FACULDADE SETE LAGOAS - FACSETE

THAIS FERNANDES TEREZZINO

REABSORÇÃO RADICULAR EM ORTODONTIA: MEDIDAS PARA PREVENÇÃO

SÃO PAULO

2017

THAIS FERNANDES TEREZZINO

REABSORÇÃO RADICULAR EM ORTODONTIA: MEDIDAS PARA PREVENÇÃO

Monografia apresentada ao curso de Especialização Lato Sensu da Faculdade Sete Lagoas, como requisito parcial para conclusão do Curso de Especialização em Ortodontia
Área de concentração: Ortodontia
Orientador: M.e Sílvio Kazutoshi Gunzi

SÃO PAULO
2017

Terezzino, Thais Fernandes.
Reabsorção radicular em ortodontia: medidas para prevenção / Thais Terezzino. - 2017.
38 f. ;
Orientador: Sílvio Kazutoshi Gunzi.
Monografia (especialização) – Faculadade Sete Lagoas, 2017.
1. Reabsorção radicular externa. 2. Tratamento ortodôntico. 3. Prevenção.
I. Título.
II. Sílvio Kazutoshi Gunzi.

FACULDADE SETE LAGOAS – FACSETE

Monografia intitulada “Reabsorção radicular em ortodontia: medidas para prevenção” de autoria da aluna Thais Fernandes Terezzino, aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

_____

Prof. Dr. José Luis Gonçalves Bretos - Coordenador

_____

Prof.(a) Examinador(a) - FACSETE

_____

Prof.(a) Examinador - FACSETE

São Paulo, _____de_____ de 2017.

AGRADECIMENTOS:

Primeiramente, agradeço a **Deus** por ter me dado força, saúde e por iluminar o meu caminho todos os dias.
Agradeço, também, o meu marido, **Ronaldo**, meu melhor amigo, pelo companheirismo, pela compreensão, amor e por ter me dado, durante essa jornada, o maior presente da minha vida – **Mariah** – minha filha linda, doce e meiga, que hoje me dá força, através do seu sorriso lindo e olhar penetrante, para continuar a cada dia lutando. Amo vocês incondicionalmente!
Aos **meus Pais**, minha base, minha fortaleza. Vocês são sensacionais. Sem vocês, nada seria possível. Amor eterno!
Ao meu querido Professor e Orientador, **Silvio Kazutoshi Gunzi**, sempre disponível ao longo do curso e na elaboração deste trabalho. Você foi fundamental para meu aprendizado. Obrigada por dividir seu conhecimento conosco!
Ao querido Professor **José Alexandre Alambert Kozel**, sempre presente, desde o aperfeiçoamento, com suas dicas e conhecimento valiosos!
Ao Coordenador deste curso, **José Luis Gonçalves Bretos**, sempre acolhedor, nos proporcionou aulas sempre muito ricas em informações, das quais levarei para minha vida toda!
Aos demais professores, todo o meu carinho e gratidão! **Nivio Valter Dias**, **Edgard de Paula Filho**, **Sergio Jakob** e **Sergio Fagundes**, por dividirem o vosso conhecimento sempre com muita vontade!
Aos amigos que ganhei durante essa etapa e que fizeram tudo ficar mais fácil. **Luciana Ayumi Kurokawa**, **Marco Antonio Martinho Lucas** e **Erica Pinheiro**, vocês foram fundamentais! Muito obrigada pela amizade!

RESUMO

A reabsorção radicular é um efeito adverso comumente associado ao tratamento ortodôntico que resulta na perda permanente de estrutura dentária a partir do ápice. De etiologia multifatorial, ainda não há meios de se prever quais pacientes irão desenvolver o processo, mas é possível verificar que certas características estão associadas ao risco aumentado de ocorrência da reabsorção radicular. O objetivo deste trabalho foi, por meio da revisão de literatura, apresentar e discutir fatores visando à prevenção da reabsorção radicular, sobretudo, aqueles diretamente envolvidos com o tratamento ortodôntico, suscetibilidade e, em especial, o papel do tratamento endodôntico. Foram encontrados que grandes movimentos ortodônticos, em especial na região dos incisivos, determinam maior risco para o desenvolvimento da reabsorção radicular, independente do tipo de sistema e material utilizados. Além disso, polimorfismos genéticos responsáveis pela produção aumentada de citocinas inflamatórias foram identificados em indivíduos acometidos pela reabsorção radicular. Há provas crescentes de que o tratamento endodôntico não é fator de risco, pelo contrário, a remoção de células da polpa dentária reduziria e, até impediria, a instalação do processo inflamatório que eventualmente resultasse na reabsorção radicular. Portanto, como não é possível determinar quais pacientes irão desenvolver o processo, a prevenção se baseia na aplicação de forças leves e intermitentes, controle radiográfico, interrupção e replanejamento do tratamento ortodôntico quando a reabsorção radicular fosse diagnosticada e, indicação de tratamento endodôntico para casos ativos não responsivos.

Palavras-chaves: Reabsorção radicular externa; tratamento ortodôntico; prevenção.

ABSTRACT

Root resorption is an adverse effect commonly associated with orthodontic treatment resulting in permanent loss of dental structure from the apex. Its etiology is multifactorial, and there is still no way to predict which patients will develop the process, but it is possible to verify that certain characteristics are associated with the increased risk of occurrence of root resorption. The objective of this study was to present and discuss factors for the prevention of root resorption, especially those directly involved with orthodontic treatment, susceptibility and, especially, the role of endodontic treatment. It was found that extensive orthodontic movements, especially in the incisors region, pose a greater risk for the development of root resorption, regardless of the type of system and material used. In addition, genetic polymorphisms responsible for the increased production of inflammatory cytokines were identified in subjects affected by root resorption. There is increasing evidence that endodontic treatment is not a risk factor; on the contrary, the removal of cells from the dental pulp would reduce and even prevent the installation of the inflammatory process that eventually results in root resorption. Therefore, because it is not possible to determine which patients will develop the process, prevention is based on the application of light and intermittent forces, radiographic control, interruption and replanning of orthodontic treatment when root resorption was diagnosed, and indication of endodontic treatment for active cases not responsive.

Keywords: Root resorption; orthodontic treatment; prevention.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....7

2 PROPOSIÇÃO.....9

3 REVISÃO DE LITERATURA.....10

4 DISCUSSÃO.....30

4.1 Movimentação ortodôntica.....31

4.2 Suscetibilidade.....32

4.3 Tratamento endodôntico.....34

5 CONCLUSÃO.....35

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....36

1 INTRODUÇÃO

A reabsorção radicular é um efeito adverso comumente associado ao tratamento ortodôntico que resulta na perda permanente de estrutura dentária a partir do ápice. Insere-se no tipo inflamatório, asséptico, que pode resultar na necrose isquêmica do ligamento periodontal; se a perda de material acometer a dentina, o processo é irreversível (GANDA et al., 2009; CONSOLARO; FURQUIM, 2016). As forças ortodônticas podem comprimir totalmente os vasos sanguíneos e cortar a nutrição para os cementoblastos, ou o contato dente-osso pode também eliminá-los fisicamente, desprotegendo a superfície radicular (CONSOLARO, 2011; CONSOLARO, 2013; CONSOLARO et al., 2016).

Não constitui no único fator responsável pela reabsorção radicular, mas pode ser considerado como o principal deflagrador dessa condição, sendo fundamental entender o papel do tratamento ortodôntico. Nesse contexto, a etiologia da reabsorção radicular é de natureza multifatorial, que envolve características individuais, predisposição genética e o efeito das forças ortodônticas. O primeiro fator está ligado, por exemplo, à gravidade da maloclusão, histórico de tratamento ortodôntico anterior, doença periodontal (GANDA et al, 2009; LEMPESI et al, 2014; MOTOKAWA et al, 2013); o segundo se refere a polimorfismos genéticos recém-identificados como responsáveis pela resposta inflamatória aumentada(ELHADDAOUI et al, 2016); e o terceiro fator, em especial, à intensidade das forças aplicadas e tempo de tratamento(ALZAHAWI et al, 2014; GANDA et al, 2009; GONZÁLEZ et al, 2014; PICANÇO et al, 2013; SAWICKA et al, 2014).

Os dentes anteriores são mais afetados pela reabsorção radicular, provavelmente porque possuem raiz cônica, conduzindo diretamente a força ortodôntica para o ápice. Além disso, pela sua posição, os incisivos estão mais expostos a fatores externos, como trauma, tornando-os uma boa referência para a intensidade da reabsorção radicular durante o tratamento ortodôntico (ALZAHAWI et al., 2014; ELHADDAOUI et al., 2016; GANDA et al., 2009; MAUÉS et al., 2015; PICANÇO et al., 2013).

Uma vez que a prevalência varia substancialmente entre os pacientes, devido à influência das características do próprio paciente na indução da reabsorção radicular, para a prevenção da mesma deve-se periodicamente realizar radiografias durante o tratamento ortodôntico. Se a reabsorção radicular for “subjetivamente”

diagnosticada, o tratamento deve ser interrompido e replanejado (MOTOKAWA et al., 2013).

Sabemos que a reabsorção radicular está presente na maioria dos pacientes tratados ortodonticamente, dessa forma, o estudo dessa condição leva a investigações constantes e mais profundas sobre como prever e prevenir.

2 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste trabalho foi, por meio da revisão de literatura, apresentar e discutir fatores visando à prevenção da reabsorção radicular, sobretudo, aqueles diretamente envolvidos com o tratamento ortodôntico, suscetibilidade e, em especial, o papel do tratamento endodôntico.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Em 2006, Er et al. reportaram um caso de tratamento de uma lesão periradicular causada pela colocação de mini-implantes ortodônticos instalados na região palatina na altura dos ápices dos incisivos laterais. Um indivíduo do gênero feminino, 22 anos de idade, com maloclusão de Classe II, divisão 2ª, tinha como plano de tratamento, a distalização de ambos os primeiros molares superiores, seguida pela instalação do aparelho fixo. Para a distalização dos molares, foi desenvolvido um sistema constituído por um aparelho associado com uma ancoragem por mini-implante. Após dois meses, a paciente queixou-se de dor na região do incisivo lateral superior direito. No exame intrabucal, foram observados trajetos fistulosos na região vestibular e no palato. Radiograficamente, foi observada uma grande lesão radiolúcida, de margens definidas, em torno da raiz do incisivo lateral superior direito. Realizou-se o tratamento endodôntico, com obturação por com guta-percha e cimento AH Plus®, pela técnica de condensação lateral. A restauração final do dente foi finalizada pelo uso de resina. Ao final de dez meses, o dente foi reavaliado, sendo constatada a ausência de sintomas e a imagem radiográfica mostrou ausência da lesão. Este caso ilustrou o cuidado na instalação de mini-implantes, especialmente na proximidade de raízes.

Em 2008, Camargo et al. realizaram uma revisão na literatura a respeito das características clínicas e radiográficas das reabsorções radiculares internas e externas, apresentando três casos clínicos, e destacando-se a importância dos recursos radiográficos no diagnóstico, evolução, tratamento e acompanhamento. No primeiro caso, uma paciente com 35 anos de idade, com anamnese clínica sem alterações, observou-se radiograficamente, a presença de reabsorção radicular interna extensa no dente 42 e lesão periapical, apresentando a polpa necrosada; optou-se pela medicação intracanal com hidróxido de cálcio por 14 dias, após a qual foi realizada uma obturação pela técnica híbrida modificada; o acesso endodôntico foi selado com resina, e o caso seguiu com acompanhamento anual. No segundo caso, um paciente de 41 anos, com anamnese sem alterações, verificou-se normalidade dos tecidos periodontais, ausência de cáries, maloclusão e trauma oclusal; radiograficamente foi observada a presença de reabsorção radicular externa extensa na região cervical dos dentes 43 e 44 e presença de pré-dentina; nesse caso, foi indicada a exodontia do elemento 43 e o tratamento endodôntico do 44;

como a reabsorção radicular externa encontrava-se em região cervical, foi necessário realizar a tração ortodôntica no elemento 44 para a continuidade do tratamento protético; foi indicado o controle radiográfico anual para o acompanhamento de possível recidiva da reabsorção radicular externa. No terceiro caso, um paciente com 16 anos de idade apresentou reabsorção radicular externa por substituição em decorrência de avulsão e reimplante do elemento 11, ocorrido há alguns anos; após os exames clínico e radiográfico, foi verificado que o prognóstico seria a perda do elemento em questão; foram realizadas, como plano de tratamento, trocas bimestrais de curativos à base de hidróxido de cálcio até a perda completa do elemento dentário e tentativa da manutenção desse elemento dentário pelo menos até o paciente completar 18 anos; porém a reabsorção já estava em estágio bem avançado, sendo proposto então, apenas o acompanhamento. Com base nos resultados dos tratamentos, os autores concluíram que as reabsorções tanto internas quanto externas caracterizaram-se por um problema multifatorial, exigindo intervenção multiprofissional, sendo que o diagnóstico precoce por controle e acompanhamento clínico-radiográfico do pacientes com história de traumatismo dentário, foi considerada a melhor conduta para alcançar o sucesso no tratamento de reabsorções radiculares. Os autores também concluíram que o risco de recidiva do processo de reabsorção após o término do tratamento impõe o acompanhamento como forma imprescindível de controle e manutenção.

Em 2009, Ganda et al. realizaram uma revisão na literatura a respeito das mecânicas ortodônticas e sua relação com as reabsorções radiculares. Em relação à técnica *Edgewise*, foi relatado que 99% dos casos tratados ortodonticamente apresentavam reabsorção radicular em pelo menos um incisivo superior e de uma maneira geral, os incisivos laterais eram mais acometidos por reabsorções radiculares do que os incisivos centrais. Foi averiguado que havia uma correlação estatisticamente significante entre a correção do trespasse horizontal e a retração de incisivos superiores com o grau de reabsorção. Mais especificamente, com relação aos incisivos centrais superiores, foi afirmado que havia uma incidência menor de reabsorções em indivíduos com maloclusão de Classe I do que nos indivíduos com maloclusão de Classe II. Em relação à técnica de Begg, uma avaliação às reações histológicas em incisivos superiores submetidos a esta técnica constatou que os dentes submetidos a maior força, mostraram um número maior de reabsorções radiculares, com comprometimento dentinário variando de leve a grave, com o efeito

desta técnica sobre as raízes de incisivos centrais significativamente maior no primeiro estágio da técnica e menor no segundo; não se observou diferença significante entre o primeiro e o terceiro estágios da terapia. Um outro dado importante foi a presença de reabsorções sempre que os incisivos eram movimentados contra a cortical palatina. Ambas as técnicas, Begg e Edgewise, foram comparadas radiograficamente quanto às reabsorções radiculares provocadas nos dentes posteriores, notando uma incidência de reabsorção 2,3 vezes maior para os pacientes tratados pela técnica de Begg. Em relação à extração de dentes, para as duas técnicas, a ocorrência de reabsorção foi de aproximadamente 3,72 vezes maior para tratamentos com extrações. Porém, outros autores não encontraram diferença estatisticamente significante entre as duas técnicas. Este achado negativo sugere que as causas da reabsorção radicular tinham pouca relação com o tipo de mecânica utilizada. Por outro lado, aparentemente houve uma relação maior com o tipo de movimento, por exemplo, intrusão, do que com o tipo de aparelho. Os dentes mais frequentemente afetados foram os incisivos centrais superiores e os menos afetados, os primeiros molares inferiores, mais precisamente a raiz distal. A técnica bioprogressiva apresentou reabsorção radicular resultante da intrusão de incisivos superiores e inferiores com valor médio de 1,84mm nos superiores e de 0,61mm nos inferiores, correspondendo a uma redução de 13,2% e 4,3% do comprimento radicular. Em relação às mecânicas, foram comparados o deslize e as alças seccionais, e forças contínuas com descontínuas. Os autores observaram que as causas da reabsorção radicular tinham pouca relação com o tipo de mecânica utilizada e alguns aspectos das técnicas ortodônticas representam fatores de risco para as reabsorções radiculares como: uso de elásticos intermaxilares, o fechamento de espaço das extrações dentárias ortodonticamente indicadas, mecânicas intrusivas e deslocamentos dentários extensos.

O estudo da reabsorção radicular durante o tratamento ortodôntico em dentes tratados endodonticamente comparados com dentes contralaterais vitais foi realizado em 2010 por Llamas-Carreras et al. A amostra consistiu de 77 pacientes com idade média de 32,7±10,7 anos, os quais tinham um dente tratado endodonticamente antes da colagem dos bráquetes há pelo menos um ano. Para cada paciente, foram obtidas radiografias panorâmicas antes e após o tratamento ortodôntico para determinar a proporção da reabsorção radicular externa, definida como a taxa entre a reabsorção no dente tratado endodonticamente comparado com

o contralateral vital. Foi observado que a proporção de reabsorção externa foi de 1,00±0,13, indicando que não havia diferença significativa na reabsorção da raiz entre os dentes tratados endodonticamente e seu contralateral vital. A regressão logística multivariada sugeriu que a proporção da reabsorção radicular externa foi significativamente maior nos incisivos em comparação a outros dentes, e nas mulheres em comparação aos homens. Com base nos resultados observados, não foi encontrada diferença significativa na quantidade ou gravidade da reabsorção radicular externa durante o movimento ortodôntico entre os dentes comparados.

Em 2011, Caviedes-Bucheli et al. estudaram o efeito das forças ortodônticas na expressão do peptídeo relacionado ao gene da calcitonina na polpa dentária humana. Foram obtidas 30 amostras de polpas dentárias humanas de pré-molares sadios, cuja extração fora indicada por razões ortodônticas. Antes da extração, os dentes foram divididos em três grupos, cada um contendo dez pré-molares: (1) grupo controle, composto por dentes sadios que não receberam qualquer tipo de forças ortodônticas; (2) grupo de força moderada, no qual foi aplicada uma força de 56g por 24 horas; e (3) grupo de força pesada, cujos pré-molares receberam uma força de 224g por 24 horas. Todas as amostras de polpas dentárias foram processadas e o peptídeo relacionado ao gene da calcitonina foi quantificado por radioimunoensaio que seguiu o procedimento de estudo anterior. Foi observada uma maior expressão gênica no grupo força pesada, seguido pelo grupo força moderada, e pelo grupo controle. O teste de Kruskal-Wallis mostrou que as diferenças eram estatisticamente significantes entre os grupos. O teste *post-hoc* da Diferença Mínima Significativa mostrou diferença significativa na expressão do peptídeo relacionado ao gene da calcitonina entre os grupos controle e força pesada, porém não entre os grupos controle e força moderada; já a diferença entre os grupos força moderada e força pesada foi estatisticamente significante. Com base nos resultados obtidos os autores concluíram que a expressão do peptídeo relacionado ao gene da calcitonina na polpa dental humana aumentou quando os dentes foram submetidos a forças ortodônticas pesadas.

Em 2011, o conceito de reabsorções dentárias foi discutido por Consolaro. Os mecanismos das reabsorções dentárias eram conhecidos e suas causas bem definidas. Na reabsorção inflamatória, os cementoblastos revestem a superfície radicular e onde se inserem fibras colágenas, com os dentes muito próximos do osso, e separados pelo ligamento periodontal de espessura média de 0,25mm,

variando entre 0,2 e 0,4mm. Qualquer causa que atuasse no local onde estão os cementoblastos, removendo-os da superfície, provocaria a exposição da superfície radicular mineralizada e as células ósseas, muito próximas, promoveriam a reabsorção radicular, ainda que temporariamente. Na reabsorção por substituição, a remodelação óssea provocou a reabsorção constante das estruturas mineralizadas, tendo a formação contínua do osso. A cada nova camada depositada na superfície periodontal do alvéolo, maior seria a proximidade com o dente, levando a uma anquilose dentária. Os cementoblastos e osteoblastos formariam áreas fusionadas de cemento e osso, alternando-se com áreas aleatoriamente distribuídas de reabsorção e neoformação. Porém, esse processo não ocorreria normalmente devido à presença dos restos epiteliais de Malassez, com função protetora ao ligamento periodontal, em torno da raiz dentária. As reabsorções dentárias ocorreriam quando as estruturas de proteção dos dentes em relação à remodelação óssea fossem eliminadas, especialmente os cementoblastos e restos epiteliais de Malassez, sendo alterações locais e adquiridas e não representando manifestações dentárias de doenças sistêmicas. Clinicamente, as reabsorções seriam assintomáticas e não induziriam alterações pulpares, periapicais e periodontais, sendo geralmente consequências delas.

Em 2011, Consolaro et al. efetuaram uma revisão da literatura sobre a reabsorção óssea à distância, desde o momento do início até o processo de reorganização periodontal. Havia poucos estudos sobre a cronologia e eventos sequenciais da reabsorção óssea à distância e consequente reorganização periodontal decorrente. A análise microscópica dos eventos induzidos por forças intensas em dentes submetidos à movimentação dentária induzida experimentalmente em murinos contribuiu para elucidar alguns dos questionamentos efetuados, tais como se a relação entre as reabsorções radiculares induzidas experimentalmente estariam mais relacionadas à reabsorção óssea frontal ou se as áreas hialinizadas do tecido conjuntivo sofreriam processo de fagocitose, reabsorção ou circunscrição. Em pacientes, os períodos tardios e a reorganização periodontal ocorreriam a cada período de ativação, de 15 a 21 dias. No final do período de seis meses a um ano, o somatório dos vários períodos de ativação dos aparelhos ortodônticos poderia ser representado pela imagem radiográfica e tomográfica dos tecidos periodontais e raízes dentárias. O conhecimento de cada período de ativação aumentaria muito a chance de se interferir para reduzir consequências

indesejáveis. Entre as intervenções do profissional no tratamento ortodôntico, incluíram-se o planejamento defensivo para reabsorções radiculares e aplicações de forças melhor distribuídas na estrutura dentária. Nas conclusões, foram verificados que: 1. Aos três dias de movimentação dentária induzida por forças intensas, a reabsorção óssea à distância ainda não se iniciou na maioria dos espécimes examinados; 2. Aos cinco dias havia osteoclastos de unidades osteorremodeladoras instaladas nas superfícies ósseas circunvizinhas e na periferia das áreas hialinas; 3. Aos sete dias, a reabsorção óssea à distância ocorreria plenamente nas superfícies das trabéculas e cortical alveolar, mas distantes e subjacentes à cortical óssea alveolar associada ao segmento do ligamento periodontal hialinizado; 4. Aos nove dias de movimentação dentária induzida com forças intensas, as áreas hialinas já foram e continuaram sendo parcialmente reabsorvidas.

Em 2013, Consolaro apresentou uma classificação para as reabsorções dentárias de forma a aumentar a objetividade do diagnóstico. Elas foram classificadas em quatro grupos: 1) Reabsorções radiculares pela morte dos cementoblastos, com manutenção dos restos epiteliais de Malassez, caracterizada pela reabsorção radicular inflamatória devido ao movimento ortodôntico, em lesões periapicais crônicas ou ao trauma médio e/ou contaminado ou oclusivo; 2) Reabsorções radiculares pela morte dos cementoblastos e dos restos epiteliais de Malassez, caracterizada por reabsorção por substituição no trauma dental ou na atrofia do ligamento periodontal de dentes não erupcionados, especialmente os caninos; 3) Reabsorções dentárias pela morte dos odontoblastos, com manutenção da vitalidade pulpar, caracterizada pela reabsorção radicular inflamatória devido ao trauma dental e; 4) Reabsorções dentárias pela exposição direta da dentina ao tecido conjuntivo gengival, nas fissuras da junção amelocementária, caracterizada por reabsorção inflamatória cervical externa devido a acidente, trauma, trauma transoperatório ou em procedimentos de clareamento dental.

Em 2013, Fields e Christensen realizaram uma revisão na literatura a respeito dos procedimentos ortodônticos pós-trauma e sua relação tratamentos primário, secundário e terciário. Os autores encontraram estudos que relataram o risco aumentado do trauma dental estava associado ao trespasse horizontal, incompetência labial, maloclusão de Angle Classe II, dentre outros fatores. Em relação ao tratamento primário, esse foi descrito como tendo que ser imediato e o sucesso dos demais tratamentos dependiam da rapidez com que este fora realizado;

tratamento ortodonticamente ativo não faria parte do atendimento primário. Em relação ao tratamento secundário, esse envolveu o monitoramento da polpa e do tecido periodontal, bem como o tratamento ortodôntico do dente deslocado, variando com o grau de deslocamento, estágio de desenvolvimento dental e o tempo e método de contenção. Caso o processo de reparação tivesse iniciado, com recobrimento da área do trauma pelo tecido mole, o dente deslocado dificilmente seria reposicionado sem luxação ou extração e reimplantação. Havia uma recomendação de que início do tratamento terciário em caso de leões menores deveria ser três meses depois do tratamento ortodôntico e de seis meses a um ano para lesões mais graves. O tipo mais comum deste tratamento era a extrusão da coroa nos casos de fraturas na coroa ou raiz para o aumento da coroa e posterior restauração. O tratamento ortodôntico poderia ser integrado a outros tipos de cuidados de forma inovadora, como o transplante dentário *in situ* que passaram por trauma, ou o transplante de pré-molares para os segmentos anteriores como forma de substituir dentes perdidos. Em alguns casos a substituição reabilitadora do dente por um implante poderia ser considerada se a porção da raiz pudesse ser mantida, removendo-se a coroa, para manutenção do osso até que o crescimento estivesse completo, permitindo a colocação do implante.

Em 2013, Lim et al. relataram um caso de tratamento cirúrgico e endodôntico de danos causado à raiz devido à colocação de mini-implantes ortodônticos. Um homem com 44 anos de idade foi tratado ortodonticamente para a intrusão do primeiro molar superior esquerdo com um sistema de ancoragem absoluta por mini-implante. Durante o tratamento, o mini-implante caiu e teve que ser reinserido em mais de seis tentativas na mesma área. Após dois anos, o paciente queixou-se de dor espontânea na região do primeiro molar esquerdo. Embora o paciente tivesse recebido tratamento endodôntico, foram observadas fístulas e o desconforto do paciente persistiu. A cirurgia no periápice revelou uma infecção persistente relacionada com o dano na superfície da raiz causado pela colocação do mini-implante ortodôntico. A microscopia eletrônica de varredura na raiz disto-vestibular revelou um biofilme maduro que consistiu de uma rede ou matriz que continha em sua maioria bactérias em forma esférica ou de bastão. A reparação foi obtida com a combinação de tratamento endodôntico e intervenção cirúrgica. Em uma consulta após 12 meses, o paciente não tinha queixa de dor, a imagem radiográfica mostrou redução da lesão radiolúcida pré-tratamento. Os autores concluíram que um

planejamento cuidadoso da colocação do mini-implante era necessário para diminuir o risco de dano à raiz.

Em 2013, Motokawa et al. estudaram a mordida aberta como fator de risco para o desenvolvimento da reabsorção radicular. Foram selecionados 111 pacientes tratados com aparelho fixo, os quais foram selecionados retrospectivamente e divididos nos grupos sem mordida aberta e com mordida aberta. A gravidade da reabsorção radicular e o seu formato foram classificados em cinco grupos de acordo com as radiografias periapicais antes e depois do tratamento. Além disso, no grupo com mordida aberta, todos os dentes foram subdivididos em funcionais ou hipofuncionais, ou seja, que estavam em oclusão ou não. Através da análise de regressão linear múltipla, as variáveis que contribuíram significativamente para a reabsorção da raiz foram a mordida aberta e a forma anormal da raiz. As prevalências da reabsorção radicular ocorreram em um número significativamente maior em pacientes do grupo com mordida aberta em relação ao outro grupo, particularmente para os dentes pré-molares ou anteriores. A prevalência de reabsorção em dentes que possuíam raízes com formas anormais também foi maior no grupo com mordida aberta, que também apresentou uma quantidade significativamente maior de dentes hipofuncionais. Com base nos resultados observados, os autores concluíram que houve mais casos de dentes com reabsorção e formato anormal da raiz em pacientes com mordida aberta em relação aos com mordida normal, e também concluíram que os dentes hipofuncionais possuíram maior quantidade de formatos anormais de raiz e reabsorção em relação aos dentes funcionais.

Em 2013, Picanço et al. estudaram os fatores que predispunham à reabsorção radicular externa grave associada ao tratamento ortodôntico. Foram selecionados 99 pacientes que foram submetidos a tratamento ortodôntico com aparelho fixo *Edgewise*, e divididos em dois grupos: G1 de 50 pacientes com idade média inicial de 16,79 anos e tempo médio de tratamento de 3,21 anos, que não apresentaram reabsorção radicular ou apenas irregularidades apicais com grau 0 ou 1 de Malmgren ao final do tratamento; e o grupo G2 de 49 pacientes que possuíam idade média inicial de 19,92 anos e tempo de tratamento médio de 3,98, com reabsorção radicular moderada ou grave nos incisivos superiores, grau 3 ou 4de Malmgren, ao final do tratamento. Foram avaliadas imagens radiográficas periapicais e cefalogramas laterais, e os fatores que poderiam influenciar a ocorrência da

reabsorção radicular grave. A análise estatística incluiu testes qui-quadrado, teste exato de Fisher e testes t para independência. Houve diferença significativa entre os grupos em relação à extração, grau de reabsorção, comprimento da raiz, proporção coroa/raiz ao início do tratamento e a espessura do osso alveolar. Com base nos resultados observados, os autores concluíram que a presença de reabsorção antes do início do tratamento, extrações, comprimento reduzido da raiz, baixa proporção coroa/raiz e pouca espessura do osso alveolar representaram fatores de risco que aumentariam a predisposição para a reabsorção radicular grave nos incisivos superiores durante o tratamento ortodôntico.

Em 2014, Alzahawi et al. realizaram um estudo prospectivo sobre a reabsorção radicular após nivelamento com arcos de fio de aço ou superelástico. Foram escolhidos 156 pacientes tratados ortodonticamente em uma clínica particular que, ao final, 82 foram incluídos no estudo após a exclusão de todos os que já haviam realizado tratamento ortodôntico ou endodôntico ou então que mostraram sinais de reabsorção. Os pacientes foram alocados arbitrariamente em dois grupos nos quais o nivelamento foi realizado tanto com arco de fio superelástico termoativado ou convencional. A diminuição do comprimento da raiz foi calculada com o uso de radiografias periapicais antes e depois do tratamento. Foram registradas variáveis tais como sexo, idade, invaginação dos incisivos, mordida cruzada, entre outras. Foi observado que o uso de arcos de fio superelástico não provocou o aumento significativo da gravidade da reabsorção radicular, redução do tempo de nivelamento em comparação com os fios de aço. A presença de mordida cruzada nos incisivos superiores laterais se mostrou um fator de risco. Os autores concluíram que a reabsorção radicular do incisivo após nivelamento não diferiu significativamente entre os pacientes tratados com arcos de fios superelásticos ou convencionais, exceto pelo incisivo superior.

Em 2014, González et al. reportaram a relação entre a lesão periapical temporária e as forças ortodônticas de um paciente com 48 anos de idade sob tratamento, que apresentava leve descoloração no incisivo central superior direito. O dente se mostrou não responsivo aos testes de vitalidade, percussão e, radiograficamente, havia evidência de reabsorção radicular com imagem radiolúcida periapical. Devido à suspeita de lesão periapical temporária, nenhum tratamento foi aplicado ao dente, apenas consultas de acompanhamento e remoção do aparelho. Foi observado que dez meses após a primeira consulta e remoção das forças

ortodônticas, melhora na coloração, acompanhada por um retorno da sensibilidade do dente ao frio. Os autores concluíram que em casos de lesão periapical temporária, nos quais a etiologia fosse conhecida, uma abordagem sem tratamento foi a mais adequada, e o desaparecimento dos sinais quando as forças ortodônticas foram removidas, confirmaram a lesão periapical temporária.

A comparação entre os bráquetes autoligados e convencionais em relação à reabsorção radicular, tempo de tratamento e necessidade de extração durante o tratamento ortodôntico foi comparada em 2014 por Jacobs et al. Foram avaliados retrospectivamente 213 pacientes com idade média de 12,4±2,2 anos. Os tratamentos foram realizados com bráquetes autoligados em 139 pacientes e com bráquetes convencionais em 74 indivíduos. Foram tomadas medidas da coroa e do comprimento da raiz dos incisivos com o uso de radiografias panorâmicas. A análise estatística foi realizada com ANOVA de três fatores. Em relação aos resultados obtidos, não foram observadas diferenças entre pacientes tratados com bráquetes autoligados ou convencionais quanto à porcentagem de reabsorção radicular externa apical (convencionais: 4,5±6,6 *versus* autoligados 3,0±5,6). A ocorrência de reabsorção radicular externa apical grave também não mostrou diferenças em ambos os grupos (convencionais: 0,5 *versus* autoligados 0,3). A porcentagem de pacientes que precisaram extrair o dente (convencionais: 8,1 *versus* autoligados 6,9) e o número de consultas (convencionais: 12,4±3,4 *versus* autoligados 13,9±3,3) também não mostraram quaisquer diferenças. Com base nos resultados observados os autores concluíram que não houve diferença entre os dois tipos de bráquetes em relação à ocorrência de reabsorção radicular externa apical severa.

Os efeitos da pulpectomia na quantidade de reabsorção radicular durante o movimento ortodôntico foram avaliados por Kaku et al. (2014). Foram utilizados dentes humanos intactos recém-extraídos, devido a tratamento ortodôntico de pacientes com idade entre 18 e 30 anos. As polpas foram removidas e as células obtidas e semeadas em meio de cultura conforme procedimento descrito em trabalho anterior. Após aplicação de força de tensão de até 10kPa, a expressão gênica e proteica, a concentração do fator estimulador de colônias de macrófagos, ligante do receptor ativador do fator nuclear *kappa* B, interleucina 1 beta e fator de necrose tumoral alfa foram determinados por reação em cadeia da polimerase e ELISA. Além disso, o papel dos canais ativados por deformação foi avaliado com o uso de tratamento com gadolínio. Os primeiros molares superiores direitos de ratos

Wistar com sete semanas de idade foram submetidos à pulpectomia, obturados com guta-percha e mesializados por seis meses (o dente esquerdo foi utilizado como controle), quando então os ratos foram sacrificados e as maxilas recortadas em secções frontais de sete micrômetros, coloração com hematoxilina e eosina, sendo o grau de reabsorção quantificado fotomicrograficamente. Foi observado que a expressão do RNA mensageiro para as citocinas e proteínas em todas as forças testadas se tornou semelhante a do grupo sob 10kPa após 48 horas. O tratamento com gadolínio reduziu a expressão do RNA mensageiro dessas citocinas e a concentração proteica de forma estatisticamente significativa. A quantidade de reabsorção radicular inflamatória da raiz foi significativamente maior no dente controle em relação aos dentes pulpectomizados. Com base nos resultados obtidos, os autores concluíram que as forças de tensão aumentaram a expressão de várias citocinas via canais de ativados por deformação, o que pode levar à reabsorção inflamatória durante o movimento dentário, e também sugerem que os resultados mostraram que o tratamento endodôntico poderia ser efetivo contra a inflamação progressiva grave da reabsorção radicular durante o movimento ortodôntico.

Em 2014, Lempesi et al. compararam a reabsorção radicular apical após o tratamento ortodôntico com exposição cirúrgica e tração dos caninos superiores impactados ou não. A amostra consistiu de 48 pacientes em tratamento com aparelho fixo, 24 com canino superior impactado uni ou bilateralmente e 24 sem impactação utilizados como controle. A reabsorção radicular induzida ortodonticamente foi calculada com o uso de radiografias panorâmicas pré e pós-operatórias. Foram registradas a orientação e o caminho da erupção, altura, localização e relação folículo/coroa do canino impactado. Para testar as associações de interesse, foram utilizados os testes U de Mann-Whitney e modelos lineares mistos uni e multivariados. Foi observado que o incisivo esquerdo central superior mostrou uma reabsorção radicular significativamente maior no grupo impactado. De forma geral, o grupo impactado mostrou 0,38mm a mais de reabsorção radicular em comparação ao grupo controle. Entretanto, a análise multivariada mostrou não haver diferença na quantidade de reabsorção entre os grupos com ou sem impactação. Foi verificada uma associação positiva entre a reabsorção radicular induzida ortodonticamente e o comprimento inicial da raiz. O grau de impactação do canino não se mostrou um preditor significativo. Concluíram que o canino superior impactado foi um preditor fraco para a reabsorção radicular induzida

ortodonticamente e também que a interpretação dos resultados deveria ser feita com cautela devido à natureza observacional do presente estudo.

A comparação entre a reabsorção radicular causada por tratamento ortodôntico que utilizaram forças contínuas ou intermitentes foi realizada em 2014, por Sawicka et al. Foram selecionados 12 pacientes dos quais foram extraídos 30 primeiro pré-molares superiores e inferiores por razões ortodônticas. Nas quatro semanas anteriores à extração, 12 dentes foram submetidos ao tratamento ortodôntico com forças contínuas ou intermitentes. A força foi gerada por um segmento de mola composta por liga titânio-molibdênio ativada no sentido vestibular. Inicialmente foi utilizada uma força de 60cN para ambos os grupos testados, sendo que no grupo submetido à força contínua,houve reativação semanal da mola, enquanto que no grupo submetido à força intermitente não houve reativação. Foi realizada uma análise morfométrica da reabsorção da raiz através de tomografia computadorizada e a extensão do movimento do dente foi medida em moldes. Posteriormente, a atividade da fosfatase ácida tartarato-resistente, um marcador enzimático dos osteoclastos e cementoclastos foi determinada histoquimicamente. O teste U de Mann-Whitney foi utilizado para comparar a diferença nos parâmetros quantificados entre os grupos tratamento e controle. Foi observado que o número de crateras de reabsorção era significativamente maior em seu volume médio em quase o dobro no grupo submetido à força contínua em comparação ao grupo submetido à força intermitente, entretanto a distância do deslocamento do dente se mostrou similar em ambos os grupos. Os cementoclastos foram identificados na superfície de dois dentes apenas, ambos no grupo submetidos à força contínua. Concluíram que o uso de força intermitente levou à menor destruição da estrutura da raiz em comparação ao grupo tratado com força contínua e ambas as técnicas mostraram um mesmo deslocamento final.

Em 2014, Scheibel et al. analisaram a correlação entre a densidade inicial do osso alveolar e a reabsorção radicular apical após 12 meses de tratamento ortodôntico sem extração. Foi realizado um estudo prospectivo com uma amostra de 91 incisivos superiores em 47 pacientes com idade mínima de 11 anos que participaram de um estudo prévio. Todos os pacientes possuíam aparelho fixo instalado. Os critérios de inclusão foram possuir coroas intactas nos incisivos superiores ou apenas com restaurações proximais e tratamento ortodôntico sem extrações ou intrusão de incisivos. Os critérios de exclusão foram histórico prévio de

tratamento ortodôntico, reabsorção radicular, trauma dentoalveolar nos incisivos superiores, osteoporose e hiperparatireoidismo. Os pacientes selecionados foram submetidos a radiografias periapicais dos incisivos superiores antes do tratamento e 12 meses após. A densidade do osso alveolar e a reabsorção da raiz foram quantificadas por densitometria. Não foram encontradas correlações estatisticamente significativas entre a densidade alveolar inicial e a reabsorção radicular. Os autores concluíram que a densidade alveolar determinada por radiografia periapical não é um fator preditor da reabsorção radicular 12 meses após o tratamento ortodôntico em casos sem extração.

O uso da tomografia computadorizada de feixe cônico para a detecção de reabsorção apical após o tratamento ortodôntico em dentes tratados endodonticamente e vitais foi avaliado em 2015, por Castro et al. Foi analisada uma amostra com 1256 imagens obtidas por tomografia computadorizada de feixe cônico de 30 pacientes. O critério de inclusão demandou dentes que foram tratados endodonticamente e seu contralateral vital, enquanto dentes com história de trauma foram excluídos. As imagens obtidas dos dentes tratados foram comparadas antes e depois do tratamento ortodôntico em um estudo de boca dividida. As medidas do dente foram realizadas através de reconstrução multiplanar com uso de navegação virtual guiada. As diferenças estatísticas entre os efeitos dos tratamentos foram comparadas com uso do teste t pareado. Foi observado que 20 dentes posteriores tratados endodonticamente e seus contralaterais vitais foram selecionados antes do tratamento ortodôntico de seis adolescentes com idade média de 12,8 anos. Não foram detectadas diferenças entre o comprimento das raízes tratadas endodonticamente e as vitais antes do tratamento. As diferenças médias no comprimento de ambos os tipos de raízes estudadas antes e depois do tratamento ortodôntico foi de 0,30mm e 0,16mm para as tratadas endodonticamente e as vitais, respectivamente, sem diferença estatisticamente significativa. Com base nos resultados observados os autores concluíram não haver aumento na reabsorção radicular apical após o tratamento ortodôntico em dentes tratados endodonticamente sem histórico de reabsorção apical.

Em 2015, Chaushu et al. estudaram os fatores que predispuseram reabsorção radicular grave do incisivo associada com caninos superiores impactados. Foram avaliados os registros clínicos e radiográficos de 55 pacientes, dos quais 77 caninos, com reabsorção radicular grave em 96 incisivos. Estes foram comparados com 57

indivíduos controle de 72 caninos. As variáveis estudadas foram sexo, idade, posição do canino impactado, tamanho do folículo coronário e a incidência de incisivos laterais anômalos. Foi observado que os incisivos laterais foram mais afetados que os centrais e a reabsorção radicular grave foi mais comum no incisivo lateral. Quando cada variável foi examinada separadamente a reabsorção radicular grave do incisivo foi significativamente associada com o sexo feminino, grande deslocamento mésio-distal e caninos posicionados verticalmente no terço médio da raiz adjacente ao incisivo, folículos coronários maiores que 2mm e incisivos laterais normais. A análise multivariada mostrou que o risco para a reabsorção radicular grave do incisivo era significativamente maior em mulheres (4,2 vezes) com folículos coronários largos (8,3 vezes) e incisivos laterais normais (5,8 vezes). Desta forma, a reabsorção radicular grave do incisivo deveria ser cuidadosamente monitorada em pacientes do gênero feminino com folículos coronários largos e incisivos laterais normais. Um grau maior de deslocamento do canino poderia estar associado com reabsorção radicular grave do incisivo.

Em 2015, Maués et al. estudaram os fatores de risco e a prevalência da reabsorção radicular grave resultante do tratamento ortodôntico. Uma amostra aleatória composta de radiografias periapicais convencionais obtidas no mesmo centro de radiologia para incisivos superiores e inferiores antes e após o tratamento ortodôntico foi obtida de 129 pacientes, de ambos os sexos, tratados pela técnica de *Edgewise* padrão. Dois avaliadores efetuaram as medidas e classificaram a reabsorção de acordo com o índice proposto por Levander. O grau da reabsorção radicular apical externa foi registrado com a definição de reabsorção em quatro graus de gravidade. Para avaliar a reprodutibilidade intra e interavaliador, foi utilizado o coeficiente *kappa*. O teste qui-quadrado foi utilizado para avaliar a relação do grau de reabsorção e o sexo, arcada dentária superior ou inferior, tratamento com ou sem extrações, duração do tratamento, estágio do ápice radicular aberto ou fechado, forma da raiz, bem como trespasse horizontal e vertical no início do tratamento. Foi observado que os incisivos centrais superiores tiveram a maior porcentagem de reabsorção radicular grave, seguido pelos incisivos laterais superiores e os incisivos laterais inferiores. Os fatores de risco observados foram dentes anteriores superiores, trespasse horizontal maior ou igual a 5mm no início do tratamento, grau de formação do ápice ao início do tratamento ou então tratamentos longos ou com extração. Este estudo mostrou os cuidados que deveriam ser levados

em consideração no tratamento ortodôntico: tratamentos envolvendo extrações, grande retração dos incisivos superiores, terapia prolongada e/ou ápice completamente formado no início do tratamento.

Os fatores de risco genéticos e do tratamento ortodôntico associados com a reabsorção radicular apical externa subsequente foram estudados por Sharab et al. em 2015. Foram selecionados 134 indivíduos não relacionados, tratados ortodonticamente, caucasianos, para um estudo caso-controle. Foi utilizado um banco de dados com informações de 1450 pacientes tratados ortodonticamente, dos quais 460 indivíduos com imagens radiográficas pré e pós-tratamento que foram avaliadas quanto à reabsorção radicular apical externa. Foram encontrados 67 casos com reabsorção radicular apical externa grave, os quais foram pareados por idade e gênero com controles ortodonticamente tratados, em um total de 38 homens e 29 mulheres por grupo. Os fatores testados em relação à associação com a reabsorção radicular apical externa foram a duração do tratamento, extração de pré-molares superiores, medidas cefalométricas e polimorfismos do DNA com genes previamente associados com a reabsorção radicular apical externa. Para a identificação dos fatores significantes associados, foi utilizada a regressão logística *stepwise*. Foi observado que tratamentos duradouros e a presença dos genótipos PsRX7 SNP rs208294 se mostraram significativamente associados. Assim, a ocorrência da reabsorção radicular apical externa estava associada com variáveis genéticas e aquelas relacionadas ao tratamento, e que juntas explicaram 25% da variação total associada na amostra testada.

Em 2016, Consolaro publicou conselhos a respeito do diagnóstico e tratamento da reabsorção cervical externa: 1) Informe da causa: o paciente deveria ser informado que a causa da reabsorção cervical externa em dentes sem tratamento endodôntico, nem histórico de clareamento deveria sempre ser atribuída ao trauma dentário; 2) Respeito aos limites da polpa: a reabsorção cervical externa se limitaria aos limites da polpa devido ao fato dos dentinoclastos não se fixarem em tecidos não mineralizados, sinal determinante no diagnóstico diferencial da reabsorção interna; 3) A polpa estar normal, pois o restante da dentina entre a reabsorção cervical externa e a polpa dentária teria pouca espessura, sendo pouco mineralizada, não oferecendo uma imagem radiográfica capaz de delinear os limites da polpa nessa região, e causando uma falsa impressão de diminuição do espaço pulpar; 4) Não haveria amolecimento da dentina: a reabsorção externa cervical não

teria ação profunda na dentina, com ação apenas na interface entre os dentinoclastos e o tecido mineralizado; 5) A terapia endodôntica como uma conveniência clínica: dependendo da dimensão da reabsorção externa cervical, o preenchimento e a proteção da polpa impediriam a preservação dos limites pulpares e como conveniência cirúrgica e clínica, o tratamento endodôntico se tornaria necessário para o fechamento dos espaços das estruturas coronárias e radiculares reabsorvidas; 6) Se possível, o aumento da fenda deveria ser evitado: a detecção nas imagens da face na qual a fenda e o local de início do processo deveriam ser de extrema importância; 7) Não realizar curetagem vigorosa: uma das questões se refere à curetagem em todas as superfícies afetadas pela reabsorção, mesmo nas áreas profundas. A curetagem vigorosa em todas as áreas não seria necessária e deveria ser evitada. Em muitos casos seria necessário outros procedimentos como a irrigação com substâncias alcalinas, que provocariam a remoção dos dentinoclastos devido ao fluxo e pH alto; 8) fluxo e pH da irrigação: as áreas que foram irrigadas removeriam e/ou desorganizariam a remodelação óssea e os dentinoclastos, pois o uso de substâncias com pH alcalino resultaria em melhores condições para o acesso do processo de reabsorção; 9) Estrutura de fragilização: em casos mais sérios foi necessário avaliar a conveniência da terapia conservativa, pois fraturas poderiam ocorrer secundariamente à área de fragilização; 10) Estado gengival: inicialmente haveria aumento de volume e hiperemia, em uma investigação mais vigorosa do sulco gengival, uma fenda na área onde o processo teve início poderia ser detectada quando a reabsorção cervical estivesse em estágio avançado; 11) Esmalte com coloração rosada: podem haver casos em que essa coloração foi provocada pela reabsorção cervical externa, que se locomoveu pelo esmalte, minando a dentina com exposição do tecido subjacente.

Um protocolo de procedimentos clínicos para o tratamento da reabsorção radicular extrema pelo movimento dentário induzido foi descrito por Consolaro e Furquim, em 2016. Considerando a gravidade da reabsorção e as condições da raiz remanescente, os seguintes procedimentos deveriam ser seguidos: 1) permanência dos dentes pela sua função e estética por tempo indefinido sem tratamento ortodôntico, exceto nos casos em que a terapia endodôntica foi solicitada; 2) oclusão cuidadosamente balanceada com outros tipos de interferência; 3) recomendação ao paciente para utilizar protetor bucal na prática esportiva; 4) alimentos que sejam aderentes aos dentes deveriam ser evitados, de forma a prevenir a tensão

excessiva; 5) em casos de bruxismo, mesmo leve ou ocasional, recomendar o uso de placas individuais de acrílico ao dormir, o que garantiria que forças exercidas durante o sono se concentrasse apenas em alguns dentes; 6) o movimento do dente deveria ser evitado devido ao comprimento diminuído da raiz; 7) a movimentação ortodôntica deveria ser exclusivamente ortopédica sem envolvimento dos dentes comprometidos e sua ancoragem, inflamação ou estresse não possuíram efeito no ligamento periodontal; 8) a inflamação crônica periodontal associada à placa bacteriana poderiam ser prevenidas ao informar o paciente a respeito da higiene bucal, sendo as perdas menores de osso cervical consideradas insignificantes; 9) dentes total ou parcialmente não erupcionados precisariam ser extraídos, especialmente se estiverem próximos a outros dentes os quais não apenas levaria à reabsorção da raiz, mas também causar complicações devido aos movimentos ortodônticos; 10) hábitos parafuncionais como a onicofagia, apreender objetos com os dentes e *piercings* labiais ou linguais deveriam ser corrigidos ou evitados.

Em 2016, Elhaddaoui et al. estudaram os fatores de risco em relação à reabsorção dos incisivos superiores causada pelo tratamento ortodôntico. Foram selecionados aleatoriamente 82 pacientes, 28% homens e 72% mulheres, com idades entre 12 e 27 anos que apresentavam vários tipos de maloclusão tratados com aparelho fixo por pelo menos um ano, e que possuíam imagens radiográficas referentes ao início, meio e final do tratamento. A diminuição no comprimento da raiz do incisivo superior foi avaliada através de escores de reabsorção. Os fatores estudados em relação ao risco da reabsorção radicular apical externa moderada a grave foram idade, gênero, duração do tratamento, presença ou não de extração, tipo de maloclusão (discrepância no comprimento do arco Classe I, Classe II, Classe III), o diagnóstico vertical (normal, supraoclusão ou trespasse vertical), presença de disfunção, caninos impactados e morfologia da raiz. Foram utilizados os testes estatísticos de Kaplan-Meier e os modelos de Cox uni e multivariados para o estudo dos fatores associados à reabsorção radicular apical externa moderada a grave. Os autores observaram que os fatores que estavam associados significativamente à reabsorção foram o tipo do dente, sendo o incisivo lateral o que apresentou maior risco, tratamento com extração, presença de supraoclusão, trespasse vertical e má formação da raiz. Concluíram que para a população em estudo, o risco de reabsorção radicular apical externa era aumentado para tratamentos com extração, casos de supraoclusão, trespasse vertical e presença de anormalidades na raiz.

Em 2016, Guo et al. avaliaram os fatores de risco clínicos e genéticos associados com a reabsorção radicular devido ao tratamento ortodôntico. Foram selecionados 174 pacientes em tratamento com aparelho fixo e dados clínicos completos. Foram obtidas imagens por tomografia computadorizada de feixe cônico antes e ao final do tratamento. O volume da reabsorção radicular de cada dente foi calculado como uso das imagens. A movimentação de cada raiz foi quantificada tridimensionalmente. O DNA genômico foi obtido através de esfregaço bucal e os genótipos dos SNP rs19598 e SNP rs1800796 de cada indivíduo foram determinados com o uso da técnica de reação em cadeia da polimerase. Os dados foram avaliados através da regressão linear múltipla. A análise estatística indicou não haver relação entre gênero, movimento do dente e o SNP rs19598 e a reabsorção radicular apical externa. O SNP rs1800796 se mostrou associado com a reabsorção radicular e houve diferença significativa entre os NP rs1800796 GC e CC. Os autores concluíram que o SNP 1800796 GC foi um fator de risco associado à reabsorção radicular apical externa e que o movimento radicular, o SNP rs419598 e gênero necessitavam de mais estudos em relação à classificação como fator de risco.

Em 2016, Lee e Lee relataram um estudo clínico de fatores relacionados com a reabsorção radicular externa em dentes tratados endodonticamente e seu contralateral vital. A amostra consistiu de 35 pacientes com idade de 25,23±4,92 anos que possuíam pelo menos um dente tratado endodonticamente antes do tratamento ortodôntico, Foram obtidas imagens radiográficas panorâmicas de cada paciente, antes e depois do tratamento ortodôntico, para quantificar a reabsorção radicular apical externa. Foi utilizado o teste t de Student pareado e o coeficiente de correlação de Pearson para avaliar os resultados. Foi observado que a média da reabsorção radicular apical externa foi de 0,22 para os dentes tratados endodonticamente e de 0,87 para o seu contralateral vital, o que indicou uma reabsorção radicular apical externa significativamente diferente entre ambos os dentes testados, no final do tratamento. A reabsorção foi influenciada pela idade, duração e tipo de tratamento e doença periapical. Não foi observada influência do tipo de dente e gênero. Com base nos resultados observados, os autores concluíram que os dentes tratados endodonticamente se mostraram associados significativamente com a reabsorção radicular apical externa em comparação com seu contralateral vital e também concluíram que este estudo sugeriu a possível

complicação da reabsorção radicular apical externa.

Em 2016, Martins et al. estudaram a expansão rápida da maxila e compararam se dentes bandados desenvolveram mais reabsorção radicular externa do que dentes não bandados para ancoragem. Foi realizada uma análise histológica em 108 sítios de 18 primeiros pré-molares superiores e em 36 sítios de seis primeiros pré-molares inferiores em nove indivíduos com idade média de 15,2±1,4anos. Os dentes superiores foram divididos em dois grupos com 54 componentes cada, de acordo com o tipo de ancoragem, grupos bandados e grupos apenas fio. O tipo de ancoragem foi atribuído aleatoriamente. Os primeiros pré-molares inferiores, não submetidos às forças ortodônticas, foram utilizados como controles. Foi observado que todos os pré-molares de ambos os grupos mostraram reabsorção radicular externa no nível do cemento e da dentina. A presença de células do cemento foi observada em todas as áreas de reabsorção, mas reparação completa raramente foi observada. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre ambos os grupos quanto à reabsorção radicular externa, associação entre a altura da posição, terço cervical ou médio, e a incidência de reabsorção radicular externa. As superfícies radiculares vestibulares mostraram uma quantidade maior de reabsorção em comparação com as superfícies palatinas e interproximais. Concluíram que todos os primeiros pré-molares superiores submetidos à expansão rápida da maxila apresentaram a reabsorção radicular externa e reparação parcial com cemento, além de que os dentes bandados não desenvolveram um quadro de reabsorção maior do que os dentes não bandados e ancorados.

Sepolia et al. (2016) avaliaram a reabsorção radicular dos incisivos causada pelo tratamento com bráquetes autoligados ou convencionais pré-ajustados, nos casos de apinhamento anterior grave. Foram avaliados 140 pacientes com maloclusão de Angle Classe I com apinhamento maior que 6mm na região anterior, sem sinais aparentes de reabsorção radicular e, extração dos quatro pré-molares. Dois grupos com 70 indivíduos foram formados; em um grupo foram utilizados os bráquetes autoligados e em outro os bráquetes convencionais. O método de Malmgren foi utilizado para avaliar a reabsorção da raiz com escore que variou de zero a quatro, para incisivos centrais e laterais, superiores e inferiores, totalizando quatro escores por paciente. Todos os resultados foram avaliados por teste qui-quadrado, teste t não pareado e pareado. Na comparação por idade dos pacientes,

tempo de duração do tratamento, entre os grupos e em vários intervalos de tempo, nenhuma diferença significativa foi encontrada quanto à reabsorção. De acordo com os resultados obtidos, os autores concluíram que o grau de reabsorção radicular em pacientes com maloclusão de Angle Classe I e apinhamento anterior grave tratados com bráquetes autoligados ou convencionais foi estatisticamente similar.

4 DISCUSSÃO

A reabsorção radicular é classificada em interna, ou intracanal, de ocorrência rara, assintomática, radiograficamente simétrica que ocorre em qualquer área dentro do canal radicular; e em externa, podendo ainda ser superficial, inflamatória, cervical invasiva, e por substituição (CAMARGO et al., 2008; CONSOLARO, 2011; CONSOLARO, 2013; CONSOLARO et al., 2016). No geral, as reabsorções radiculares estão associadas a traumas oclusais ou lesão do ligamento periodontal após traumatismo dentário (FIELDS; CHRISTENSEN, 2013; GONZÁLEZ et al., 2014; CONSOLARO et al., 2016), sendo o diagnóstico precoce fundamental para interromper o processo, pois existe a possibilidade de recidivas (CAMARGO et al., 2008; CONSOLARO, 2011). Na presença de reabsorção radicular antes do tratamento ortodôntico, o risco obviamente é aumentado, e também está ligada à baixa proporção coroa/raiz e, consequentemente, à mudança no padrão de dissipação das forças ortodônticas (PICANÇO et al., 2013).

A reabsorção radicular observada na movimentação ortodôntica se insere no tipo inflamatório, asséptico, que pode resultar na necrose isquêmica do ligamento periodontal; se a perda de material acometer a dentina, o processo é irreversível (GANDA et al., 2009; CONSOLARO; FURQUIM, 2016). As forças ortodônticas podem comprimir totalmente os vasos sanguíneos e cortar a nutrição para os cementoblastos, ou o contato dente-osso pode também eliminá-los fisicamente, desprotegendo a superfície radicular (CONSOLARO, 2011; CONSOLARO, 2013; CONSOLARO et al., 2016). O processo reabsortivo inicia-se a partir do quinto dia, incipiente e limitado ao cemento, e continua ativamente pelo nono dia, em maior extensão e profundamente na dentina (CONSOLARO et al., 2011).

Reabsorções leves variam de um contorno irregular no ápice até um terço da raiz; as graves são caracterizadas quando mais de um terço da raiz foi reabsorvida, sendo menos frequentes (GANDA et al., 2009). A classificação mais utilizada pela literatura é a de Malmgren e possui cinco categorias: 0 = sem reabsorção; 1 = contorno radicular irregular; 2 = reabsorção radicular apical menor que 2mm; 3 = reabsorção apical entre 2mm a um terço do comprimento original da raiz; 4 = reabsorção maior do que um terço do comprimento original da raiz confirmada por dois avaliadores; e o formato da raiz ainda pode ser classificado de acordo com a forma da raiz em normal, curta, romba, curva, e pipeta (ELHADDAOUI et al., 2016;

JACOBS et al., 2014; MOTOKAWA et al., 2013; PICANÇO et al., 2013; SEPOLIA et al., 2016).

Há um consenso de que o tempo de tratamento mais longo é um fator de risco para o desenvolvimento da reabsorção (LEMPESI et al., 2014; MAUÉS et al., 2015; SHARAB et al., 2015). Assim, durante o tratamento ortodôntico, quando a reabsorção é diagnosticada, recomenda-se a interrupção temporária que pode ser suficiente para alguns casos inicialmente mais graves apresentarem regressão dos sinais e, permitir um planejamento para conduzir o tratamento de forma mais lenta com acompanhamento radiográfico periódico (GONZÁLEZ et al., 2014; CONSOLARO; FURQUIM, 2016).

A seguir, os aspectos mais importantes do tratamento ortodôntico são abordados em tópicos para melhor entendimento do processo de reabsorção radicular.

4.1 Movimentação ortodôntica

Atualmente, várias técnicas e novos materiais vieram a substituir gradativamente a técnica *Edgewise*, como a técnica *Straight-wire*, os fios superelásticos e, nos últimos anos, o sistema autoligado. A despeito das novas ligas metálicas que compõem os fios dos arcos, durante o nivelamento não há diferenças significativas entre o emprego do níquel-titânio e o aço inoxidável (ALZAHAWI et al., 2014). O mesmo pode ser dito para os bráquetes autoligados quando comparados aos convencionais, e estes comparados aos bráquetes na técnica *Edgewise*, ainda que aos primeiros sejam atribuídas eficiência e grande velocidade de movimentação dentária, devido à fricção reduzida entre *slot* e fio (JACOBS et al., 2014; MAUÉS et al., 2015; SEPOLIA et al., 2016).

Pode-se afirmar então que o tipo de aparelho pouco influencia a incidência de reabsorção radicular; na maioria dos indivíduos sua ocorrência é idiopática, pois não pode ser atribuída apenas exclusivamente ao movimento ortodôntico. Por outro lado, é possível identificar a reabsorção externa como resultado direto do emprego de certos dispositivos ortodônticos, como os mini-implantes. Os efeitos não são observados prontamente, vindo a se manifestar meses e até anos após o procedimento (ER et al., 2011; LIM et al., 2013). A instalação desses requer no

mínimo 2mm de distância da superfície radicular, o que limita bastante a colocação entre raízes, sendo recomendado, o uso de tomografia tridimensional para avaliar o espaço disponível e guias cirúrgicos para a instalação dos mini-implantes para aumentar a segurança (ER et al., 2011; LIM et al., 2013).

Vários movimentos antes limitados, mas que se tornaram possíveis aos novos dispositivos, revelaram-se ora grandes fatores de risco, ora meras coincidências. Por exemplo, a intrusão constitui um dos movimentos mais associados com a reabsorção radicular, ou seja, a correção da mordida profunda causa redução de até 20% do comprimento de incisivos superiores (GANDA et al., 2009), enquanto a retração pela mecânica de deslize ou com alças seccionais não apresentam diferenças no grau de reabsorção (GANDA et al., 2009).

Quanto às forças, ainda é controverso se as contínuas ou as intermitentes determinam graus diferentes de reabsorção, mas em ambas as situações sempre há comprometimento do ápice (GANDA et al., 2009). Recentemente, imagens de microtomografia computadorizada e medidas da atividade da fosfatase ácida tartarato-resistente identificaram maior quantidade de crateras de reabsorção radicular em dentes submetidos a forças contínuas (SAWICKA et al., 2014).

Neste contexto, forças pesadas também devem ser aplicadas sobre dentes com critérios mais rigorosos, pois elásticos intermaxilares também estão correlacionados com reabsorção, os de classe I e II nos incisivos e os de classe III na raiz distal dos primeiro molar superior (GANDA et al., 2009). Por outro lado, a expansão rápida da maxila não está associada com reabsorção radicular aumentada, nem em molares, nem em pré-molares, tanto o aparelho de Haas quanto o de Hyrax (GANDA et al., 2009; MARTINS et al., 2016).

4.2 Suscetibilidade

A correção da mordida aberta ou da mordida cruzada anterior impõe grandes movimentos dos incisivos e, dessa forma, esses apresentam maior grau de reabsorção, sobretudo nos dentes com raízes de formatos anômalos ou que sejam hipofuncionais (MOTOKAWA et al., 2013; ALZAHAWI et al., 2014; CHAUSHU et al., 2015; ELHADDAOUI et al., 2016). Com menor incidência nas maloclusões de Classe I do que na Classe II, a correção de trespasse horizontal e a retração estão

significativamente correlacionadas com o grau de reabsorção, sugerindo grande cautela nos casos de extração de pré-molares (GANDA et al., 2009; PICANÇO et al., 2013; LEMPESI et al., 2014; MAUÉS et al., 2015; ELHADDAOUI et al., 2016; GUO et al., 2016;).

A maior parte dos estudos mostra que os incisivos, em especial os superiores, são mais suscetíveis à reabsorção radicular, com os centrais e os laterais alternando entre si a maior incidência dependendo de cada condição avaliada (GANDA et al., 2009; ALZAHAWI et al., 2014; MAUÉS et al., 2015; ELHADDAOUI et al., 2016). O tratamento endodôntico, considerando especificamente os incisivos, aumenta a incidência de reabsorção nos dentes tratados quando comparados com os contralaterais vitais (LLAMAS-CARRERAS et al., 2010).

Além dos fatores mencionados acima, os incisivos laterais também estão sob influência de outra condição: o tracionamento de caninos inclusos. A reabsorção radicular é mais frequente no sexo feminino (LEMPESI et al., 2014; CHAUSHU et al., 2015), quanto mais próximos os caninos estão inclusos na linha média, angulados, sobrepostos às raízes dos incisivos, e que apresentem folículos coronários aumentados (CHAUSHU et al., 2015).

A perda óssea devido à doença periodontal deve ser cuidadosamente avaliada devido à mudança da proporção coroa/raiz que, como visto anteriormente, altera a dissipação das forças ortodônticas aplicadas (PICANÇO et al., 2013; CONSOLARO; FURQUIM, 2016), bem como o risco perene da reativação da periodontite. Essa condição não deve ser confundida com a diminuição da densidade do osso alveolar, que diz respeito à quantidade mineral óssea: as reabsorções estão mais associadas quando as raízes são movimentadas junto à cortical óssea que é mais densa (SCHEIBEL et al., 2014).

Apesar de a teoria dos fatores locais externos ter prevalecido desde o início da ortodontia (CONSOLARO, 2011), técnicas mais precisas de identificação genética aumentaram a compreensão dos mecanismos bioquímicos envolvidos e levaram à descoberta de alguns polimorfismos ligados à tendência de reabsorção radicular (CAVIEDES-BUCHELI et al., 2011; SHARAB et al., 2015; GUO et al, 2016).

A natureza inflamatória do movimento ortodôntico é proporcional à força aplicada, com o aumento da produção de mediadores inflamatórios pela polpa dentária (CAVIEDES-BUCHELI et al., 2011; KAKU et al., 2014). Por outro lado, de cada caso, 25% da reabsorção era explicada pela presença de genes responsáveis

pela produção aumentada de interleucina 1b (SHARAB et al., 2015; GUO et al., 2016).

Os incisivos inferiores apresentam índices bem menores comparados aos superiores, seguidos pelos segundos pré-molares (GANDA et al., 2009; ALZAHAWI et al., 2014; JACOBS et al., 2014).

4.3 Tratamento endodôntico

Recentemente, o paradigma de que dentes tratados endodonticamente seriam mais suscetíveis a uma provável reabsorção radicular está sendo quebrado por estudos longitudinais e recursos imaginológicos mais confiáveis. No geral, dentes com mais de um ano de tratamento endodôntico não exibem diferenças na quantidade reabsorção quando comparados com seus contralaterais vitais, com exceção dos incisivos que possuem uma proporção ligeiramente maior (LLAMAS-CARRERAS et al., 2010; CONSOLARO; FURQUIM, 2016).

Além disso, em condições experimentais, dentes recém pulpectomizados apresentaram menor expressão de mediadores inflamatórios, atuantes na reabsorção radicular, devido à remoção das células pulpares produtoras dessas citocinas (KAKU et al., 2014). A diminuição desse processo tem alimentado a controversa observação de que dentes tratados endodonticamente apresentam menor quantidade de reabsorção radicular do que os vitais (LEE; LEE, 2016).

Tomografias computadorizadas *cone beam* que medem a altura real revelam que não há diferenças na quantidade de reabsorção radicular entre pré-molares e molares tratados endodonticamente e os vitais (CASTRO et al., 2015). Por outro lado, como mencionado anteriormente, apenas os incisivos superiores aparentam ser mais propensos à reabsorção quando submetidos ao tratamento endodôntico, mas por razões intrínsecas a esses próprios dentes (LLAMAS-CARRERAS et al., 2010).

5 CONCLUSÃO

Com poucas exceções a reabsorção radicular é um processo imprevisível, isto é, não é possível determinar quais pacientes apresentarão esse efeito adverso, pois casos clínicos semelhantes tratados de igualmente da mesma forma podem ou não resultar em reabsorção radicular. Do que foi revisto e discutido neste trabalho, para a prevenção dentro dos limites do conhecimento técnico do estado atual da pesquisa científica, pode-se recomendar que:

1. Informar todos os pacientes que a reabsorção radicular pode ser um efeito decorrente do tratamento ortodôntico;
2. A correção de maloclusões que exija grandes movimentos dos incisivos superiores deve ser realizada com forças leves e intermitentes, e acompanhada de radiografias periapicais periódicas;
3. No diagnóstico de reabsorção radicular, a aplicação de forças deve ser pausada para monitoramento do progresso da reabsorção e o plano de tratamento ortodôntico revisto;
4. O tratamento endodôntico como forma de interromper a reabsorção radicular é controverso e deve ser realizado apenas quando não houver sinais de estabilização.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALZAHAWI, K,; FÆRØVIG, E.; BRUDVIK, P.; BØE, O.E.; MAVRAGANI, M. Root resorption after leveling with super-elastic and conventional steel arch wires: a prospective study. Prog. Orthod., Copenhagen, v. 15, p. 35, 2014.

CAMARGO, S.E.A.; MORAES, M.E.L.; MORAES, L.C.; CAMARGO, C.H.R. Principais características clínicas e radiográficas das reabsorções radiculares internas e externas. Rev. Odontol. Univ. Cid. São Paulo, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 195-203, maio-ago 2008.

CASTRO, I.; VALLADARES-NETO, J.; ESTRELA, C. Contribution of cone beam computed tomography to the detection of apical root resorption after orthodontic treatment in root-filled and vital teeth. Angle Orthod., Londres, v. 85, n. 5, p. 771-776, sep. 2015.

CAVIEDES-BUCHELI, J. The effect of orthodontic forces on calcitonin gene-related peptide expression in human dental pulp. J. Endod., Nova Iorque, v. 37, n. 7, p. 934-937, july 2011.

CHAUSHU, S.; KACZOR-URBANOWICZ, K.; ZADURSKA, M.; BECKER, A. Predisposing factors for severe incisor root resorption associated with impacted maxillary canines. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop., Saint Louis, v. 147, n. 1, p. 52-60, jan. 2015.

CONSOLARO, A. O conceito de reabsorções dentárias ou as reabsorções dentárias não são multifatoriais, nem complexas, controvertidas ou polêmicas! Dental Press J. Orthod., Maringá, v. 16, n. 4, p. 19-24, july-aug. 2011.

CONSOLARO, A. The four mechanisms of dental resorption initiation. Dental Press J. Orthod., Maringá, v. 18, n. 3, p. 7-9, may-june 2013.

CONSOLARO, A. External cervical resorption: diagnostic and treatment tips. Dental Press J. Orthod., Maringá, v. 21, n. 5, p. 19-25, sept.-oct. 2016.

CONSOLARO, A.; FURQUIM, L.Z. Extreme root resorption associated with induced tooth movement: a protocol for clinical management. Dental Press J. Orthod., Maringá, v. 19, n. 5, p. 19-26, sept.-oct. 2014.

CONSOLARO, A.; et al. Reabsorção óssea à distância na movimentação ortodôntica: quando se inicia e o como ocorre a reorganização periodontal. Dental Press J. Orthod., Maringá, v. 16, n. 3, p. 25-31, may-june 2011.

ELHADDAOUI, R.; BENYAHIA, H.; AZEROUAL, M.F.; ZAOUI, F.; RAZINE, R.; BAHIJE, L. Resorption of maxillary incisors after orthodontic treatment - clinical study of risk factors. Int. Orthod., Paris, v. 14, n. 1, p. 48-64, mar. 2016.

ER, K.; BAYRAM, M.; TAŞDEMIR, T. Root canal treatment of a periradicular lesion caused by unintentional root damage after orthodontic miniscrew placement: a case report. Int. Endod. J., Oxford, v. 44, n. 12, 1170-1175, dec. 2011.

FIELDS, H.W.; CHRISTENSEN, J.R. Orthodontic procedures after trauma. Pediatr. Dent., Chicago, v. 35, n. 2, p. 175-183, mar.-apr. 2013.

GANDA, A.M.F.; MAZZIEIRO, E.T.; BATISTA, C.H.T. Mecânicas ortodônticas e reabsorções radiculares. Rev. Odontol. Univ. Cid. São Paulo, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 169-178, maio-ago. 2009.

GONZÁLEZ, O.L.; VERA, J.; OROZCO, M.S.; MANCERA, J.T.; GONZÁLEZ, K.V.; MALAGÓN, G.V. Transient apical breakdown and its relationship with orthodontic forces: a case report. J. Endod., Nova Iorque, v. 40, n. 8, p. 1265-1267, aug. 2014.

GUO, Y.; HE, S.; GU, T.; LIU, Y.; CHEN, S. Genetic and clinical risk factors of root resorption associated with orthodontic treatment. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop., Saint Louis, v. 150, n. 2, p. 283-289, aug. 2016.

JACOBS, C.; GEBHARDT, P.F.; 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 Med., Londres, v. 10, p. 2, jan. 2014.

KAKU, M.; et al. Effects of pulpectomy on the amount of root resorption during orthodontic tooth movement. J. Endod., Nova Iorque, v. 40, n. 3, p. 372-378, mar. 2014.

LEE, Y.J.; LEE, T.Y. External root resorption during orthodontic treatment in root-filled teeth and contralateral teeth with vital pulp: a clinical study of contributing factors. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop., Saint Louis, v. 149, n. 1, p. 84-91, jan. 2016.

LEMPESI, E.; PANDIS, N.; FLEMING, P.S.; MAVRAGANI, M. A comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with surgical exposure and traction of maxillary impacted canines versus that without impactions. Eur. J. Orthod., Oxford, v. 36, n. 6, p. 690-697, dec. 2014.

LIM, G.; KIM, K.D.; PARK, W.; JUNG, B.Y.; PANG, N.S. Endodontic and surgical treatment of root damage caused by orthodontic miniscrew placement. J. Endod., Nova Iorque, v. 39, n. 8, p. 1073-1077, aug. 2013.

LLAMAS-CARRERAS, J.M.; AMARILLA, A.; SOLANO, E.; VELASCO-ORTEGA, E.; RODRÍGUEZ-VARO, L.; SEGURA-EGEA, J.J. Study of external root resorption during orthodontic treatment in root filled teeth compared with their contralateral teeth with vital pulps. Int. Endod. J., Oxford, v. 43, n. 8, p. 654-662, aug. 2010.

MARTINS, D.C.; et al. Rapid maxillary expansion: do banded teeth develop more external root resorption than non-banded anchorage teeth? Angle Orthod., Londres, v. 86, n. 1, p. 39-45, jan. 2016.

MAUÉS, C.P.R.; NASCIMENTO. R.R.; VILELLA, O.V. Severe root resorption resulting from orthodontic treatment: Prevalence and risk factors. Dental Press J. Orthod., Maringá, v. 20, n. 1, p. 52-58, jan.-feb. 2015.

MOTOKAWA, M.; et al. Open bite as a risk factor for orthodontic root resorption. Eur. J. Orthod., Oxford, v. 35, n. 6, p. 790-795, dec. 2013.

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

SAWICKA, M.; BEDINI, R.; WIERZBICKI, P.M.; PAMEIJER, C.H. Interrupted orthodontic force results in less root resorption than continuous force in human premolars as measured by microcomputed tomography. Folia Histochem. Cytobiol., Warszawa, v. 52, n. 4, p. 289-296, 2014.

SCHEIBEL, P.C.; RAMOS, A.L.; IWAKI, L.C.V.; MICHELETTI, K.R. Analysis of correlation between initial alveolar bone density and apical root resorption after 12 months of orthodontic treatment without extraction. Dental Press J. Orthod., Maringá, v. 19, n. 5, p. 97-102, sept.-oct. 2014.

SEPOLIA, S.; KUSHWAH, A.P.; NATT, A.S.; VASHISHT, L.; SAHOO, S.K.; SUBUDHI, S.K. Retrospective analysis of different bracket systems used in the treatment of patients with anterior crowding: a longitudinal comparative study. J. Contemp. Dent. Pract., Cincinnati, v. 17, n. 8, p. 687-691, aug. 2016.

SHARAB, L.Y.; et al. Genetic and treatment-related risk factors associated with external apical root resorption (EARR) concurrent with orthodontia. Orthod. Craniofac. Res., Oxford, v. 18, p. 71-82, 2015. Suplemento 1.