentes foram medidos em radiografias panorâmicas no início (T0) e no final (T1) da terapia de alinhamento, a relação raiz-coroa individual (RCR) de cada dente e, portanto, a alterações relativas de RCR. Uma diminuição no RCR foi avaliada, assim como uma redução no tamanho da raiz durante o tratamento. Este estudo mostrou que todos os pacientes tratados tiveram pelo menos um dente acometido com redução do comprimento radicular, em média $6,38 \pm 2,28$ dentes por paciente. Em 81% dos 1083 dentes medidos mostraram uma redução no tamanho da raiz do pré-tratamento. Uma redução na porcentagem de > 0% a 10% foi encontrada em 25,94% (n = 281), uma redução diferente de > 10% até 20% em 12,18% (n = 132) da amostra. Em 3,69% (n = 40) dos dentes foram afetados com uma redução considerável (> 20%). O tratamento ortodôntico com alinhadores *Invisalign*® pode levar à produção de reabsorção radicular. No entanto, sua incidência foi muito semelhante e descrita para forças ortodônticas leves, com uma porcentagem média de RR <10% do comprimento original da raiz.

NASSIF *et al.* (2017) compararam a magnitude da reabsorção radicular apical externa (EARR) dos incisivos superiores em pacientes que apresentaram apinhamento anterior variando de leve a moderada, utilizando dois métodos ortodônticos: o lingual e o convencional (labial). Iniciou o estudo com uma amostra de 40 pacientes que foram divididos em dois grupos de acordo com o método ortodôntico: 20 pacientes com ortodontia lingual denominada tratamento 1 (T1) e 20 pacientes com ortodontia labial convencional (aparelho bucal) como tratamento 2 (T2); trabalhando em uma faixa etária de 11 e 45 anos, avaliando 12 homens e 28 mulheres. Para mensurar a reabsorção radicular apical, foram realizadas radiografias periapicais das quais foram realizadas no início do tratamento (T1) e no

final da fase de nivelamento (T2). Os seguintes resultados foram obtidos: a reabsorção da raiz apical foi significativa para todos os dentes avaliados; a magnitude do EARR (T2-T1) variou de 0,35mm a 0,63mm no grupo lingual e de 0,66mm a 0,85mm no grupo convencional. Embora tenha havido variação intergrupos na magnitude da EARR observada, não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes. Foi determinado que nenhum dos grupos apresentava dentes com reabsorção de 1 mm. Este estudo permitiu aos profissionais determinar que a extensão da reabsorção da raiz apical nos incisivos superiores em pacientes com apinhamento anterior foi semelhante, independentemente da técnica ortodôntico, o paciente apresentava lingual (T1) ou convencional (T2), ambas as técnicas resultam em um arredondamento apical considerado clinicamente insignificante.

BARROS *et al.* (2017) compararam o grau de reabsorção da raiz dos incisivos centrais superiores retraídos com e sem fixação esquelética. Para este estudo de controle histórico não aleatório, foram incluídos 37 pacientes que necessitaram de retração anterior máxima e foram tratados com extração de 2 pré-molares maxilares. O grupo 1 consistiu de 22 pacientes (11 homens, 11 mulheres) nos quais a retração anterior foi realizada sem afixação esquelética, e o grupo 2 incluiu 15 pacientes (3 homens, 12 mulheres) tratados com a retração anterior de fixação esquelética. Radiografias periapicais foram usadas para avaliar o grau de reabsorção da raiz usando um sistema de pontuação. Como resultado deste estudo foi possível identificar que não houve diferença intergrupos estatisticamente significativa com relação a reabsorção radicular, mas o número de pacientes com graus severo e extremo foi significativamente maior no grupo 2. Portanto, é necessário o monitoramento clínico cuidadoso da retração anterior fixada esqueléticamente, especialmente quando fatores predisponentes as reabsorções da raiz são conhecidas.

MEHTA *et al.* (2017) avaliaram e compararam períodos de descanso de 4 e 6 semanas para a cura de crateras de reabsorção radicular induzidas pela ortodontia. O estudo foi realizado com o desenho de boca dividida, com os primeiros pré-molares mandibulares direito e esquerdo de 14 sujeitos servindo como os dois grupos de estudo. Os pré-molares direitos constituíram o grupo A e os pré-molares esquerdos, o grupo B. A força intrusiva foi aplicada nesses dentes durante um

período de 6 semanas, seguida da retenção dos dentes durante 4 semanas (grupo A) e 6 semanas (grupo B) como períodos de descanso. Os cortes histológicos foram pontuados de acordo com o nível de reparo (nenhum, parcial, funcional ou anatômico) observado nas crateras mais profundas da terceira região apical das raízes. Todos os dentes mostraram cura em suas crateras mais profundas. Os dentes do grupo A apresentaram reparação parcial com maior frequência (84,6%), enquanto os dentes remanescentes (15,4%) apresentaram reparação funcional. Os dentes do grupo B apresentaram reparo anatômico com maior frequência (60%), enquanto o restante (40%) apresentou reparação funcional. O nível médio de reparo foi maior no grupo B em relação ao grupo A. A diferença entre esses valores foi de uma significância muito alta. Em conclusão, o período de repouso mais longo de 6 semanas mostrou uma cura mais avançada do que um período de descanso mais curto de 4 semanas. Seis semanas de descanso são adequadas apenas para o reparo funcional das crateras de reabsorção.

IGLESIAS *et al.* (2017) determinaram que o tratamento ortodôntico com alinhadores removíveis versus dispositivos ortodônticos fixos está associado a uma frequência diferente de reabsorção da raiz apical externa induzida por ortodontia (OIEARR), quando são considerados os fatores genéticos, radiográficos e clínicos. Para este estudo, eles trabalharam com 362 pacientes ortodônticos tratados com alinhadores removíveis (*Invisalign*) ou dispositivos fixos, que foram selecionados geneticamente para o gene da interleucina 1B (IL1B) (rs1143634), gene antagonista do receptor da interleucina1 (IL1RN) (rs419598) e o gene da osteopontina (SPP1) (rs9138 / rs11730582). Doze variáveis clínicas, potencialmente associadas ao OIEARR, também foram consideradas. Os sujeitos foram divididos de acordo com a presença de OIEARR determinados radiograficamente (2 mm). A associação entre OIEARR e o tipo de dispositivo, e os fatores radiográficos, clínicos e genéticos, foram avaliados por regressão logística condicional passo a passo para trás. Após o ajuste das associações entre fatores clínicos / radiográficos / genéticos, não houve diferenças estatisticamente significantes em relação ao OIEARR ou ao tipo de aparelho ortodôntico utilizado, seja alinhadores extraíveis ou fixos. O que levou a concluir que há uma predisposição OIEARR semelhante usando alinhadores removíveis (*Invisalign*) ou aparelhos fixos.

YASHIN *et al.* (2017) relataram que os fatores hormonais e enzimáticos podem tornar certos indivíduos serem mais suscetíveis a reabsorção inflamatória da raiz induzida pela ortodontia (OIIRR). Os objetivos deste estudo foram (1) identificar os principais marcadores bioquímicos no sangue e na saliva que podem estar correlacionados com a tendência do OIIRR extenso e (2) usar esses marcadores para prever se um paciente é suscetível a receber tratamento ortodôntico. Com 9 pacientes com idade média de 23 + 2,9 anos, que tiveram OIIRR moderada a grave, que foram avaliados mediante ortopantomogramas e preencheram os critérios de inclusão. Foram classificados como grupo de reabsorção da raiz (RRG). A química do sangue foi avaliada por coleta de sangue em jejum e amostras de saliva não estimuladas. Matrizes de ensaio de imuno absorção foram ligadas a enzima (ELISA) para detectar várias amostras de sangue e saliva de citocinas humanas, quimioquinas e diversas enzimas-chave que podem desempenhar um papel na reabsorção da raiz após a aplicação de força ortodôntica. Os achados bioquímicos de 16 indivíduos correspondentes foram usados como controle (GC) para medidas comparativas. Se obteve resultados em pacientes OIIRR moderada e severa, mostrando um aumento significativo em citocinas salivares, incluindo os níveis de interleucina (IL) 7, IL-10, IL-12p70 e do interferão-gama (IFN- γ), assim como uma diminuição significativa no nível de IL-4. A osteocalcina e o peptídeo N-terminal do procolágeno tipo I do péptido N-terminal (P1NP) pareciam ser os únicos fatores sanguíneos que apresentaram diferença significativa, mais no GC do que no RRG. Conclui-se que a saliva pode ser uma maneira mais valiosa de medir mudanças na expressão de citocinas do que o sangue secundário ao tratamento ortodôntico. Embora a expressão aumentada de citocinas pró-inflamatórias e anti-inflamatórias possam ser determinantes no desenvolvimento de OIIRR moderada a grave, a expressão de citocinas pode ser afetada por várias inflamações potenciais em outra parte do corpo. Pesquisas futuras poderiam investigar a relação causa / efeito de diferentes citocinas, em um grupo maior de pacientes e em diferentes intervalos de tempo, usando técnicas de radiografia de subtração digital e biossensores micro fluídicos.

VIGANÓ *et al.* (2018) avaliaram os possíveis fatores associados a reabsorção radicular comuns na ortodontia clínica diária, especialmente os hábitos parafuncionais. Um estudo retrospectivo de 600 pacientes (308 mulheres e 292

homens) previamente tratados com ortodontia foi realizado. A amostra foi dividida em dois grupos relacionados ao grau de reabsorção radicular no final do tratamento de acordo com Malmgren. O grupo 1 estava composto por 507 pacientes com média inicial de idade de 14,21 anos e que tiveram uma reabsorção externa da raiz final ausente ou leve, caracterizada pelos graus 0, 1 e 2 de reabsorção da raiz; o grupo 2 foi composto por 93 pacientes com idade média inicial de 14,57 anos e reabsorção radicular moderada ou grave, caracterizada por grau 3 e 4. Os grupos foram comparados em termos de idade no início e no final do tratamento, o tempo de tratamento, o sexo, o tipo de tratamento (com ou sem extrações) e os hábitos para funcionais (bruxismo, onicofagia, o hábito de morder objetos). A Idade inicial, o sexo, o tipo de má oclusão, os hábitos parafuncionais e as alergias não representam um risco estatisticamente significativo de reabsorção da raiz. Em conclusão, o tempo e tipo de tratamento (com e sem extrações) e a presença de reabsorção radicular externa no início do tratamento mostraram diferenças significativas.

OZ & CIĞER (2018) avaliaram as mudanças na reabsorção da raiz do incisivo, associadas com os caninos superiores impactados e a saúde dos tecidos periodontais ao redor dos caninos maxilares em erupção com tratamento ortodôntico. Foi trabalhado com 20 pacientes com um canino maxilar impactado unilateralmente. Para a análise se utilizaram tomografia computadorizada de feixe cônico (*Cone-beam*), obtidas antes e após o tratamento ortodôntico e se compararam com os caninos contralaterais que servem como dentes controle. Como resultado, obteve-se que a reabsorção da raiz estava presente em 10% dos incisivos centrais e 40% dos laterais antes do tratamento; após o tratamento, a incidência de reabsorção diminuiu. A espessura do osso bucal ao redor dos caninos impactados foi semelhante à dos caninos contralaterais, exceto na região apical. A profundidade da bolsa periodontal e a perda de osso alveolar foram maiores para os dentes caninos impactados do que para os caninos contralaterais. Conclui-se que a reabsorção da raiz do incisivo associada aos dentes caninos impactados mostrou sinais de reparação quando o dente afetado se movimentava com o tratamento ortodôntico-cirúrgico, encontrando pequenas diferenças relacionadas à saúde periodontal entre os dentes previamente impactados e os caninos contralaterais e os exames de CBCT proporcionam uma visualização mais detalhada da reabsorção do que outros métodos radiográficos.

RODRÍGUEZ *et al.* (2018) analisaram e compararam a reabsorção radicular apical externa (EARR) dos incisivos superiores tratados com arcos de intrusão ou mecanismos de arco contínuo; tomografias computadorizadas de feixe cônico (CBCT) foram realizadas em uma amostra de 28 pacientes com mordida profunda na dentição permanente divididos aleatoriamente em dois grupos: Grupo 1: 12 pacientes com média inicial de idade de $15,1 \pm 1,6$ anos e média de $4,6 \pm 1,2$ mm, tratados com arco de intrusão de *Connecticut* (CIA) no arco superior por um período médio de $5,8 \pm 1,27$. Grupo 2: 16 pacientes com idade média inicial de $22,1 \pm 5,7$ anos e uma média de sobre mordida média de $4,1 \pm 1,1$ mm tratados com nivelamento e alinhamento convencionais usando mecanismos de arco contínuo por $6,1 \pm 0,81$ meses. O grau de EARR foi detectado em 112 incisivos maxilares através do uso de *scanners* CBCT e um programa tridimensional. Os exames de CBCT foram obtidos antes do tratamento (T1) e 6 meses após o início do tratamento (T2). As diferenças entre e dentro dos grupos foram avaliadas pelos testes T pareado e não pareado, respectivamente, com nível de significância de 5%, o que permitiu encontrar diferenças significativas para ambos os grupos entre tratamento (T1) e tratamento (T2), o que indica que a EARR ocorreu em ambos os grupos. No entanto, não houve diferenças significativas quando o EARR foi comparado entre o grupo 1 (0,76 mm) e o grupo 2 (0,59 mm). Chegando à conclusão de que o arco de intrusão de *Connecticut* não levou a maior EARR dos incisivos superiores em comparação com a mecânica ortodôntica convencional.

4. DISCUSSÃO

A reabsorção radicular externa (ERR) é uma reação adversa comum e imprevisível ao movimento dentário ortodôntico, que pode até ocorrer sob condições fisiológicas (LUNA *et al.*, 2011).

A literatura evidencia muitos fatores etiológicos para a reabsorção radicular, a predisposição genética foi apresentada como um fator pouco compreendido. Apesar disso, demonstraram que mutações em genes podem ser fatores predisponentes para o desenvolvimento da reabsorção radicular (SHARAB *et al.*, 2015 & BENALCAZAR *et al.*, 2016). No entanto, embora esses estudos apontem para uma relação entre fatores genéticos e RRE, a genética não estabeleceu como um fator causal de RRE, por isso tem sido considerado um fator de risco.

Enquanto isso, os fatores hormonais e enzimáticos podem tornar certos indivíduos mais suscetíveis a reabsorção inflamatória da raiz induzida pela ortodontia, acreditando que a saliva poderia ser mais eficiente na medição de mudanças na expressão de citocinas do que no sangue. Os autores sugerem que o aumento da expressão de citocinas pró-inflamatórias e anti-inflamatórias podem ser um fator determinante no desenvolvimento da reabsorção radicular moderada a grave (YASHIN *et al.*, 2017).

Afirmaram que não foi observada uma associação estatisticamente significativa entre a prevalência e extensão de EARR, no que diz respeito a fatores tais como: a idade no início do tratamento, o sexo, o tipo de má oclusão, os hábitos funcionais e as alergias (AGARWAL *et al.*, 2016 & VIGANÓ *et al.*, 2018). No entanto, afirmaram que a prevalência da reabsorção é mais elevada em pacientes com mordida aberta tratada ortodônticamente, pacientes com má oclusão de Classe II divisão I, dentes que apresentam formas anormais de raízes, dentes hipofuncionais por falta de contatos oclusais e pacientes com hábitos como bruxismo e onicofagia (MOTOKAWA *et al.*, 2013 & BENALCAZAR *et al.*, 2016). Para iniciar o tratamento ortodôntico deve ter em conta fatores tais como a morfologia existente, a raiz em forma pontiagudas, a dilacerada e em forma de pipeta, pois a distribuição das forças

a nível apical se ver alterada, resultando em uma maior incidência de reabsorção radicular (LUNA *et al.*, 2011).

O tratamento ortodôntico a longo prazo, as extrações, o uso de *multiloopedgewise archwire* (MEAW), o uso de elásticos, o comprimento curto da raiz, o osso alveolar cortical fino, o tempo de tratamento, a reabsorção da raiz antes do início do tratamento e a distância do movimento dentário são considerados fatores de risco para a reabsorção radicular severa (MOTOKAWA *et al.*, 2012; PICANÇO *et al.*, 2013; RAICK *et al.*, 2015).

Diferem dos itens acima citados em relação ao tratamento com ou sem extrações, pois em seu estudo descobriram que não há um maior grau de reabsorção radicular no tratamento ortodôntico com extrações, comparado ao tratamento sem extrações (HERRERA *et al.*, 2015). O tratamento ortodôntico sem a extração das más oclusões Classe II com o uso de elásticos provocou uma leve reabsorção radicular semelhante à do tratamento com arco extra oral e aparelhos fixos. A possibilidade de haver maior ou menor grau de reabsorção radicular deve ser abordada com abordagem multifatorial e levando em consideração as características e a suscetibilidade particular de cada indivíduo (JANSON *et al.*, 2016).

A reabsorção radicular ocorre com maior frequência nos incisivos, especialmente nos superiores, possivelmente devido ao maior tempo ou complexidade dos movimentos necessários para a correção da moloclusão. No arco mandibular, os dentes mais propensos são os incisivos laterais e centrais (LUNA *et al.*, 2011; HERRERA *et al.*, 2015; RAICK *et al.*, 2015). Entretanto em pacientes com leve apinhamento e conseqüente baixa movimentação da raiz, um tratamento ortodôntico de baixo atrito pode conduzir a uma reabsorção da raiz apical leve, principalmente com incisivos inferiores, não encontrando evidências de que a reabsorção envolva os incisivos superiores (SAVOLDI *et al.*, 2015).

Os estudos demonstraram que não houve diferenças significativas na reabsorção radicular associada ao tratamento ortodôntico nos incisivos maxilares com tratamento de canal e os dentes contralaterais com polpas vitais (LLAMAS *et al.*, 2012 & WALKER *et al.*, 2013). Enquanto isso, discordaram, constatando que os

dentados com tratamento de canal parecem estar associados com uma reabsorção radicular significativamente menor do que os dentes contralaterais com polpa vital. (LEE YUN & LEE TAE, 2016).

Em relação a natureza da força, a aplicação de forças pesadas produziu significativamente mais reabsorção radicular do que a aplicação de forças leves (WELTMAN *et al.*, 2010). Enquanto isso, demonstraram em seu estudo que a força contínua interrompida é um bom método que poderia ser aplicado para induzir o movimento dentário, a fim de diminuir o risco de reabsorção radicular (CUOGHI *et al.*, 2014). Afirmaram que a distribuição difusa das forças aplicadas aos tecidos periodontais durante o movimento ortodôntico tende a não promover a reabsorção da raiz. No entanto, a distribuição focal dentro de uma área, mesmo em casos de forças de menor intensidade, tende a ser comumente associada a reabsorção radicular (CONSOLARO, 2014).

Em relação a biomecânica utilizada durante o tratamento ortodôntico, o movimento de intrusão é considerado o tipo de movimento que prejudica mais a raiz do dente, causando aproximadamente quatro vezes mais reabsorção da raiz do que o movimento de extrusão (HAN *et al.*, 2005). Entretanto, revelaram que as taxas de intrusão e reabsorção radicular foram maiores usando o método de intrusão de incisivos com suporte de mini implantes colocados anteriormente, em comparação com as taxas de intrusão resultantes dos mini implantes colocados posteriormente (ARAS & TUNCER, 2016).

Além disso, em movimentos intrusivos de dentes posteriores com mini implantes aplicando uma força intrusiva média (150g) em todas as raízes investigadas mostraram uma reabsorção radicular significativa, sendo registrada uma perda média de volume mais alta para a raiz mesiobucal e uma menor reabsorção foi registrada para a raiz distobucal (LI *et al.*, 2013). Não encontraram diferenças significativas no grau de reabsorção da raiz do incisivo maxilar entre a intrusão com arco de intrusão de *Connecticut* (CIA) e a mecânica do alinhamento arcos contínuos (RODRIGUES *et al.*, 2018).

Em movimentos de retração anterior, apontam que os incisivos superiores não apresentaram diferenças significativas na reabsorção da raiz quando a retração

anterior for realizada com ou sem ancoragem esquelética. No entanto, para o grupo com fixação esquelética, o número de pacientes com reabsorção severa a extrema foi significativamente maior (BARROS *et al.*, 2017).

Em relação a rápida expansão do maxilar (RME), realizaram o primeiro estudo da literatura em que medições 3D foram feitas por tomografia computadorizada de feixe cônico para avaliar a perda de volume da raiz em pré-molares e molares maxilares após a RME, descobrindo que os volumes das raízes diminuíram significativamente em todas as raízes investigadas (BAYSAL *et al.*, 2012). Isto está de acordo com os achados das investigações realizadas posteriormente onde descobriram que o RME é uma técnica ortodôntica com uma alta taxa de reabsorção radicular dos dentes pilares (AKYALCIN *et al.*, 2015 & MARTINS *et al.*, 2016). Em relação a superfície da raiz mais reabsorvida após a RME, as maiores cargas de compressão transferidas sobre a superfície bucal durante a RME podem explicar a maior reabsorção radicular na superfície vestibular (BAYSAL *et al.*, 2012; AKYALCIN *et al.*, 2015; MARTINS *et al.*, 2016).

A tração extra oral (EOT) pelo casquete occipital é um método de fixação ortopédica amplamente utilizado para o controle do crescimento maxilar. Encontraram que não houve diferenças na frequência e na gravidade da reabsorção radicular apical dos primeiros molares permanentes maxilares tratados ou não com tração extra oral, detectado pela tomografia computadorizada (CURADO *et al.*, 2011).

Os pacientes com pelo menos um canino maxilar impactado ortodonticamente com exposição cirúrgica e tração experimentaram níveis semelhantes de reabsorção radicular em comparação com os pacientes ortodônticos com caninos que romperam normalmente (LEMPESI *et al.*, 2014). Entretanto, afirmaram que a reabsorção da raiz incisiva associada com os dentes caninos impactados mostraram sinais de reparação depois que o canino afetado foi movido e que o prognóstico a longo prazo é muito bom, mesmo em casos com reabsorção grave, onde foi encontrada pequenas diferenças relacionadas a saúde periodontal entre os dentes caninos previamente impactados e os dentes contralaterais (OZ & CIĞER, 2018).

A reabsorção invasiva cervical da raiz (ICRR) é uma forma rara, insidiosa e agressiva de reabsorção radicular externa. Descobriram que a reabsorção radicular cervical é uma causa negligenciada por falhas na resolução ortodôntica dos caninos impactados, se nenhum movimento do canino impactado for observado, uma CBCT deve ser considerada para verificar o ICRR e avaliar os danos dos dentes adjacentes (BECKER *et al.*, 2013). Além disso, a reabsorção radicular cervical foi estudada em molares, os autores descobriram que a incidência de reabsorção radicular cervical nos dentes molares de pacientes ortodônticos tem uma baixa incidência a médio prazo (0,9%). As longas distâncias do movimento e / ou a longa duração do tratamento podem estar relacionadas ao desenvolvimento dessas lesões (THONEN *et al.*, 2013).

Em relação ao tipo de dispositivos utilizados, após o tratamento ortodôntico não houve diferença estatisticamente significantes na quantidade e aparência da reabsorção radicular entre aparelhos auto ligáveis, aparelhos bifuncionais QR e os aparelhos convencionais (JACOBS *et al.*, 2014; CHEN *et al.*, 2015; HEIFFIG *et al.*, 2016; Ruiz *et al.*, 2017). Concordaram com o que foi previamente anunciado, no entanto, referem-se que os aparelhos auto ligáveis parecem ter uma vantagem para proteger o incisivo central superior da reabsorção radicular, que ainda precisa ser confirmada por estudos de maior qualidade (YI *et al.*, 2016).

Em relação ao tratamento ortodôntico com alinhadores, a reabsorção das raízes apicais em pacientes Classe I durante o tratamento ortodôntico completamente implementado com alinhadores *Invisalign*, relataram que 46% e 41,81% de todos os dentes analisados apresentaram redução da raiz (KRIEGER *et al.*, 2013 & GAY *et al.*, 2017). Por outro lado, descobriram que não houve diferenças estatisticamente significativas em relação a reabsorção radicular pelo tipo de dispositivo ortodôntico utilizado, sejam eles alinhadores removíveis ou aparelhos fixos (IGLESIAS *et al.*, 2017).

Em relação a técnica utilizada, o tratamento ortodôntico empregando a técnica de *Edgewise* com acessórios totalmente programados e fios de níquel titânio foi o que apresentou menores graus de reabsorção radicular apical em comparação a técnica *Edgewise* com acessórios padrão e fios de aço inoxidável. (ALMADA *et al.*,

2007). Entretanto, descobriram que os dentes que foram submetidos a técnica de arco de canto apresentaram um risco 3,3 vezes maior de ter reabsorção radicular em comparação com as técnicas de MBT, Ricketts e Roth (GONZÁLEZ *et al.*, 2012). Diferem do exposto anteriormente porque descobriram que a reabsorção das raízes após o tratamento ortodôntico com a técnica de MBT foi significativamente maior do que o tratamento com a técnica padrão de *Edgewise*. Esse achado pode ser atribuído a um maior movimento da raiz na técnica do MBT devido aos *bráquetes* utilizados nesta técnica (ZAHED *et al.*, 2013). Enquanto isso, com base nos resultados do estudo, descobriram que a magnitude da reabsorção da raiz apical nos incisivos superiores era semelhante e independentemente da técnica ortodôntica utilizada, lingual ou convencional. Ambas as técnicas resultaram em um arredondamento apical; no entanto, este efeito foi clinicamente insignificante (NASSIF *et al.*, 2017).

Quando a reabsorção atingiu níveis apreciáveis é aconselhável interromper as forças ortodônticas durante um período de tempo para permitir o reparo das crateras. O reparo da reabsorção radicular é um fenômeno espontâneo, baseado no tempo, com um período de descanso maior que 6 semanas, que mostra uma melhor cicatrização que um período de descanso mais curto de 4 semanas (MEHTA *et al.*, 2017).

Existem métodos alternativos para acelerar o movimento dentário de forma eficaz e, assim, reduzir a duração do tratamento ortodôntico. O procedimento de piezocisão que inicia o fenômeno regional de aceleração é um deles, ele pode aumentar a reabsorção iatrogênica da raiz quando usada em conjunto com as forças ortodônticas. A piezocisão aplicada perto das raízes pode causar danos iatrogênicos às raízes vizinhas e deve ser usado com cuidado (PATTERSON *et al.*, 2017). Enquanto isso, concluíram que a aplicação diária de ultrassom pulsado de baixa intensidade (LIPUS) por 20 min / dia, por 4 semanas reduziu significativamente a gravidade da reabsorção radicular causada pelo movimento do torque em dentes humanos (RAZA *et al.*, 2016).

Uma vez que o aparelho ortodôntico é instalado na boca é aconselhável verificar que nenhum grau de reabsorção está ocorrendo por meio de controles radiográficos aos 6 - 9 meses (VAQUERO *et al.*, 2011). Por outro lado, concluíram

que o exame radiográfico de 3 a 6 meses de tratamento ortodôntico é muito cedo e não reduzirá o número de pacientes que terão uma reabsorção radicular grave (MAKEDONAS, LUND & HANSEN, 2013). Enquanto isso, outro estudo discordam, constatando que é necessário que todos os pacientes com tratamento ortodôntico sejam submetidos um controle radiográfico a cada 3 ou 6 meses, de acordo com os fatores de risco presentes em cada indivíduo (BENALCAZAR *et al.*, 2016).

A tomografia computadorizada por feixe cônico (CBCT), é a técnica mais precisa para a detecção de RRE, pois permite obter imagens tridimensionais eliminando sobreposições e tem uma exposição reduzida à radiação em comparação com a tomografia convencional. Atualmente, esta técnica não substituiu as radiografias periapicais ou panorâmicas, mas constitui uma forma complementar quando a técnica de rotina superestima o grau de reabsorção. O principal problema com este método é a dose de radiação recebida pelo paciente e o custo econômico do mesmo. Atualmente, não existe um método ideal de escolha para detectar a reabsorção radicular (VAQUERO *et al.*, 2011; MAKEDONAS, LUND & HANSEN, 2013; HONG *et al.*, 2013 & BENALCAZAR *et al.*, 2016).

5. CONCLUSÕES

- A etiologia da reabsorção radicular, é complexa e multifatorial, depende de fatores etiológicos como genética, idade, sexo, morfologia radicular, hábitos parafuncionais e fatores mecânicos relacionados ao tratamento ortodôntico e dentre os quais podemos citar tipo de aparelho, magnitude da força aplicada, tipo e duração de força e tempo de tratamento.

- Baseando-se em uma revisão de literatura, pode-se concluir que todos os pacientes que se submetem ao tratamento ortodôntico apresentam algum grau de reabsorção radicular no final do tratamento, que na maioria das vezes seja leve e cessa com o tratamento ortodôntico. Porém, as melhores estéticas e funcionais proporcionadas pelo tratamento ortodôntico justificam os riscos da ocorrência da reabsorção radicular.

- É muito importante fazer boa anamnese do paciente antes do tratamento, para evitar reabsorções severas. Através de radiografias é possível identificar reabsorções prévias ao tratamento, as alterações morfológicas das raízes e da crista ósseo alveolar, a densidade óssea e a espessura do ligamento periodontal.

- Os movimentos de intrusão dentária devem ser realizados aplicando-se forças leves, uma vez que esta mecânica de movimento é a causa do maior número de reabsorções radiculares. As forças ortodônticas devem ser leves e contínuas interrompidas. A distribuição difusa das forças aplicadas aos tecidos periodontais durante o movimento ortodôntico tende a não promover a reabsorção da raiz.

- Não houve diferença estatisticamente significativa na quantidade e aparência da reabsorção radicular entre os diferentes dispositivos utilizados, sejam eles alinhadores removíveis ou dispositivos fixos.

- Independentemente da técnica empregada, o tratamento ortodôntico como um todo apresentou um grau de reabsorção radicular apical. Entretanto, a

biomecânica usada em cada técnica podem se tornar um fator que aumenta o risco de geração de reabsorção radicular.

- A reabsorção radicular apresenta variações individuais, por isso é necessário monitorar radiograficamente cada paciente depois dos seis meses de iniciar o tratamento e elaborar um protocolo clínico individual de acordo com os fatores de risco e o grau de reabsorção encontradas.

- A tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) é a técnica mais precisa para detectar o RRE, porque permite obter imagens tridimensionais, mas apesar disto, atualmente, não existe um método radiográfico de eleição ideal para detectar a reabsorção radicular.

- Recomenda-se fazer uma pausa de pelo menos 6 semanas para permitir a reparação das lagoas, o que reduzirá o risco de encurtamento radicular extenso durante o resto do tratamento.

- A reabsorção cervical é uma causa da falha ortodôntica frequentemente não diagnosticada ou não reconhecida para a solução dos caninos impactados, deve-se usar CBTC para a detecção precoce e uma avaliação precisa do dano potencial aos dentes de fixação adjacentes.

- Os caninos maxilares impactados tratados ortodonticamente com exposição cirúrgica e tração experimentam níveis semelhantes de reabsorção radicular em comparação com os pacientes ortodônticos com caninos que erupcionaram normalmente.

- De acordo com a maioria dos autores, a reabsorção radicular ocorre com maior frequência nos incisivos, especialmente nos superiores, possivelmente devido ao maior tempo ou complexidade dos movimentos necessários para a correção da má oclusão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMADA, S.; SILVA, L.; DE MORAES, A.; APARECIDO, C.; SANTOS, S. Análise radiográfica computadorizada da reabsorção radicular apical após a utilização de duas mecânicas ortodônticas. **R Dental Press Ortodon Ortop Facial**, v. 12, n. 1, p. 48-55, 2007.

ARAS, I.; TUNCER, A. V. Comparison of anterior and posterior mini-implant-assisted maxillary incisor intrusion: Root resorption and treatment efficiency. **Angle Orthodontist**, v. 86, n 5, p. 746-752, 2016.

AKYALCIN, S.; ALEXANDER, S. P.; SILVA, R. M.; ENGLISH J. D. Evaluation of three-dimensional root surface changes and resorption following rapidmaxillary expansion: a cone beam computed tomography investigation. **OrthodCraniofac Res**, v. 18, n. 1, p. 117–126, 2015.

AGARWAL, S. S.; CHOPRA, S.; KUMAR, P.; JAYAN, B.; NEHRA, K.; MOHIT, L. T. A radiographic study of external apical rootresorption in patients treated with single-phasefixed orthodontic therapy. **Medical Journalarmed Forces India**, v. 72, n. 1, p. 8-16, 2016.

BAYSAL, A.; KARADEDE, I.; HEKIMOGLU, S.; UCAR, F.; OZER, T.; VELI, I.; UYSAL, T. Evaluation of root resorption following rapid maxillary expansion using cone-beam computed tomography. **The Angle Orthodontist**, v. 82, n. 3, p. 488-494, 2012.

BARROS, S.; JANSON, G.; CHIQUETO, K.; BALDO, V.; BALDO, T. Root resorption of maxillary incisors retracted with and without skeletal anchorage. **Am J OrthodDentofacialOrthop**, v. 151, p. 397-406, 2017.

BECKER, A.; ABRAMOVITZ, I.; CHAUSHU, S. Failure of treatment of impacted canines associated with invasive cervical root resorption. **Angle Orthodontist**, v. 83, n. 5, p. 870–876, 2013.

BENALCAZAR, G.; CACUA, M.; OTERO, L. Root resorption associated to orthodontic movement. **Revista Científica Soc. Colombiana Ortodoncia**, v. 3, n. 1, p. 29-36, 2016.

CURADO, J.; PORTO, O.; GONÇALVES, A.; ESTRELA, C. Apical root resorption of maxillary first molars related to headgear use as detected by cone beam computed tomography. **Stomatos**, v. 17, n. 33, 2011.

CONSOLARO, A. Force distribution is more important than its intensity. **Dental Press J Orthod**, v. 19, n. 1, p. 5-7, 2014.

CUOGHI, O.; AIELLO, C.; CONSOLARO, A.; TONDELLI, P.; MENDONÇA, M. Resorption of roots of different dimension induced by different types of forces. **Braz Oral Res.**, v. 28, n. 1, p. 1-7, 2014.

CHEN, W.; AMINUL, A.; ZHOU, Y. Root resorption of self-ligating and conventional preadjusted brackets in severe anterior crowding Class I patients: a longitudinal retrospective study. **BMC Oral Health**, v. 15, p. 115, 2015.

GONZÁLEZ, F.; ROBLES, V.; RIVERO, L.; PALIS, M.; PULIDO, J. Reabsorción radicular inflamatoria en sujetos con tratamiento ortodóntico. Cartagena (Colombia). **Salud Uninorte. Barranquilla (Col.)**, v. 28, n. 3, p. 382-390, 2012.

GAY, G.; RAVERA, S.; CASTROFLORIO, T.; GARINO, F.; ROSSINI, G.; PARRINI, S.; CUGLIARI, G.; DEREGIBUS, A. Root resorption during orthodontic treatment with Invisalign®: a radiometric study. **Progress in Orthodontics**, v. 18, n. 1, p. 12, 2017.

HAN, G.; HUANGA, S.; VON DEN HOFFB, J.; ZENG, X.; KUIJPERS, A. Root Resorption after Orthodontic Intrusion and Extrusion: An Intra individual Study. **Angle Orthodontist**, v. 75, n. 6, 2005.

HONG, J.; SHU, W.; TSAI, M.; HSU, J.; CHANG, H.; TUNG, K. A cone-beam computed tomography study of orthodontic apical root resorption. **Journal of Dental Sciences**, v. 8, n. 1, p. 74-79, 2013.

HEIFFIG, R.; JANSON, G.; MURILLO, M.; SALVATORE, M.; DE LIMA, D.; GAMBA, D.; DE FREITAS, M. External root resorption with the selfligating Damon system—a retrospective study. **Progress in Orthodontics**, v. 17, p. 20, 2016.

HERRERA, M.; MONTESINOS, A.; MELENDEZ, A. Incidencia de reabsorción radicular en pacientes terminados del departamento de ortodoncia de la división de estudios de posgrado e investigación de la facultad de odontología UNAM, en el periodo 2010-2012. **Revista Mexicana de Ortodoncia**, v. 3, n. 3, p. 176-185, 2015.

IGLESIAS, A.; SONNENBERGB, B.; SOLANOB, B.; YANEZ, R.; SOLANOD, E.; LINDAUERE, S.; FLORES, C. Orthodontically induced external apical root resorption in patients treated with fixed appliances vs removable aligners. **The Angle Orthodontist**, v. 87, n. 1, p. 3-10, 2017.

JACOBS, C.; GEBHARDT, P.; JACOBS, V.; HECHTNER, M.; MEILA, D.; WEHRBEIN, H. Root resorption, treatment time and extraction rate during orthodontic treatment with self-ligating and conventional brackets. **Head & Face Medicine**, v. 23, n. 10, 2014.

JANSON, G.; NIEDERBERGER, A.; GAMBA, D.; CALDAS, W. Root resorption in Class II malocclusion treatment with Class II elastics, **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 150, p. 585-591, 2016.

KRIEGER, E.; DRECHSLER, T.; SCHMIDTMANN, I.; JACOBS, C.; HAAG, S.; WEHRBEIN, H. Apical root resorption during orthodontic treatment with aligners? A retrospective radiometric study. **Head & Face Medicine**, v. 9, p. 21, 2013.

LUNA, C.; SÁNCHEZ, A.; ZAPATA, E.; RENDÓN, J. Reabsorción radicular asociada a movimientos ortodóncicos: una revisión de literatura. **Revista Nacional de Odontología**, v. 7, n. 13, p. 61-67, 2011.

LI, W.; CHEN, F.; ZHANG, F.; DING, W.; YE, Q.; SHI, J.; FU, B. Volumetric measurement of root resorption following molar mini-screw implant intrusion using cone beam computed tomography. **PLoS ONE**, v. 8, n. 4, 2013.

LEMPESI, E.; PANDIS, N.; FLEMING, P.; MAVRAGANI, M. A comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with surgical exposure and traction of maxillary impacted canines versus that without impactions. **European Journal of Orthodontics**, v. 36, p. 690–697, 2014.

LEE, Y.; LEE, T. External root resorption during orthodontic treatment in root-filled teeth and contralateral teeth with vital pulp: A clinical study of contributing factors. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 149, n. 1, p. 84-91, 2016.

LLAMAS, J.; AMARILLA, A.; ESPINAR, E.; CASTELLANOS, L.; MARTÍN, J.; SÁNCHEZ, B.; LÓPEZ, F. External apical root resorption in maxillary root-filled incisors after orthodontic treatment: A split-mouth design study. **Med Oral Patol Oral Cir Bucal**, v. 17, n. 3, p. 523-527, 2012.

MOTOKAWA, M.; SASAMOTO, T.; KAKU, M.; KAWATA, T.; MATSUDA, Y.; TERAOKA, A.; TANNE, K. Association between root resorption incident to orthodontic treatment and treatment factors. **European Journal of Orthodontics**, v. 34, p. 350–356, 2012.

MOTOKAWA, M.; TERAOKA, A.; KAKU, M.; KAWATA, T.; GONZALES, C.; DARENDELILER, M.; TANNE, K. Open bite as a risk factor for orthodontic root resorption, **European Journal of Orthodontics**, v. 35, p. 790–795, 2013.

MAKEDONAS, D.; LUND, H.; HANSEN, K. Root resorption diagnosed with cone beam computed tomography after 6 months and at the end of orthodontic treatment with fixed appliances. **Angle Orthodontist**, v. 83, n. 3, 2013.

MEHTA, S.; DESHMUKH, S.; SABLE, R.; PATIL, A. Comparison of 4 and 6 weeks of rest period for repair of root resorption. **Progress in Orthodontics**, v. 18, n. 18, 2017.

MARTINS, D.; SOUKIB, B.; CHEIBA, P.; SILVAC, G.; REISD, I.; OLIVEIRAS, D.; NUNES, E. Rapid maxillary expansion: Do banded teeth develop more external root resorption than non-banded anchorage teeth?. **Angle Orthodontist**, v. 86, n. 1, 2016.

NASSIF, C.; FERREIRA, A.; CASTRO, A.; PINELLI, D.; CARDOSO, M.; RODRIGUES, R. Comparative study of root resorption of maxillary incisors in patients treated with lingual and buccal orthodontics. **Angle Orthodontist**, v. 87, n. 6, p. 795-800, 2017.

OZ AZ, CIGER S. Health of periodontal tissues and resorption status after orthodontic treatment of impacted maxillary canines. **Niger J Clin Pract.**, v. 21, p. 301-305, 2018.

PATTERSON, B.; DALCI, O.; PAPADOPOULOU, A.; MADUKURI, S.; MAHON, J.; PETOCZ, P.; SPAHR, A.; DARENDELILER, M. Effect of piezocision on root resorption associated with orthodontic force: A microcomputed tomography study. **Am J OrthodDentofacialOrthop**, v. 151, p. 53-62, 2017.

PICANÇO, G.; FREITAS, K.; CANÇADO, R.; VALARELLI, F.; PICANÇO, P.; FEIJÃO, C. Predisposing factors to severe external root resorption associated to orthodontic treatment. **Dental Press J Orthod**, v. 18, n. 1, p. 110-120, 2013.

RAZA, H.; MAJOR, P.; DEDERICH, D.; BIALY, T. Effect of low-intensity pulsed ultrasound on orthodontically induced root resorption caused by torque: A prospective, double-blind, controlled clinical trial. **AngleOrthodontist**, v. 86, n. 4, 2016.

RUIZ, P.; BRAVO, M.; PRADO, J. Reabsorción radicular externa apical en incisivos y caninos superiores e inferiores sometidos a tratamiento de Ortodoncia en etapa inicial. **Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatria**, 2017.

RAICK, C.; RAMOS, R.; VILELLA, O. Severe root resorption resulting from orthodontic treatment: Prevalence and risk factors. **Dental Press J Orthod**, v. 20, n. 1, p. 52–58, 2015.

RODRIGUES, M.; BUTZKE, A.; FREIRE, T.; BRITO, J.; RODRIGUES, R.; NANDA, R. A comparative study of the effect of the intrusion arch and straight wire mechanics on incisor root resorption: A randomized, controlled trial. **The Angle Orthodontist**, v. 88, n. 1, p. 20-26, 2018.

SHARAB, L.; MORFORD, L.; DEMPSEY, J.; ALENCAR, G.; MASON, G.; JACOBSON, E.; KLUEMPER, G.; MACRI, J.; HARTSFIELD, J. Genetic and treatment-related risk factors associated with external apical root resorption (EARR) concurrent with orthodontia. **Orthod Craniofacial Res**, v. 18, n. 1, p. 71–82, 2015.

SAVOLDI, F.; BONETTI, S.; DALESSANDRI, D.; MANDELLI, G.; PAGANELLI, C. Incisal Apical Root Resorption Evaluation after Low-Friction Orthodontic Treatment Using Two-Dimensional Radiographic Imaging and Trigonometric Correction. **Journal of Clinical and Diagnostic Research**, v. 9, n. 11, p. 70-74, 2015.

THONEN, A.; PELTOMAKI, T.; PATCAS, R.; ZEHNDER, M. Occurrence of Cervical Invasive Root Resorption in First and Second Molar Teeth of Orthodontic Patients Eight Years after Bracket Removal. **JEndod**, v. 39, p. 27–30, 2013.

VAQUERO, P.; PEREA, B.; LABAJO, E.; SANTIAGO, A.; GARCÍA, F. Reabsorción radicular durante el tratamiento ortodóncico: causas y recomendaciones de actuación. **CientDent**, v. 8, n. 1, p. 61-70, 2011.

VIGANÓ, J.;ALBUQUERQUE, A.; SALVATORE, K.; PINELLI, F.; HERMONT, R.; GOBBI, R.; GOBBI, R. Factors Associated to Apical Root Resorption after Orthodontic Treatment. **The Open Dentistry Journal**, v. 12, p. 331-339, 2018.

WELTMAN, B.; VIG, K.; FIELDS, H.; SHANKER, S.; KAIZAR, E. Root resorption associated with orthodontic tooth movement: A systematic review. **Am J OrthodDentofacialOrthop**, v. 137, p. 462-476, 2010.

WALKER, S.; TIEU, L.; MIR, C. Radiographic comparison of the extent of orthodontically induced external apical root resorption in vital and root-filled teeth: a systematic review. **European Journal of Orthodontics**, v. 35, p. 796–802, 2013.

YI, J.; LI, M.; LI, Y.; LI, X.; ZHAO, Z. Root resorption during orthodontic treatment with self-ligating or conventional brackets: a systematic review and meta-analysis. **BMC Oral Health**, v. 16, n. 125, 2016.

YASHIN, D.; DALCI, O.; ALMUZIAN, M.; CHIU, J.; AHUJA, R.; GOEL, A.; DARENDELILER, M. Markers in blood and saliva for prediction of orthodontically induced inflammatory root resorption: a retrospective case controlled-study. **Progress in Orthodontics**, v. 18, n. 27, 2017.

ZAHED, Z.; OSHAGH, M.; MOMENI, D.; ROEINPEIKAR, S. A Comparison of Apical Root Resorption in Incisors after Fixed Orthodontic Treatment with Standard Edgewise and Straight Wire (MBT) Method. **J Dent Shiraz Univ Med Sci**, v. 14, n. 3, p. 103-110, 2013.