



**FACULDADE DE PINDAMONHANGABA**

**Cícero Cruvinel**

**REABSORÇÃO RADICULAR EXTERNA EM DENTES  
MOVIMENTADOS ORTODONTICAMENTE**

**Pindamonhangaba – SP**

**2012**



**Cícero Cruvinel**

**REABSORÇÃO RADICULAR EXTERNA EM DENTES  
MOVIMENTADOS ORTODONTICAMENTE**

Monografia apresentada como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Especialista pelo curso de especialização em ortodontia, da Faculdade de Pindamonhangaba

Orientador: Prof. Esp. Bruno Leite Subitoni.

**Pindamonhangaba- SP**

**2012**

Cruvinel, Cícero

Reabsorção radicular externa em dentes movimentados ortodonticamente /  
Cícero Cruvinel / Pindamonhangaba-SP : FAPI  
Faculdade de Pindamonhangaba, 2012.  
48 f.

Monografia (Pós Graduação em Ortodontia) FAPI-SP.

Orientador: Prof. Bruno Leite Subitoni.

1 Reabsorção radicular externa. 2 Tratamento ortodôntico. 3  
Mecanoterapia.

I Reabsorção radicular externa em dentes movimentados ortodonticamente II  
Cícero Cruvinel.



**CÍCERO CRUVINEL**

**REABSORÇÃO RADICULAR EXTERNA EM DENTES MOVIMENTADOS  
ORTODONTICAMENTE**

Monografia apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Diploma de Especialista pelo Curso de especialização em ortodontia da Faculdade de Pindamonhangaba.

Data: \_\_\_\_\_

Resultado: \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. \_\_\_\_\_ Faculdade de Pindamonhangaba

Assinatura \_\_\_\_\_

Prof. \_\_\_\_\_ Faculdade de Pindamonhangaba

Assinatura \_\_\_\_\_

Prof. \_\_\_\_\_

Assinatura \_\_\_\_\_

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho ao meu pai João (in memorian) e à minha mãe Francisca pelas suas incansáveis lutas para que eu pudesse ingressar e concluir o curso de Odontologia na Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Ao meu irmão Adilson, e às minhas irmãs Luziene, Márcia e Lúcia, pelo apoio e presença constante em minha vida.

À minha querida esposa Rosa, pelo seu amor e pelas suas constantes orações de intercessão por mim.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à FAPI (Faculdade de Pindamonhangaba) pelo Curso de Especialização em Ortodontia oferecido e pela competência e dedicação de seus professores.

Agradeço especialmente ao professor Claudemir de Carvalho, Coordenador de Pós-graduação, pela sua capacidade e disponibilidade em nos orientar neste importante trabalho de conclusão de curso.

Aos colegas e professores Clayton, Bruno e Idécio, um agradecimento muito especial pelos três anos de dedicação, companheirismo e competência para nos ensinar a difícil e nobre arte da Ortodontia, para que possamos oferecer aos nossos pacientes uma ortodontia segura e de alto nível técnico e científico.

Aos colegas de turma, pela amizade, apoio e solicitude uns para com os outros, para que juntos conseguíssemos alcançar com serenidade e amor o nosso objetivo.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Reabsorção mínima .....	23
Figura 2: Reabsorção moderada .....	23
Figura 3: Reabsorção severa .....	23
Figura 4: Reabsorção extrema .....	24
Figura 5: Raiz curta .....	24
Figura 6: Raiz tortuosa .....	24
Figura 7: Raiz em forma de pipeta .....	25
Figura 8: Raiz em forma triangular .....	25

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1</b>	<b>Como ocorre a reabsorção radicular externa .....</b>	<b>12</b>
2.1.1	O MOVIMENTO DENTÁRIO EM ORTODONTIA.....	12
2.1.2	SIGNIFICADO DAS ÁREAS HIALINAS NO LIGAMENTO PERIODONTONTAL.....	12
2.1.3	LOCALIZAÇÃO.....	13
2.1.4	MECANISMO.....	14
2.1.5	CLASSIFICAÇÃO.....	15
2.1.6	INCIDÊNCIA.....	15
<b>2.2</b>	<b>Fatores que influenciam a Reabsorção Radicular Externa.....</b>	<b>16</b>
2.2.1	FATORES GERAIS.....	16
2.2.1.1	Hereditariedade.....	16
2.2.1.2	Susceptibilidade Individual.....	18
2.2.1.2.1	Gênero .....	18
2.2.1.2.2	Idade Cronológica .....	18
2.2.1.2.3	Idade Dentária .....	18
2.2.1.2.4	Estado de saúde .....	19
2.2.2	FATORES LOCAIS .....	19
2.2.2.1	Tipo de maloclusão .....	19
2.2.2.2	Hábitos .....	20
2.2.2.3	Traumatismo Dentário Prévio .....	21
2.2.2.4	Dentes mais vulneráveis .....	22



2.2.2.5	Morfologia Radicular .....	22
2.2.2.6	Morfologia da Crista Óssea Alveolar .....	25
2.2.2.7	Rizogênese Incompleta .....	26
2.2.2.8	Tratamento Endodôntico .....	28
2.2.2.9	Saúde Bucal .....	28
2.2.3	<b>FATORES MECÂNICOS</b> .....	29
2.2.3.1	Magnitude da força .....	29
2.2.3.2	Intervalo de aplicação da força .....	31
2.2.3.3	Natureza da Força .....	32
2.2.3.3.1	Força Contínua .....	32
2.2.3.3.2	Força Intermitente .....	32
2.2.3.3.3	Força Interrompida .....	33
2.2.3.3.4	Força Ortopédica Mecânica .....	33
2.2.3.3.5	Duração da Força e Tempo de Tratamento .....	34
2.2.3.3.6	Tipos de Movimentos .....	35
<b>2.3</b>	<b>Condutas Preventivas</b> .....	36
2.3.1	ANAMNESE .....	37
2.3.2	RADIOGRAFIAS PERIAPICAIS .....	37
2.3.3	DIAGNÓSTICO E PLANEJAMENTO .....	38
2.3.4	MÉTODO PARA IDENTIFICAR PACIENTES DE RISCO .....	38
2.3.5	SIMPLIFICAÇÃO DA MECÂNICA .....	39
2.3.6	CUIDADOS PÓS-TRATAMENTO .....	40
<b>3</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	40
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	43
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	44

## **RESUMO**

A reabsorção radicular é uma seqüela do tratamento ortodôntico e constitui uma das principais preocupações dos ortodontistas, pelo fato de ser a raiz responsável pela implantação e estabilidade do dente no osso alveolar e pela recepção das forças aplicadas pela mecanoterapia para a movimentação dentária. Apresenta magnitude variável e imprevisível, mas na maioria dos casos é leve, não comprometendo a função nem a longevidade dos dentes envolvidos. No entanto, diante de reabsorções severas, muitas vezes se faz necessário simplificar a mecânica e, em alguns casos, finalizar mais rapidamente o tratamento, com o objetivo de minimizar este irreversível custo biológico. Desta maneira é necessário o conhecimento das variáveis mecânicas e biológicas individuais para planejar cada caso de forma detalhada, levando-se em conta as limitações técnicas oferecidas pela ciência ortodôntica. É de suma importância valorizar a morfologia radicular e da crista óssea alveolar durante o planejamento do tratamento ortodôntico.

Palavras-chave: Reabsorção radicular externa. Tratamento ortodôntico. Mecanoterapia.

## **ABSTRACT**

The root absorption is an iatrogenic orthodontic treatment and it constitutes one of the most important preoccupation of because it is the root responsible for the implementation and stability of the alveolar bone and tooth for receiving the forces applied by mechanotherapy for tooth movement. Presents variable and unpredictable extent, but this is lightweight and it doesn't involve necessity function or longevity of teeth. However, it is important to simplify the mechanism and some situations to complete the treatment as soon as possible in order to minimize this irreversible biological cost. It is necessary to know the mechanical and biological variables to plan each individual case. It must consider the technical limitations of orthodontic offered by science. It is extremely important to value the root morphology and alveolar bone crest during orthodontic treatment planning.

Keywords: External root absorption. Orthodontic treatment. Mechanotherapy.

## 1 INTRODUÇÃO

A ortodontia, através do conhecimento técnico, científico e biológico acumulado durante longos anos tem a grande arte de realizar a movimentação dentária graças à aplicação de forças adequadas que provocam fenômenos fisiológicos de reabsorção e aposição no tecido ósseo. A reabsorção radicular é um dos grandes problemas decorrentes do tratamento ortodôntico, consistindo principalmente em um arredondamento do ápice e consequente encurtamento radicular. Este processo acontece como resultado das forças mecânicas aplicadas sobre o ligamento periodontal durante a terapia ortodôntica, o que leva à eliminação dos cementoblastos da superfície radicular, expondo a dentina às unidades osteorremodeladoras (BMUs), que iniciam assim a reabsorção. Na impossibilidade de detê-la, devem-se tomar cuidados especiais para minimizá-la para evitar danos maiores à estrutura dentária.<sup>1,2</sup>

Brezniak; Wasserstein<sup>3</sup> relataram que Ottolengui, em 1914, foi o primeiro a correlacioná-la ao tratamento ortodôntico e observou ainda que apesar do encurtamento radicular, a vitalidade pulpar era mantida. Relataram também que Ketcham em um estudo radiográfico realizado em 1927 revelou que 21% dos indivíduos tratados ortodonticamente apresentaram reabsorção radicular, quando a partir daí, surgiu uma grande preocupação entre os ortodontistas, o que suscitou inúmeros trabalhos científicos com o objetivo de conhecer melhor esta realidade.

Hoje se sabe que até 100% dos indivíduos tratados podem apresentar reabsorção radicular, comprovado por exames histológicos, uma vez que pequenas reabsorções não são visíveis ao exame radiográfico.<sup>3</sup>

Segundo os estudos de Brezniak e Wasserstein<sup>3</sup> os dentes mais vulneráveis são os incisivos porque a extensão dos movimentos nesses dentes é maior devido à maloclusão, à função e à estética.

Entre os fatores que mais estão relacionados à reabsorção radicular decorrente do tratamento ortodôntico, pode-se citar a magnitude da força aplicada, o intervalo de aplicação da força, o tempo de tratamento, a idade do paciente, a quantidade de movimentação dentária e a susceptibilidade individual.<sup>4</sup>

Considerando os benefícios do tratamento ortodôntico em favor do sistema estomatognático e da estética, e sabendo-se que uma vez removidas as forças da aparatologia ortodôntica, a progressão da reabsorção radicular é interrompida, o prognóstico é geralmente favorável, pois as lesões são leves e clinicamente insignificantes.<sup>5</sup>

Ultimamente, as pesquisas têm sido direcionadas ao estudo da genética, hereditariedade, susceptibilidade individual e biologia molecular relacionados à reabsorção radicular, o que abre um novo horizonte para o controle desta sequela irreversível.

O objetivo deste trabalho foi, a partir de uma revisão da literatura, elucidar alguns aspectos importantes sobre a reabsorção radicular externa oriunda do tratamento ortodôntico, tais como: a sua incidência; dentes mais susceptíveis; mecânicas que mais causam reabsorção; cuidados e procedimentos preventivos para minimizá-la.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 Como ocorre a reabsorção radicular externa**

#### **2.1.1 O MOVIMENTO DENTÁRIO EM ORTODONTIA**

Para compreender a reabsorção radicular em ortodontia é necessário antes de tudo, entender a movimentação dentária induzida ortodonticamente, o que exige conhecimentos relativos à biologia celular, processo inflamatório, microcirculação, biopatologia óssea e dentária, bem como conhecer os fatores mecânicos envolvidos tais como: magnitude, direção, duração e intensidade das forças aplicadas.<sup>6</sup> A ortodontia se caracteriza por movimentar o dente dentro do tecido ósseo, utilizando-se de uma força que impele o dente e seu periodonto na direção da oclusão normal. Assim sendo, o movimento dentário inclui também o periodonto de sustentação, cuja biologia é necessário conhecer para conduzir o tratamento ortodôntico com êxito. O ligamento periodontal é mediador da resposta óssea, portanto o movimento dentário é um fenômeno ligado ao mesmo.<sup>6</sup>

Ao se aplicar uma força ortodôntica no dente, a sua raiz comprime o ligamento periodontal, causando um estresse biológico denominado hialinização. Esse estresse age igual e simultaneamente no osso alveolar e sobre o cimento que envolve e protege a raiz. Sabendo-se que o cimento é mais resistente à reabsorção, o osso alveolar é reabsorvido e remodelado com conseqüente movimentação dentária, enquanto a raiz sofre uma reabsorção insignificante do ponto de vista clínico.<sup>7,8</sup>

#### **2.1.2 SIGNIFICADO DAS ÁREAS HIALINAS NO LIGAMENTO PERIODONTAL**

Segundo Consolaro<sup>9</sup> (2011), durante a movimentação dentária induzida ortodonticamente, é comum a ocorrência de áreas hialinas no ligamento periodontal. As forças aplicadas deslocam o dente em direção ao osso alveolar, causando uma compressão no ligamento periodontal, mais especificamente nos vasos sanguíneos, que correspondem a 50% do volume ligamentar, sendo que destes, 88% são vênulas com paredes finas, facilmente deformáveis. Esta constrição nos vasos causa uma hipóxia focal fazendo com que as células migrem, ficando apenas a matriz extracelular, que sem células não se renova, e fica com aspecto morfológico vítreo e translúcido quando observados em cortes teciduais corados pela hematoxilina e eosina. Este fenômeno é chamado de hialinização. A extensão da área hialina é proporcional ao grau de compressão e à quantidade de vasos comprimidos. Em casos de forças muito intensas, pode ocorrer necrose celular por anoxia, isto é, falta completa de oxigênio, o que pode comprometer tanto os osteoblastos como os cementoblastos, dificultando a organização das unidades osteorremodeladoras (BMUs) para que reabsorvam as superfícies mineralizadas bem como dificulta a reorganização do ligamento periodontal após a dissipação das forças. Conseqüentemente, a movimentação dentária fica reduzida significativamente e a reabsorção radicular é agravada devido à morte dos cementoblastos em grandes áreas da raiz, deixando-a desprotegida e exposta à ação de células clásticas. Quando as áreas hialinas são menores, o pequeno número de cementoblastos mortos é repostado pela proliferação de células vizinhas e clinicamente não se observa alterações no grau de movimentação dentária. Portanto, o grau de reabsorção radicular será proporcional à extensão da área hialinizada.

### 2.1.3 LOCALIZAÇÃO

As reabsorções radiculares decorrentes do tratamento ortodôntico são externas, com áreas afetadas amplas, rasas e irregulares. Podem estar localizadas nas faces laterais da raiz afetando sua porção média, sendo neste caso de difícil diagnóstico. Podem estar localizadas também na região apical, sendo que nesta região é mais fácil detectá-la através de exame radiográfico, principalmente o periapical. A porção apical da raiz apresenta uma anatomia que favorece o processo de reabsorção.<sup>1,10</sup>

#### 2.1.4 MECANISMO

As células do corpo humano possuem um esqueleto, denominado citoesqueleto, que é responsável pela manutenção do formato celular que em condições normais encontra-se em equilíbrio. Este equilíbrio pode ser alterado quando a célula é agredida por agentes físicos, químicos ou biológicos fazendo com que esta entre em estado de estresse, caracterizado por uma hiper-estimulação metabólica, que por sua vez provoca a liberação de mediadores químicos para restabelecer o equilíbrio perdido. Esses mediadores são “sentidos” por células através de receptores “específicos” existentes na superfície de suas membranas, causando aumento da permeabilidade da membrana celular, incrementando a entrada de cálcio na célula e ativando determinadas enzimas que após um longo ciclo, desencadeiam um processo inflamatório, cuja finalidade é restabelecer a normalidade à região afetada. As raízes dentárias são revestidas por um tecido chamado cemento que possui em sua superfície uma camada de células, os cementoblastos, os quais são insensíveis aos mediadores da reabsorção, sendo assim considerados protetores da raiz. Portanto, para que se inicie um processo de reabsorção é necessária a eliminação dos cementoblastos da superfície radicular, deixando a dentina exposta com formação de anticorpos antidentina. O processo inflamatório presente no local afetado impede a recolonização por progresso da reabsorção radicular, que só será interrompido quando cessar o processo inflamatório, favorecendo o repovoamento da região lesada.<sup>1</sup> A reparação da área radicular reabsorvida ocorre quando pequenas áreas de necrose dos cementoblastos são repovoadas pela migração de cementoblastos vizinhos. As áreas maiores de necrose são supridas por osteoblastos adjacentes denominados cementoblastos-like, que produzem tecido mineralizado semelhante ao cemento. No entanto, na presença de altos níveis de mediadores da reabsorção, os mesmos funcionam como unidades osteorremodeladoras (BMUs), isto é, um conjunto de células que promovem a reabsorção. Por isso, em casos de dentes traumatizados e retratamentos, é necessário maior cuidado, pois a presença de cementoblastos-like é um fato a ser considerado. Durante a movimentação dentária em ortodontia, todo esse processo se desenvolve no ligamento periodontal, cujo espaço é de aproximadamente 0,25 mm de espessura. O ligamento periodontal é ricamente vascularizado, o que facilita os processos de inflamação e regeneração.<sup>1</sup>



### 2.1.5 CLASSIFICAÇÃO

A reabsorção radicular é fisiológica quando acontece nos dentes decíduos, sendo neste caso irreversível, e patológica nos dentes permanentes, podendo ser reversíveis uma vez removidos os agentes agressores. Quanto ao mecanismo de ocorrência, podem ser classificadas em inflamatórias ou por substituição. As inflamatórias são causadas por um agente agressor físico, químico ou biológico, podendo ser externa e/ou interna e da ação de mediadores acumulados no exsudato inflamatório. As reabsorções por substituição são causadas por danos irreversíveis ao ligamento periodontal permitindo a ligação direta da raiz ao osso alveolar, o que é denominado anquilose alveolodentária. Neste caso o dente vai sendo reabsorvido progressivamente e sendo substituído por osso, desde a raiz até a coroa, respeitando o limite pulpar devido à presença da pré-dentina.<sup>11</sup>

Considerando a reabsorção radicular oriunda do tratamento ortodôntico, ela é classificada como patológica inflamatória e externa.<sup>1,11</sup>

A classificação mais usada atualmente quando relacionada ao tratamento ortodôntico, é a de Malmgren et al. de 1982 que considera a reabsorção de acordo com a sua gravidade, classificando-a em ausente, leve, moderada, acentuada e extrema

### 2.1.6 INCIDÊNCIA

Baseando-se em muitos trabalhos científicos com boa metodologia sabe-se que a reabsorção radicular externa causada pelo tratamento ortodôntico chega a uma incidência de até 100% dos indivíduos tratados, o que é comprovável principalmente ao exame histológico, uma vez que ao exame radiográfico não é possível detectar todas as áreas reabsorvidas da raiz dentária.<sup>12</sup> Apesar de ser uma sequela irreversível, na maioria das vezes é suave, mas podendo em alguns casos ser severa, a ponto de comprometer a longevidade da estrutura dentária.<sup>3</sup>

## 2.2 Fatores que influenciam a Reabsorção Radicular Externa

### 2.2.1 FATORES GERAIS

#### 2.2.1.1 Hereditariedade

Alguns estudos sugerem a presença de um forte componente genético como causa de reabsorção radicular externa durante o tratamento ortodôntico, mas os próprios autores reconhecem as limitações de suas pesquisas principalmente devido às dificuldades metodológicas para identificação de genes, o que compromete a credibilidade científica destes trabalhos.<sup>13</sup>

Um estudo importante de Al-Qawasmi et al.<sup>14</sup> frequentemente citado na literatura, avaliou os aspectos relacionados aos genes da interleucina -1 alfa e beta, localizados no cromossomo 2q13, porque são mediadores que atuam nos processos de reabsorção óssea e dentária. As várias formas desses genes foram adquiridas a partir do DNA obtido de células da mucosa jugal. Os pesquisadores detectaram as reabsorções radiculares em radiografias panorâmicas e telerradiografias em norma lateral, avaliando-as nos incisivos centrais superiores e inferiores, e nas raízes mesial e distal do primeiro molar inferior. Verificaram também uma variação no nível de interleucina -1 entre os pacientes tratados, indicando que o polimorfismo encontrado no gene da IL-1 beta estava presente em apenas 15% de amostra total de reabsorção apical ortodôntica nos incisivos superiores, concluindo que a variação genética da IL -1B não age como único gene responsável pelo risco de reabsorções radiculares apicais durante o tratamento ortodôntico.

Consolaro e Martins-Ortiz<sup>15</sup> defenderam que, para avaliar a susceptibilidade genética e hereditária em ortodontia, devem-se estudar os cementoblastos e não os mediadores da reabsorção óssea, pois os mediadores somente atuam após a eliminação dos cementoblastos por fatores locais. Eles não apresentam receptores de superfície para os mediadores da reabsorção, sendo assim, considerados como protetores da raiz. Concluíram que o mais importante é preservar os cementoblastos que recobrem a superfície radicular. Consideraram

importante pesquisar os defeitos e qualidades dos cementoblastos, como o número de receptores, a sensibilidade maior ou menor ao estresse celular e a inflamação.

Há muitas controvérsias acerca dos termos genético e hereditário. Não se pode dizer que a reabsorção óssea e dentária, no caso da movimentação ortodôntica, tem natureza hereditária. Apesar de seus fenômenos terem natureza genética, não necessariamente lhe confere uma conotação hereditária.<sup>2</sup>

Recentemente foi identificada a presença do receptor P2X7 (purinergic receptor P2X, ligand-gated ion channel, 7 ([Homo sapiens]) nas áreas do ligamento periodontal submetidas à estresse por forças ortodônticas. Este receptor é uma proteína encontrada em grande número de células do corpo humano, principalmente nas cerebrais e na maioria das células da medula óssea, como os leucócitos polimorfonucleares, monócitos e macrófagos, e linfócitos B. Esse receptor parece estar sempre presente em áreas vizinhas à necrose ou sofrimento celular. .<sup>2</sup>

Viecelli<sup>16</sup> realizou uma pesquisa utilizando-se de dois tipos de ratos: os que tinham o receptor P2X7 e os ratos em que o mesmo estava ausente, pois o seu gene foi intencionalmente removido (*Knock-out mice*). A mecânica ortodôntica foi controlada por meio de computador para produzir níveis diferentes de estresses humanos típicos. A reabsorção radicular externa, a modelação e a remodelação óssea foram analisadas com marcadores fluorescentes. Os resultados desse estudo mostraram que havia uma relação direta entre as diferentes magnitudes de estresse, reabsorção radicular e formação óssea. A hialinização e a reabsorção radicular e óssea foram diferentes nos dois tipos de ratos. A conclusão desse estudo, afirmou que o receptor P2X7 desempenha um papel significativo na mecanotransdução durante a aplicação da força ortodôntica e que a influência da genética na reabsorção radicular externa pode ser independente de fatores anatômicos e mecânicos. Isto levanta a hipótese de que indivíduos cujos dentes que possuem a mesma morfologia radicular e tratados idênticamente podem ter respostas diferentes em consequência de diferenças genéticas.

Segundo Consolaro e Martins-Ortiz<sup>2</sup>, é necessário conhecer melhor o papel dos genes na síntese dos mediadores e receptores envolvidos na reabsorção óssea e dentária radicular. A partir desse conhecimento, novas perspectivas se abrem para controlar as reabsorções com o uso de medicamentos e procedimentos preventivos.

## 2.2.1.2 Susceptibilidade individual

### 2.2.1.2.1 Gênero

Apesar de alguns estudos como os de Dougherty<sup>17</sup> e Newman<sup>18</sup> citados por Capelozza e Silva Filho<sup>11</sup> apontarem o gênero feminino como o mais propenso á reabsorção radicular durante o tratamento ortodôntico, outros estudos como os de Goldin<sup>19</sup>, Mc Fadden<sup>20</sup> e Sameshima e Sinclair<sup>21</sup> não encontraram diferenças entre os gêneros masculino e feminino. Segundo Dougherty<sup>17</sup>, no gênero feminino a maturidade radicular é mais precoce que no masculino, tornando este público mais propenso à reabsorção radicular na idade ortodôntica. Portanto, considerando o mesmo nível de maturidade radicular, ambos os gêneros teriam a mesma chance de reabsorção.

### 2.2.1.2.2 Idade Cronológica

De acordo com os estudos de Brezniak e Wasserstein<sup>3</sup> e de Consolaro<sup>13</sup>, os adultos são mais susceptíveis à reabsorção radicular devido às mudanças trazidas pelo envelhecimento, que tornam a membrana periodontal menos vascularizada, sem elasticidade e mais estreita, além de deixar o osso alveolar mais denso e aplástico. Nestas condições, a movimentação dentária se torna mais difícil aumentando as chances de reabsorção.

### 2.2.1.2.3 Idade Dentária

Segundo evidências científicas de muitos trabalhos, as raízes mais jovens e parcialmente formadas mostram menor incidência e severidade de reabsorção quando comparadas às raízes totalmente formadas. Estes trabalhos afirmaram também que as raízes se

desenvolvem normalmente durante a movimentação dentária, isto é, a rizogênese não é interrompida<sup>2</sup>.

Segundo Linge e Linge<sup>22</sup>, as reabsorções radiculares apicais tendem a ser menores em dentes mais jovens, o que estimula o tratamento ortodôntico em idade mais precoce.

#### 2.2.1.2.4 Estado de saúde

Tyrovola e Spyropoulos<sup>23</sup>, revisando os efeitos de drogas e dos fatores sistêmicos no tratamento ortodôntico, destacando o paratormônio, a vitamina D, os estrógenos e a calcitonina, concluíram que há influência desses fatores apenas sobre as reabsorções ósseas, mas não sobre as raízes, influenciando assim a movimentação dentária indiretamente.

Segundo Capelozza e Silva Filho<sup>8</sup> indivíduos com osteoporose como mulheres na menopausa, podem apresentar risco adicional para reabsorção radicular durante a movimentação ortodôntica, mesmo sob controle médico.

Segundo Consolaro<sup>13</sup>, apesar dos inúmeros trabalhos científicos realizados na tentativa de esclarecer a ocorrência de reabsorção radicular sem causa aparente, apontando alterações sistêmicas como distúrbios metabólicos e as endocrinopatias como responsáveis pelo fenômeno, não há evidências clínicas e científicas que comprovem esta afirmação.

## 2.2.2 FATORES LOCAIS

### 2.2.2.1 Tipo de maloclusão

Segundo Brezniak; Wasserstein<sup>24</sup>, não existe uma correlação entre as maloclusões e a reabsorção radicular em decorrência da movimentação dentária induzida ortodonticamente. O que é mais importante considerar é a gravidade da maloclusão e os recursos mecânicos exigidos bem como a amplitude e tipo de movimento a ser realizado.

A gravidade da maloclusão impõe limites biológicos para sua correção que devem ser respeitados para evitar reabsorções radiculares graves. Assim sendo, não se deve tentar camuflar discrepâncias esqueléticas acentuadas com movimentos dentários de grande amplitude, devendo nestes casos optar pela cirurgia ortognática.<sup>7,8</sup>

Quanto aos tipos de movimentos que mais estão relacionados à reabsorção radicular, estão os movimentos de retração anterior, devido à extensão do deslocamento apical dos incisivos contra a cortical óssea, de acordo com os estudos de Sameshima e Simclair<sup>21</sup>, Sameshima e Simclair<sup>25</sup> e o movimento de intrusão que resulta em uma maior concentração de força por área do ligamento periodontal a nível apical, segundo os estudos de Brezniak; Wasserstein.<sup>3</sup>

#### 2.2.2.2 Hábitos

Odenrick e Brattström<sup>26</sup> realizaram um estudo com adolescentes com idade entre 13 e 15 anos dos gêneros masculino e feminino que apresentam o hábito persistente de roer unhas, que se submeteram ao tratamento ortodôntico com aparelho fixo. Durante o tratamento, realizaram radiografias dos dentes anteriores e compararam com radiografias do grupo controle. Concluíram que este hábito interfere no tratamento ortodôntico, aumentando o risco de reabsorção radicular, e recomendaram um controle radiográfico dos dentes anteriores durante o tratamento.

Linge e Linge<sup>27</sup> em seus estudos, afirmaram que os hábitos que exercem pressões nos dentes anteriores excedendo os limites fisiológicos, como disfunção lábio/língua, associada à sucção prolongada de dedos, aumentam o *overjet* podendo ser causa indireta de reabsorção radicular, porque exige uma mecanoterapia mais abrangente durante o tratamento ortodôntico. Pode também atuar como causa direta, pela ação de forças que causam movimentos dentários pendulares.

Afirmaram também que pessoas com mordida aberta anterior e interposição lingual, podem apresentar reabsorção radicular nos incisivos previamente ao tratamento ortodôntico devido à força de intrusão exercida pela língua que pode ter magnitude igual à força ortopédica.

### 2.2.2.3 Traumatismo Dentário Prévio

Segundo Brezniak; Wasserstein<sup>3</sup> e Malmgren et al.<sup>28</sup>, os dentes traumatizados são susceptíveis à reabsorção radicular espontânea, ou seja, independente de movimentação ortodôntica.

Malmgren et al.<sup>28</sup>, realizaram um estudo através de radiografias periapicais de 27 pacientes que apresentaram 55 incisivos traumatizados e 55 incisivos sem traumas, tratados ortodonticamente para verificar o grau de reabsorção nos dentes traumatizados comparados aos dentes não traumatizados. Concluíram que os dentes traumatizados com sinais de reabsorção previamente ao tratamento ortodôntico, são mais propensos à reabsorção durante a terapia, devido aos danos ao ligamento periodontal e ao cemento. No entanto, os dentes com traumatismos leves ou moderados que apresentam o ligamento periodontal intacto, após serem monitorados por um período de 5 a seis meses, podem ser submetidos à movimentação ortodôntica. Nestes casos, o prognóstico geralmente é comparável aos dentes não traumatizados, mas mesmo assim aconselham que se faça controle radiográfico durante o tratamento.

Segundo Consolaro<sup>1</sup>, os dentes traumatizados são mais susceptíveis à reabsorção radicular devido à possibilidade de lesão na camada cementoblástica que reveste e protege a raiz. No reparo periodontal, parte dos cementoblastos pode ser substituída focalmente por osteoblastos vizinhos, pois o osso alveolar encontra-se a apenas 0,25 mm da superfície dentária. Esses osteoblastos permanecem na superfície radicular por tempo ainda não determinado, cumprindo perfeitamente as funções dos cementoblastos. Sendo que esses osteoblastos continuam tendo receptores de superfície, eles podem ser ativados por mediadores acumulados no ligamento periodontal durante o movimento dentário induzido e gerenciar unidades celulares osteorremodeladoras (BMUs), que promovem a reabsorção óssea, e nesse caso gerenciarão imediatamente a reabsorção radicular.

#### 2.2.2.4 Dentes mais vulneráveis

Os incisivos são os dentes mais afetados devido à maior extensão dos movimentos a que são submetidos, por causa da maloclusão, da função e da estética. Sua morfologia radicular, seu relacionamento com o osso de suporte e com a membrana periodontal tendem a transferir as forças principalmente ao ápice causando maior grau de reabsorção nesta região.<sup>3</sup>

#### 2.2.2.5 Morfologia Radicular

Segundo Consolaro<sup>1</sup>, as raízes podem ser classificadas quanto à forma geométrica em romboidal, triangular e retangular. Um dos principais fatores a serem analisados para prever a ocorrência de reabsorção radicular durante o tratamento ortodôntico, diz respeito à morfologia radicular. O formato da raiz distribui diferentemente as forças concentrando-as mais ou menos no ápice, devido ao movimento de alavanca gerado. Por isso dentes com raízes curtas por possuírem menor proporção coroa/raiz, sofrem maior força de alavanca, estando sujeitos à maior resultante de forças na região apical e conseqüentemente maior grau de reabsorção. A proporção ideal da raiz deveria ser 1/6 do tamanho da coroa considerada anatomicamente a partir do nível ósseo apresentado na região cervical, e não do limite amelocementário.

Levander e Malmgren<sup>29</sup> realizaram um estudo para estimar o risco de reabsorção radicular nos estágios iniciais do tratamento ortodôntico, bem como a importância da morfologia radicular, baseando-se em radiografias periapicais. Na avaliação da forma, consideraram que raízes curtas, tortuosas, abauladas e em forma de pipeta são as mais susceptíveis, pois qualquer reabsorção traz um grande encurtamento. As raízes arredondadas têm um risco moderado à reabsorção. Concluíram que qualquer desvio quanto à forma radicular, aumenta o grau de reabsorção, por isso deve-se fazer monitoramento radiográfico após seis a nove meses de tratamento.

Sameshima e Sinclair<sup>21</sup>, com o intuito de identificar os fatores que pudessem prever a severidade das reabsorções radiculares, bem como sua localização, analisaram radiografias periapicais de toda a boca em um grupo de 868 pacientes com aparelhos ortodônticos fixos.



Os resultados mostraram que a reabsorção radicular ocorre principalmente nos dentes anteriores e em dentes com formas radiculares atípicas, sem distinção entre os gêneros.

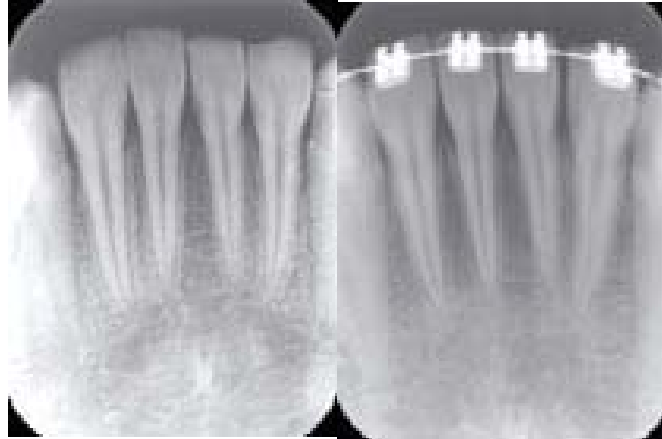


Figura 1: Reabsorção mínima. Fonte: Levander, 1996



Figura 2: Reabsorção moderada. Fonte: Levander, 1996



Figura 3: Reabsorção severa. Fonte: Levander, 1996



Figura 4: Reabsorção extrema. Fonte: Levander, 1996



Figura 5: Raiz curta. Fonte: Levander, 1996



Figura 6: Raiz tortuosa. Fonte: Levander, 1996



Figura 7: Raiz em forma de pipeta. Fonte: Levander,1996



Figura 8: Raiz em forma triangular. Fonte: Levander,1996

#### 2.2.2.6 Morfologia da crista óssea alveolar

Outro fator extremamente importante para entender as respostas biológicas individuais às forças ortodônticas é a morfologia da crista óssea alveolar, que pode ser triangular, retangular ou rombóide. Nas cristas triangulares, a deflexão óssea é maior e a força dissipa-se mais uniformemente, diminuindo a chance de lesar os tecidos periodontais e, especialmente a

camada cementoblástica que reveste e protege a raiz dentária. Nas cristas ósseas retangulares a deflexão óssea apresenta-se diminuída, e a dissipação de forças será menor durante a movimentação dentária aumentando assim, o risco de reabsorção radicular. As cristas rombóides dissipam estas forças de forma intermediária.<sup>1</sup>

#### 2.2.2.7 Rizogênese incompleta

Conforme esclarecimentos de Consolaro et al.<sup>30</sup> e Consolaro<sup>1</sup>, as forças suscitadas durante a movimentação de dentes com rizogênese incompleta, dificilmente exercerão pressão sobre os vasos com intensidade suficiente para reduzir o fluxo sanguíneo e causar isquemia localizada, gerando áreas de necrose e morte local dos cementoblastos. Isto se deve ao fato da papila dentária e os tecidos vizinhos serem moles e ocuparem uma grande área, não sendo comprimidos contra o osso apical localizado à distância, se comparado ao osso alveolar no ligamento periodontal totalmente formado. Da mesma forma, essas forças não promoverão compressão e deformação do citoesqueleto significantes a ponto de gerar estresse celular e níveis elevados de mediadores locais da reabsorção. Portanto, diante de tais fundamentos biológicos, pode-se concluir que os dentes com rizogênese incompleta são menos susceptíveis à reabsorção durante o tratamento ortodôntico comparados aos dentes com raízes totalmente formadas.

Silva Filho et al.<sup>46</sup> em 2004, realizaram um estudo com o objetivo de investigar a ocorrência de reabsorção radicular externa em incisivos permanentes em processo de rizogênese após a movimentação dentária induzida ortodonticamente. A mecânica utilizada foi um aparelho fixo 4x2 ancorado em dois dentes posteriores para alinhamento dos quatro incisivos permanentes com fios redondos variando de 16” de titânio a 20” de aço. Não foi utilizado fio retangular em nenhum dos pacientes. Foram avaliadas radiografias periapicais de 46 pacientes de ambos os gêneros somando 91 incisivos permanentes, sendo 79 superiores e 12 inferiores. A técnica radiográfica foi a do cone longo antes e após a realização do nivelamento 4x2. A idade média foi de 9 anos e 3 meses para o gênero masculino e 8 anos e 11 meses para o feminino no início do tratamento. A duração média do tratamento foi de 7 meses para o gênero masculino e 7,25 meses para o feminino.

A interpretação radiográfica foi realizada por cinco ortodontistas mediante projeção pareada (pré e pós- nivelamento) das radiografias numa sala escura. A interpretação baseou-se na avaliação qualitativa e comparativa longitudinal da imagem radiográfica, não se preocupando com a magnitude da reabsorção por se tratar de dentes em processo de rizogênese. A análise estatística descritiva simples, mostrou uma prevalência de reabsorção radicular em apenas 4,4% dos 91 incisivos avaliados. Segundo os autores deste estudo, os resultados favorecem o comportamento radicular em dentes com rizogênese incompleta, ficando patente nesta circunstância dois processos em andamento na região apical: 1) o processo biológico oriundo da papila dentária que determina o comprimento final do dente, e 2) o processo biológico no ligamento periodontal induzido pela mecanoterapia ortodôntica. O acompanhamento radiográfico demonstrou que a rizogênese prosseguiu em concomitância com a movimentação dentária e estes incisivos movimentados não apresentaram a clássica reabsorção radicular normalmente diagnosticada nos dentes permanentes movimentados ortodonticamente. Segundo os autores, esse resultado sugere que a biologia da papila dentária impõe-se à biologia da movimentação dentária, concluindo que os dentes com ápices abertos continuam se desenvolvendo durante a mecanoterapia com ausência de iatrogenias pelo menos radiograficamente.

#### 2.2.2.8 Tratamento Endodôntico

Devido às opiniões controversas de vários autores acerca da maior ou menor chance de reabsorção radicular apical em dentes tratados endodonticamente, e submetidos à movimentação ortodôntica, Banzatto et al.<sup>31</sup> realizaram um estudo com a finalidade de esclarecer tais dúvidas, considerando a relevância do tema. A amostra foi composta de 20 pacientes dos gêneros masculino e feminino que se submeteram ao tratamento ortodôntico e que apresentavam um incisivo superior com tratamento endodôntico e o seu correspondente homólogo com vitalidade para controle e parâmetro de comparação. A escolha dos incisivos superiores nesse estudo foi em virtude da maioria dos autores relatarem que são os dentes com maior prevalência de reabsorção devido receberem mais forças durante a movimentação ortodôntica, e também por serem os dentes que melhor podem ser analisados com precisão em

radiografias periapicais iniciais e finais para quantificar o grau de reabsorção. As mediações foram realizadas nas radiografias periapicais e nos modelos de gesso iniciais e finais e aplicou-se a regra de três baseada no método de Huckaba, de 1964, para se obter o comprimento real dos dentes. Os resultados apresentaram menor grau de reabsorção nos dentes tratados endodonticamente comparados aos dentes vitais no final do tratamento, porém a diferença não foi estatisticamente significativa. Os autores sugeriram que novos estudos sejam realizados, com amostra mais representativa, em indivíduos com idade, maloclusão e tempo de tratamento semelhantes, tratados com a mesma técnica ortodôntica, pelo mesmo profissional, com a padronização de radiografias periapicais e modelos ortodônticos.

#### 2.2.2.9 Saúde Bucal

Segundo Capelozza e Silva Filho<sup>8</sup> a higiene do paciente é altamente desejável durante o tratamento ortodôntico e pode ser exigida em pacientes jovens, mas em pacientes adultos parece razoável adotar o conceito de “higiene relativa”, e aceitar algum desvio da normalidade absoluta, e dentro das limitações, propor ao paciente o tratamento possível. A ausência de lesões cáries e doença periodontal, restaurações e tratamento endodôntico adequados deve ser uma exigência constante para todos os pacientes antes de iniciar o tratamento ortodôntico. Em pacientes adultos a saúde periodontal deveria ser considerada com sabedoria, levando-se em conta perdas por predisposição e/ou maloclusão. É aconselhável em alguns casos, solicitar a opinião de um especialista em periodontia. No entanto o ortodontista é o profissional que deve planejar e estabelecer melhor uma relação entre situação periodontal inicial, mecanoterapia necessária para corrigir a maloclusão e os reflexos na situação periodontal, para evitar as reabsorções exageradas, tanto ósseas como radiculares.

### 2.2.3 FATORES MECÂNICOS

#### 2.2.3.1 Magnitude da força

Rego<sup>6</sup> comentou que de acordo com trabalho realizado em 1932 por Schwarz, a magnitude ideal da força, deveria ser menor ou igual à pressão capilar sanguínea (20 a 26 g/cm<sup>2</sup>), isto é uma força leve suficiente para movimentar o dente com reduzido custo biológico, sem danos às estruturas de suporte, com boa velocidade média e sem sintomatologia dolorosa significativa.

Conforme esclarecimentos de Capelozza e Silva Filho<sup>8</sup> é praticamente impossível quantificar de modo individual a magnitude da força, pois esta depende do aparelho que imprime a força, do movimento a ser executado, da área radicular envolvida, da quantidade de suporte ósseo, bem como das características do periodonto de sustentação e proteção. Seria necessário conhecimento e controle absoluto de todas as variáveis envolvidas no processo, o que é uma tarefa muito difícil. Segundo estes mesmos autores a ortodontia adotou o conceito de “força ótima”, variando entre 150 a 200 cN que é suficiente para provocar adequado movimento de retração dos caninos e insuficiente para infligir grandes perdas à unidade de ancoragem.

De acordo com Reitan<sup>32</sup>, cada dente tem sua força ótima, dependendo da extensão da área radicular a ser movimentada, e do tipo de movimento a que será submetido. Assim sendo, durante o movimento de corpo, a tensão distribuída ao longo das raízes é menor que aquela concentrada no ápice resultante do movimento de inclinação. Portanto, apesar do movimento de corpo exigir força de maior magnitude, o risco de encurtamento radicular pode ser menor que o observado no movimento de inclinação, o que parece indicar que mais importante do que a magnitude da força aplicada ao dente, é a resultante compressiva por área radicular.

Considerando a importância do controle regular das forças aplicadas para se fazer um tratamento ortodôntico eficiente e com custo biológico reduzido, Kurol et al.<sup>33</sup>, realizaram um trabalho contando com a colaboração de 19 ortodontistas com experiência de três a mais de 20 anos, com o objetivo de analisar o comportamento dos profissionais no momento de aplicar uma força em um dente. Para isto, solicitaram aos ortodontistas que aplicassem em um modelo uma força adequada para movimentar para vestibular, canino de um lado e primeiro pré-molar de outro, através de um braço de alavanca em fio redondo (0,016) de um lado e retangular (0,016 x 0,016) do outro. Apenas três profissionais admitiram usar um instrumento mediador de força, algumas vezes por mês. Os resultados mostraram uma grande variedade de forças aplicadas (30 a 100 cN) entre os profissionais, como também foram observadas forças

diferentes para o mesmo profissional com os diferentes fios, sendo que forças maiores foram aplicadas no fio quadrado. Através dessas observações, pode-se concluir que seria importante a utilização de um instrumento mediador de forças, em vez de confiar na sensibilidade tátil, considerando que a magnitude boa de força é pequena, variando entre 50 e 70 cN.

Outro experimento importante foi realizado por Owmam-Moll et al.<sup>34</sup>, com o objetivo de avaliar os efeitos de uma força ortodôntica quatro vezes maior na movimentação dentária e a severidade da reabsorção radicular em adolescentes. Utilizou-se aparelho fixo tipo Lundgren, com forças contínuas e bem controladas de 50 e 200 cN para movimentação de primeiros pré-molares, que posteriormente seriam extraídos conforme o planejamento ortodôntico. Verificaram que o movimento dentário obtido foi em média maior e estatisticamente significante quando se aplicou força de 200 cN, comparado com aquele obtido com 50 cN. Para avaliar a reabsorção radicular, os dentes foram extraídos e analisados através de microscopia eletrônica. Verificou-se que não houve diferença significativa para área total de reabsorção, tanto em profundidade como em extensão. Sugere-se com esse experimento, que a força ótima poderia ser maior do que a força conceitualmente adotada pela ortodontia.

Com o objetivo de avaliar a importância da magnitude da força ortodôntica relacionada à reabsorção radicular em área de compressão e tensão, Chan e Darendeliler<sup>35</sup> realizaram uma pesquisa aplicando-se forças leves (25g) e pesadas (225g) em pré - molares ativados durante 28 dias. Conforme planejamento ortodôntico, estes dentes foram extraídos e analisados através de microscopia eletrônica. Os autores concluíram que somente a região cervical da raiz sofreu uma reabsorção bem maior quando se utilizou forças pesadas. Nas regiões média e apical da raiz não houve diferenças significativas. Observaram também, que as regiões sob compressão apresentaram maior grau de reabsorção do que as regiões sob tensão e que tanto a compressão pesada quanto à tensão pesada provocaram mais reabsorção do que a compressão e tensão leve.



### 2.2.3.2 Intervalo de aplicação da força

De acordo com Capellozza e Silva Filho<sup>8</sup>, o intervalo de aplicação da força parece ser um fator mais importante que a magnitude da força em relação à reabsorção radicular. Um intervalo adequado a cada caso é fundamental para que haja uma boa resposta metabólica, ou seja, um tempo suficiente para completar o ciclo metabólico da hialinização que compreende três fases: degeneração, eliminação dos tecidos destruídos e reparação. Normalmente os ortodontistas trabalham com intervalo de 21 dias, embora 15 e 30 dias também sejam considerados intervalos usuais. Devido à grande variação individual para resposta metabólica e à predisposição individual para reabsorção, aconselha-se ampliar o intervalo ou até dobrá-lo para aplicar nova força com o objetivo de proteger estes pacientes da reabsorção radicular.

Levander et al.<sup>36</sup>, realizaram um estudo clínico experimental em quarenta pacientes submetidos a tratamento ortodôntico e que apresentaram reabsorção radicular dos incisivos superiores durante o tratamento. Um grupo de pacientes continuou com o plano original e exibiu reabsorção de 1,5 a mais de 2,5 mm. Outro grupo, onde se ampliou o intervalo para aplicação de nova força para dois a três meses, verificou-se reabsorção menor ou igual a 0,5 mm. Concluiu-se com este experimento, que a descoberta precoce da reabsorção radicular indica risco futuro de mais reabsorção e que a interrupção de forças ortodônticas por um período de dois a três meses pode reduzir o risco de reabsorção severa ao final do tratamento.

### 2.2.3.3 Natureza da força

Quanto à natureza, as forças podem ser classificadas em contínuas, intermitentes, interrompidas ou dissipantes e ortopédica mecânica.<sup>8</sup>

#### 2.2.3.3.1 Força Contínua

Segundo Capellozza Filho e Silva Filho<sup>8</sup>, a força contínua se considerada literalmente, teria que ser expressa através de uma carga de valor constante que agiria durante todo o tempo sobre o dente ou grupo de dentes. No entanto, sabe-se que é muito difícil conseguir a aplicação de forças verdadeiramente contínuas clinicamente, uma vez que a magnitude da força inicial decresce progressivamente durante a movimentação dentária. Em apenas sete dias, ocorre em média, uma redução de 24% da força inicial. As molas de Niti, são os recursos mais sofisticados, que são capazes de gerar força de ação contínua e valor constante, porém seu uso é limitado a determinados movimentos dentários. A maioria dos sistemas de forças utilizada transmite uma força de ação contínua, mas com carga descontínua. Consideram que esta força seria mais bem definida como “contínua interrompida”.

#### 2.2.3.3.2 Força Intermitente

A força intermitente, segundo Owmam-Moll et al.<sup>37</sup>, seria uma força contínua interrompida por períodos de repouso e que estaria associada constantemente aos aparelhos removíveis e aos elásticos intermaxilares no tratamento com aparelhos fixos.

A força intermitente, conforme estudos de Capellozza e Silva Filho<sup>8</sup> geralmente promove movimentos de vai-e-vem, sem um período definido de movimento e de repouso verdadeiro para o ciclo metabólico da movimentação dentária, o que poderia causar reabsorções radiculares mais frequentes. Salientaram que os elásticos intermaxilares devem ser usados quando absolutamente necessários por um período curto e na ausência de traumas oclusais.

#### 2.2.3.3.3 Força Interrompida

As forças interrompidas, também chamadas dissipantes, diminuem de magnitude progressivamente de acordo com a movimentação dentária e devido à própria deformação do sistema mecânico. Assim sendo, após um determinado espaço de tempo a força se torna

inócua ao ligamento periodontal e o dente pára de se movimentar, criando um período de repouso adequado para se completar o ciclo metabólico exigido pelo movimento dentário. Teoricamente e do ponto de vista histológico, este sistema de força seria considerado o mais favorável, pois devido ao período de repouso, o ligamento periodontal se reorganiza através de melhor proliferação e atividade celular nos tecidos de suporte, criando condições mais favoráveis para nova ativação do aparelho ortodôntico.<sup>37</sup>

Segundo Capelozza e Silva Filho<sup>8</sup> do ponto de vista prático, a força interrompida seria uma força intermitente boa, amplamente usada na clínica, principalmente em movimentos de retração de caninos através de tensão introduzida em fios de amarrilho vindos da unidade de ancoragem ou através de unidade de força tipo alastik. Ao contrário da força intermitente ruim associada ao movimento de vai-e-vem, a força interrompida protege a raiz dentária contra a reabsorção devido ao período de repouso adequado que propicia.

#### 2.2.3.3.4 Força Ortopédica Mecânica

A força ortopédica mecânica é uma força pesada, aplicada através de aparelhos específicos como Aparelho Extra Bucal (AEB), máscara facial e expansores fixos, com efeito, esquelético, mas com respostas também dentárias. O potencial iatrogênico destes aparelhos, como os utilizados para a expansão rápida da maxila (ERM) é maior, pois foram elaborados para exercer verdadeira força ortopédica com maior efeito esquelético e menor efeito dentário. Este efeito se consegue, devido à hialinização total na superfície vestibular das raízes dos dentes suportes. Considerando que grandes zonas hialinas e de longa duração predisponham à reabsorção, sabe-se que os aparelhos para expansão rápida da maxila (ERM), como o Hyrax, por exemplo, podem causar uma reabsorção de até 34 % da área radicular vestibular dos dentes suportes. Estas áreas de reabsorção são mais extensivas que invasivas, e são reparadas com cimento celular após o final da ativação do aparelho, o que leva a considerar como aceitáveis os danos causados. Os autores deste trabalho, aconselham que a expansão rápida da maxila deva ser realizada de preferência em idade mais precoce, porque o nível de agressividade desses aparelhos aumenta quando realizado após o final do crescimento sutural.<sup>8</sup>

Em relação à expansão rápida da maxila, Everdi<sup>38</sup>, realizou um estudo para avaliar o efeito de dois diferentes tipos de aparelhos em 19 adolescentes que precisavam de ERM e posterior extração de pré-molares. Após analisarem os pré-molares, concluíram que os aparelhos tipo Haas (dento mucos suportados), têm o mesmo tipo de efeito que os dento suportados com relação à reabsorção. Entretanto, no grupo em que foram utilizados aparelhos tipo Haas, as lacunas de reabsorção foram menores e mais rasas devido ao fato de esses aparelhos transmitirem forças menores aos dentes comparados aos aparelhos dento suportados.

#### 2.2.3.3.5 Duração da Força e tempo de Tratamento

A duração da força, segundo Capelozza e Silva Filho<sup>8</sup> está diretamente relacionada ao tempo de tratamento e à gravidade da maloclusão, e esta por sua vez tem correlação com a reabsorção radicular porque vai exigir uma mecanoterapia mais abrangente. Enfatizaram que os pacientes que apresentaram problemas esqueléticos mais severos, com ossos alveolares mais estreitos, apresentam limites intransponíveis para um tratamento ortodôntico seguro devido ao longo tempo de tratamento exigido que poderia provocar reabsorções radiculares mais severas. Nestes casos, deve-se considerar a hipótese cirúrgica para evitar complicações futuras como estética desfavorável e alto custo biológico devido a excessos na compensação. Consideraram muito importante o padrão facial como fator condicionante, o que deve ser incorporado ao diagnóstico e planejamento com o objetivo de evitar situações de risco.

Levander e Malmgren<sup>29</sup>, ao avaliarem o risco de reabsorção durante o tratamento ortodôntico em adolescentes de ambos os gêneros com idade entre 12 e 17 anos com duração de 10 a 32 meses de tratamento constataram que após 6 a nove meses de tratamento, 66% dos dentes não apresentaram reabsorção; 33% pequeno grau de reabsorção e 1% reabsorção severa. Após o tratamento 34% dos dentes não apresentavam reabsorção; 48% pequeno grau de reabsorção; 17% reabsorção severa e 1% reabsorção extrema. Concluíram assim que a duração do tratamento tem correlação com o grau de reabsorção radicular.

### 2.2 3.3.6 Tipos de Movimentos

Em uma ampla revisão de literatura sobre reabsorção radicular relacionada ao tratamento ortodôntico, Brezniak; Wasserstein<sup>3</sup> relataram que todos os tipos de movimentos dentários poderiam causar reabsorção, sendo que o movimento de intrusão parecia ser o mais prejudicial.

Com o objetivo de verificar qual o tipo de movimentação dentária causava mais reabsorção radicular externa, Parker e Harris<sup>39</sup> realizaram um estudo cefalométrico da posição dos incisivos superiores nos planos sagital e vertical em 110 adolescentes de ambos os gêneros submetidos a tratamento ortodôntico com extração de quatro primeiros pré - molares. Foram utilizadas três técnicas diferentes (Edgewise, Begg e Roth). Os resultados mostraram que os movimentos de intrusão, retração e torque foram altamente favoráveis a reabsorção, sendo que o movimento de intrusão foi o que apresentou maior fator de predisposição à reabsorção.

Cambi et al.<sup>41</sup>, em seus estudos para analisar a reabsorção radicular em movimentos de intrusão e torque, verificaram que todos os movimentos são capazes de causar reabsorção em maiores ou menores níveis, porém, o movimento de intrusão efetuado em conjunto com o torque lingual parecia ser a combinação mais deletéria para as raízes. Relataram que um movimento interrompido, de duração mais curta, ou contínuo com intervalos de repouso, ajudaria a minimizar a reabsorção radicular.

Valadares Neto et al.<sup>42</sup> realizaram um estudo sobre a influência da cortical palatina sobre o desenvolvimento da reabsorção radicular durante a fase de retração anterior dos incisivos superiores. Neste estudo, ficou evidente que o risco de reabsorção radicular aumentava significativamente quando o dente em movimento saía do processo alveolar e era pressionado contra a cortical palatina, cuja densidade óssea é alta e, portanto, menos resiliente. Na hipótese do movimento ultrapassar o limite da cortical óssea, deiscências ou fenestrações eram formadas, e o risco de reabsorção radicular aumentava em vinte vezes durante o tratamento ortodôntico.

Esse risco era particularmente consistente quando a retração excessiva dos incisivos superiores se associava ao torque lingual de raiz em um osso alveolar estreito. Diante dessas evidências, recomendou-se um planejamento ortodôntico que considerasse a quantidade de

movimento desejável, a morfologia dentofacial, os limites morfológicos do rebordo alveolar anterior da maxila e se realizasse exames radiográficos periódicos.

Com o objetivo de comparar a reabsorção radicular nos movimentos de intrusão e extrusão, Han et al.<sup>43</sup> realizaram um estudo intra-individual em nove pacientes com idade média de 15,3 anos. Escolheram aleatoriamente os primeiros pré-molares superiores e aplicaram força contínua de 100g para intrusão ou extrusão durante oito semanas. Examinaram a reabsorção radicular através de microscopia eletrônica, e concluíram que houve uma diferença significativa na reabsorção entre os dentes intruídos e os do grupo controle. Concluíram também que as forças intrusivas são muito mais deletérias comparadas às forças extrusivas, e que a parte apical da raiz foi a mais comprometida. Já entre os dentes extruídos não houve uma reabsorção radicular significativa, quando comparadas aos dentes do grupo controle.

## **2.3 Condutas Preventivas**

Admitindo que o ortodontista não tenha controle absoluto sobre a reabsorção radicular durante o tratamento ortodôntico devido à grande variação individual nos níveis de reabsorção, deve-se considerar que todo paciente é de risco. Assim sendo, alguns procedimentos preventivos devem ser adotados para minimizar o risco de reabsorção, uma vez que esta é inevitável, começando pela anamnese.<sup>8</sup>

### **2.3.1 ANAMNESE**

Quando à saúde geral, distúrbios metabólicos e endócrinos devem ser considerados como possíveis fatores predisponentes. Segundo Capelozza e Silva Filho<sup>8</sup>, a melhor maneira diante dessas situações, é solicitar ao médico do paciente as informações sobre a doença e a relação que esta pode ter com as reações fisiológicas do tratamento ortodôntico.

Arguir o paciente sobre traumas atingindo os dentes, tipo de trauma e tempo de ocorrência. Se após um período de aproximadamente um ano, o dente traumatizado não apresentar resposta radicular negativa pode-se considerar este dente sem predisposição à reabsorção radicular.<sup>28</sup>

Em casos de retratamento, deve-se fazer uma análise radiográfica minuciosa através de radiografias periapicais para detectar reabsorções ocorridas no tratamento anterior. Questionar o paciente sobre hábitos, como onicofagia, sucção digital e verificar se há pressionamento lingual atípico, pois, são fatores que predispõem à reabsorção. Verificar nestes casos, se há encurtamento radicular, pois isto é muito significativo. Deve-se eliminar o hábito de preferência antes do tratamento ortodôntico. Considerar os objetivos dos pacientes adultos com o tratamento ortodôntico e as limitações impostas pela idade.<sup>8</sup>

### 2.3.2 RADIOGRAFIAS PERIAPICAIS

As radiografias periapicais, realizadas com a técnica do paralelismo, constituem um método simples para detectar reabsorções radiculares na prática clínica. Esta técnica é a que apresenta menor variação dimensional, o que é muito importante para avaliar a morfologia e o comprimento radicular. Deve-se radiografar principalmente os incisivos, por serem os dentes mais susceptíveis à reabsorção radicular.<sup>8</sup>

Ao encontrar se encontrar morfologias radiculares susceptíveis à reabsorção como raízes com ponta em forma de pipeta ou com ponta abaulada deve-se diminuir o tempo entre os tomados radiográficos de controle durante o tratamento ortodôntico, para conduzi-los de forma mais segura.<sup>3</sup>

### 2.3.3 DIAGNOSTICO E PLANEJAMENTO

Um correto diagnóstico e planejamento são essenciais para o sucesso do tratamento ortodôntico. A gravidade da maloclusão tem estreita relação com a reabsorção radicular,

principalmente nos casos onde se exige exodontias, tempo de tratamento prolongado, movimentos fortemente compensatórios, uso de elásticos intermaxilares e movimentos dentários em osso estreito. Deve-se considerar o conjunto de fatores negativos e positivos para se fazer um planejamento ortodôntico que vise diminuir o risco de reabsorções radiculares durante o tratamento. A presença e a interação de muitos fatores negativos somados à predisposição individual indica maior risco de reabsorção. Nestes casos, talvez seja possível diminuir o risco através de controles radiográficos mais curtos e simplificação do método de execução de tratamento.<sup>8</sup>

#### 2.3.4 MÉTODO PARA IDENTIFICAR PACIENTES DE RISCO

Segundo Levander e Malmgreen<sup>29</sup>, o melhor método para detectar a presença de reabsorção é o controle radiográfico das raízes dos incisivos superiores e inferiores, por ser o grupo de dentes mais susceptíveis.

Segundo Capelozza e Silva Filho<sup>8</sup> é necessário detectar a reabsorção radicular em tempo hábil, pois quando mais grave o grau de reabsorção após seis meses do início do tratamento mais grave ainda poderá ser ao final do tratamento se for mantida a mesma mecanoterapia sem período de repouso. O período de repouso significa manter os dentes estabilizados na posição em que se encontram, com o fio atual tornado passivo por 60 a 90 dias. Estes autores recomendaram também controle radiográfico a cada 90 dias, inclusive radiografia panorâmica para checar mais dentes acometidos e comunicar ao paciente a susceptibilidade. Quando ao exame radiográfico após seis meses de tratamento for evidenciada uma reabsorção mínima ou ausente, pode-se manter o mesmo regime de tratamento, pois, este paciente apresenta baixo risco de reabsorção severa ao final do tratamento. Ao se detectar uma reabsorção moderada ( $\leq 2$  mm), tem-se um risco regular de reabsorção severa e risco pequeno de reabsorção extrema ao final do tratamento. Nestes casos é necessário um período de repouso de 60 a 90 dias. Ao se evidenciar uma reabsorção severa ( $>2$  mm  $< 1/3$  da raiz), tem-se um alto risco de reabsorção extrema no final do tratamento, e nestes casos recomenda-se um período de repouso obrigatório de 90 dias, radiografias periapicais de todos os dentes, reavaliação da anamnese e outros fatores de risco como



doenças e uso de medicamentos. Nestes casos, deve-se comunicar ao paciente a susceptibilidade e considerar a interrupção do tratamento ou simplificação da mecânica, além do controle radiográfico a cada 90 dias. Nos casos de reabsorção extrema (1/3 da raiz), recomenda-se um descanso obrigatório de 90 dias e adota-se obrigatoriamente, a interrupção ou simplificação do tratamento.

### 2.3.5 SIMPLIFICAÇÃO DA MECÂNICA

Segundo Capellozza e Silva Filho<sup>8</sup> ao se detectar a reabsorção no exame radiográfico periapical de seis meses, algumas alterações na mecanoterapia devem ser adotadas, de acordo com a estimativa de risco para o final do tratamento. Há evidências científicas que a força interrompida seja a mais segura para controle da reabsorção radicular em pacientes susceptíveis. Deve-se sempre medir as forças utilizadas, evitar elásticos intermaxilares e forças ortopédicas mecânicas. Estas restrições estão ligadas à gravidade da reabsorção encontrada. Preconizam também, intervalos de aplicação de forças adequadas a cada caso, pois este fator é muito importante para dar tempo à resposta metabólica, permitindo a completude do ciclo de hialinização para que haja o restabelecimento da integridade da membrana periodontal antes da aplicação de nova força. Em casos de pacientes muito susceptíveis, o intervalo de aplicação da força pode ser dobrado em relação ao intervalo adotado na mecânica original que desencadeou a reabsorção.

### 2.3.6 CUIDADOS PÓS-TRATAMENTO

Logo Após o término do tratamento, deve-se solicitar radiografias periapicais para avaliar a quantidade de reabsorção provocada, baseando-se na tabela de Levander, Malmgren e Eliasson<sup>44</sup>. Ao remover o aparelho e colocar a contenção, cessa-se o processo de reabsorção e inicia-se o processo de reparação por cimento celular. As áreas reabsorvidas

superficialmente manteriam seu contorno, e aquelas mais profundas onde a dentina foi atingida, seriam recobertas, mas manteriam um defeito no contorno.

As contenções devem ser passivas, pois, se forem ativas sobre um ou mais dentes, o processo de reabsorção pode continuar. O trauma oclusal gerado na função por apertamento dentário involuntário se houver, deve ser eliminado profilaticamente para evitar a continuidade do processo de reabsorção. Em casos de reabsorções extremas e mobilidade dentária, se a contenção removível não cessar a mobilidade, deve-se substituí-la por contenção fixa e fazer acompanhamento radiográfico do paciente em intervalos curtos de aproximadamente noventa dias. Se ainda assim a reabsorção continuar, indica-se tratamento endodôntico com hidróxido de cálcio por ser a hipótese curativa mais indicada pela literatura. De qualquer modo, se o tratamento estiver bem finalizado, os dentes em posição estável e a contenção passiva, a perspectiva é que a reabsorção cesse.<sup>8</sup>

### 3 DISCUSSÃO

Segundo Capellozza e Silva Filho<sup>8</sup> e Consolaro<sup>1</sup>, a reabsorção radicular externa é uma seqüela comum do tratamento ortodôntico, mas que de forma alguma o invalida, podendo ser evitada ou minimizada através de uma anamnese minuciosa aliada a um exame clínico e radiológico, principalmente o periapical, no início e durante várias fases do tratamento.

Hereditariedade, susceptibilidade individual e fatores sistêmicos, têm sido citados em vários trabalhos como causas da reabsorção, além do tratamento ortodôntico, mas hoje se sabe que estes fatores não podem ser considerados como etiológicos para a reabsorção porque a maioria desses estudos foi concluída sem um embasamento científico criterioso, portanto sem comprovação.<sup>13</sup>

Segundo Brezniak, Wasserstein<sup>7</sup>, o que é mais importante considerar é a gravidade da maloclusão e os recursos mecânicos necessários para sua correção, bem como a amplitude e tipo de movimento a ser realizado, concordando com Capellozza e Silva Filho.<sup>8</sup>

Segundo Malmgren et al.<sup>28</sup>, Brezniak, Wasserstein<sup>3</sup> os dentes previamente traumatizados, são mais susceptíveis à reabsorção durante a terapia ortodôntica devido à possibilidade de lesão na camada cementoblástica que reveste e protege a raiz.

Quanto à morfologia radicular, Levander e Malmgren<sup>29</sup> consideraram que raízes curtas, tortuosas, abauladas e em forma de pipeta, isto é, raízes com formas atípicas, são mais susceptíveis à reabsorção durante o tratamento ortodôntico, o que foi comprovado posteriormente por Sameshima e Sinclair<sup>25</sup>, e Consolaro.<sup>1</sup>

Dentes com rizogênese incompleta são menos susceptíveis à reabsorção durante a movimentação ortodôntica, conforme esclarecimentos de Silva Filho et al.<sup>46</sup>, Consolaro et al.<sup>30</sup> e Consolaro.<sup>1</sup>

Com relação aos dentes endodonticamente tratados, Banzatto et al.<sup>31</sup>, em seus estudos, apresentaram como resultados um menor grau de reabsorção nestes dentes, comparados aos dentes vitais no final do tratamento ortodôntico; porém a diferença não foi estatisticamente significativa. Os autores sugeriram que novos estudos sejam realizados com amostra mais representativa e melhores critérios para seleção dos indivíduos a serem tratados.

Quanto à magnitude da força, desde Schwarz<sup>45</sup> vários autores têm procurado estabelecer uma força ideal, isto é, uma força suficiente para movimentar o dente com

reduzido custo biológico. No entanto, segundo Capellozza e Silva Filho<sup>8</sup> corroborando os estudos de Reitan<sup>32</sup>, é difícil quantificar de modo individual a força ótima, pois esta depende da extensão da área radicular envolvida, do tipo de movimento a ser executado bem como do tipo de aparelho que imprime a força. Kurol et al.<sup>33</sup> relataram em seus estudos que a magnitude boa de força varia entre 50 e 70 CN para movimentar um dente e consideraram importante a utilização de um aparelho medidor de forças. De acordo com Owman-Moll et al.<sup>34</sup>, não há diferença significativa para área total de reabsorção, quando se utiliza forças variando entre 50 e 200 CN, sugerindo que a força ótima poderia ser maior do que a força conceitualmente adotada pela ortodontia.

O intervalo de aplicação da força adequada a cada caso parece ser um fator mais importante que a magnitude da força para que haja uma boa resposta metabólica, conforme esclarecimentos dados por Capellozza e Silva Filho<sup>8</sup>, confirmando os estudos de Levander et al.<sup>36</sup>

Com relação à natureza da força, Owman-Moll et al.<sup>37</sup>, consideraram o sistema de força interrompida, o mais favorável devido ao período de repouso que propicia melhores condições biológicas para a reorganização do ligamento periodontal, o que foi confirmado por Capellozza e Silva Filho.<sup>8</sup>

Segundo Levander e Malmgren<sup>29</sup> o tempo de tratamento e a duração da força têm correlação com o grau de reabsorção radicular, corroborando os estudos de Capellozza e Silva Filho<sup>8</sup>, uma vez que a mecânica utilizada geralmente é mais abrangente em casos de tratamento de longa duração devido à gravidade da maloclusão.

Quanto aos tipos de movimentos, Brezniak e Wasserstein<sup>3</sup> fizeram uma ampla revisão da literatura e relataram que todos os movimentos dentários poderiam causar reabsorção sendo que o movimento de intrusão parecia ser o mais prejudicial. Parker e Harris<sup>39</sup>, concluíram em seus estudos que os movimentos de intrusão, retração e torque foram altamente favoráveis à reabsorção, principalmente o de intrusão, o que foi confirmado por Valdrighi et al.<sup>40</sup>, Combi et al.<sup>41</sup> e Han et al.<sup>43</sup>

## 4 CONCLUSÕES

Baseando-se na revisão da 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 é leve, não comprometendo a capacidade funcional dos dentes envolvidos.

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

Dentes traumatizados apresentam maior grau de risco para reabsorção radicular, e por isso devem ser monitorados radiograficamente a intervalos mais curtos, de noventa dias aproximadamente.

Dentes com rizogênese incompleta são menos susceptíveis a reabsorção, comparados aos dentes com raízes totalmente formadas.

Fatores como hereditariedade, gênero e idade do paciente, bem como tempo de tratamento, parecem não apresentar relação direta com a reabsorção radicular

A gravidade da maloclusão é um fator de risco para reabsorção radicular, dependendo da mecanoterapia exigida, da amplitude e do tipo de movimento a ser realizado.

É de suma importância conhecer as variáveis mecânicas como: tipo, natureza, magnitude e intervalo de aplicação de força para conduzir o tratamento ortodôntico com maior eficácia e segurança, e com reduzido custo biológico.

A reabsorção radicular apresenta variações individuais, por isso é necessário monitorar radiograficamente cada paciente de seis em seis meses e elaborar um protocolo clínico individual de acordo com os fatores de risco e o grau de reabsorção encontrado nos primeiros seis meses de tratamento.

A magnitude de reabsorção radicular não é totalmente previsível, no entanto, o processo de reabsorção cessa após o término da mecanoterapia.

## REFERÊNCIAS

- 1 Consolaro A. Reabsorções dentárias na movimentação ortodôntica. In: PRESS D. Reabsorções dentárias nas especialidades clínicas. Maringá: Editora Dental Press, 2002.
- 2 Consolaro A, Martins-Ortiz MF. A reabsorção radicular é genética,mas não hereditária! Sobre os receptores P2X7 e CP-23. Rev. Clin. Ortodon. Dental Press. 2009;8 (3): 105-9.
- 3 Brezniak N, Wasserstein A. Root resorptional after orthodontic treatment: Part 1. Literature Review. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1993;103 (1): 62-6.
- 4 Paiva JB, Rino Neto J,Cipriano R Cavalheiro H. . . Interrelação ortodontia-periodontia-endodontia. Apresentação de um caso clínico. Ortodontia. 1995;28 (2): 48-55.
- 5 Proffit WR. Bases biológicas da terapia ortodôntica. Efeitos deletérios da força ortodôntica. In: Ortodontia Contemporânea. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1995.
- 6 Rego MVNN, Thiesen G, Marchioro EM, Berthold TB. Reabsorção Radicular e tratamento ortodôntico: Mitos e evidências científicas. J. Bras. Ortodhon. Orthop. Facial. 2004;9 (51): 292-309.
- 7 Brezniak N, Wasserstein A. Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part 1: The basic science aspects. Angle Orthod. 2002;72 (2): 180-4.
- 8 Capelozza Filho, Silva Filho O. Reabsorção radicular na clínica ortodôntica: atitudes para uma conduta preventiva. Rev Dental Press Orthod. Orthop. Maxilar. 1998;3 (1): 104-26.
- 9 Consolaro A, Cardoso LB, Francischone LA, Santamaria Jr M,Consolaro RB. Áreas hialinas no movimento dentário: significados e implicações. Rev Clín Orthod Dental Press. 2011;10 (4): 128-33.
- 10 Valladares Neto J. Análise do complexo dentino-pulpar e da superfície radicular externa após a expansão rápida da maxila em adolescentes [Dissertação]. Goiânia (GO): Universidade Federal de Goiás; 2000.
- 11 Tibola D. Fundamentos atuais na etiopatogenia da reabsorção dentária e fatores relacionados à movimentação dentária induzida. Rev Ass Paul Espec Ortodon Ortop Fac. 2000;3 (2): 122-35.
- 12 Silva Filho OG, Berreta EC, Cavassan AO. Estimativa da reabsorção radicular em 50 casos ortodônticos bem finalizados. Ortodontia. 1993; 26 (1): 24-35.
- 13 Consolaro A. Sobre alguns aspectos metodológicos de pesquisas em movimentação dentária induzida e das reabsorções dentárias: uma proposta guia e cuidados para análise de trabalhos. R Dent Press Ortodon Orthop Facial. 2004; 9 (2): 104-9.

- 14 Al-Qawasmi R A, Hartsfield JK, Everet ET, Flury L, Liu L, Foroud TM, et al. Genetic predisposition to external apical root resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;123 (3): 242-52.
- 15 Consolaro A, Martins-Ortiz MF. Predisposição genética, hereditariedade e reabsorções radiculares em Ortodontia. Cuidados com Interpretações precipitadas: uma análise crítica do trabalho de Al-Qawasmi, et al. *R Dent Press Ortodon Orthop Facial.* 2004;9 (2):136-45.
- 16 Viecilli RF. Orthodontic mechanotransduction and the role of the P2X7 receptor. *Pardue: Pardue school of Engineering and Technology, Department of Mechanical Engineering, Spring 2009. Seminars Series.*
- 17 Dougherty HL. The effect of mechanical forces upon the mandibular buccal segments during orthodontic treatment apud Capelloza Filho L, Silva Filho OG. Reabsorção radicular na clínica ortodôntica: atitudes para uma conduta preventiva. *Rev. Dental Press Orthod. Orthop. Maxilar,* 1998; 3 (1): 104-26.
- 18 Newman WG. Possible etiologic factors in external root resorption apud Capelloza Filho L, Silva Filho OG. Reabsorção radicular na clínica ortodôntica; atitudes para uma conduta preventiva. *Rev. Dental Press Orthod. Orthop. Maxilar.* 1998;3 (1): 104-26.
- 19 Goldin B. Labial root torque: effect on the maxilla and incisor root apex. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1989;95 (3): 208-19.
- 20 Mc Fadden M W, Engstroen C, Engstroen H, Anholm JM. A study of the relationship between incisor intrusion and root shortening. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1989;96 (5): 390-6.
- 21 Sameshima G T, Sinclair PM. Predicting and preventing root resorption: Part I. Diagnostic factors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;119 (5): 505-10.
- 22 Linge BO, Linge L. Apical root resorption in upper anterior teeth. *Eur J Orthod.* 1983;5 (3): 173-83.
- 23 Tyrovola J B, Spyropoulos MN. Effects of drugs and systemic factors on orthodontic treatment. *Quintessence Int.* 2001;32 (5): 365-71.
- 24 Brezniak N, Wasserstein A. Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part 2: The clinic aspects. *Angle Orthod.* 2002;72 (2): 175-9.
- 25 Sameshima GT, Sinclair PM. Predicting and preventing root resorption: Part II. Treatment factors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;119 (5): 511-5.
- 26 Odenrick L, Brattstrom V. The effect of nailbiting on root resorption during orthodontic treatment. *Eur J Orthod.* 1983;5 (3): 185-8.

- 27 Linge L, Linge BO. Patient characteristics and treatment variables associated with apical root resorption during orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1991;99 (1): 35-43.
- 28 Malmgren O, Goldson L, Hill C, Orwin A, Petrini L, Lundberg M.. Root resorption after orthodontic treatment of traumatized teeth. *Am J Orthod.* 1982;82 (6): 487-91.
- 29 Levander E, Malmgren O. Evaluation of the risk of root resorption during orthodontic treatment: a study of upper incisors. *Eur J Orthod.* 1988;10 (1): 30-8.
- 30 Consolaro A, Martins MFO, Velloso TR. Dentes com rizogênese incompleta e movimento ortodôntico: bases biológicas. *Rev. Dental Press Ortodon Orthop Facial.* 2001;6, (2): 25-30.
- 31 Banzato TK.; Tanaka, O.; Lara, F.; Camargo, E. S.; Maruo, H.; Westfahlen, V.P.D. Avaliação da reabsorção radicular após a movimentação ortodôntica em dentes tratados endodonticamente. *Revista Odonto Ciência.* 2005;20 (47): 50-5
- 32 Reitan K. Biomechanical principles and reactions. In: Graber TM, Swain BF. *Orthodontics principles and techniques.* St Louis: Mosby Company, 1985; p. 101-92..
- 33 Kurol J, Franke P, Lundgren D. Force Magnitude applied by orthodontists: an inter and-intra-individual study. *Eur J Orthod.* 1996;18 (1): 69-75.
- 34 Owman-Moll P, Kurol J, Lundgren, D. The effects of four-fold increased orthodontic force magnitude on tooth movement and root resorptions. An intra-individual study in adolescents. *European Journal of Orthodontist.* 1996;18:287-94.
- 35 Chan EKM, Darendeliler MA. Exploring the third dimension in root resorption. *Orthod Craniofacial Res.* 2004;7 (2): 64-70.
- 36 Levander E, Malmgren O, Eliasson S. Estimativa de reabsorção radicular em relação a duas condutas de tratamento ortodôntico: um estudo experimental. *Ortodontia.* 1996;29 (1): 60-4.
- 37 Owman-Moll P, Kurol J, Lundgren D. Continuous versus interrupted continuous orthodontic force related to early tooth movement and root resorption. *Angle Orthod.* 1995; 65 (6): 395-401.
- 38 Erverdi N. A comparison of two different rapid palatal expansion techniques from the point of root resorption. *Am. J. Dentofac. Orthop.* 1994;106:47-51.
- 39 Parker RJ, Harris EF. Directions of orthodontic tooth movements associated with external apical root resorption of the maxillary central incisor. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998;114 (6): 677-83.
- 40 Valdrighi HC, Nouer DF, Zaia AA. Tubel Cam. Reabsorções radicular externa de dentes tratados endodonticamente frente à movimentação ortodôntica. *J Bras Ortodon Ortop Maxilar.* 1998;3 (17): 51-5.



- 41 Cambi A, Vedovello Filho M, Ramalho AS, Vedovello SAS, Tonoli G. Correlação entre a reabsorção radicular e os movimentos ortodônticos de intrusão e torque. *Ortodontia*. 2002;35 (2): 121-9.
- 42 Valladares Neto J, Albernaz PI, Almeida GA. Aproximação da cortical palatina versus reabsorção radicular externa. *ROBRAC*. 2002;11 (31): 57-60.
- 43 Han G, Huang S, Von Den Hoff JW, Zeng X, Kuispers-Jagtman AM. Root resorption after orthodontic intrusion and extrusion: an intra-individual study. *Angle Orthop*. 2005;75 (6): 912-18.
- 44 Levander E, Malmgren O, Eliasson S. Evaluation of root resorption in relation to two orthodontic treatment regimes. A clinical experimental study. *Eur J Orthod*. 1994; 20 (4): 223-8.
- 45 Schwarz AM. Tissue changes incidental to orthodontic tooth movement. apud Rego MV NN. Reabsorção Radicular e tratamento ortodôntico: Mitos e evidências científicas. *J. Bras. Ortodhôn. Orthop. Facial*. 2004;9 (51):292-309.
- 46 Silva Filho OG, Mendes OF, Ozawa TO, Ferrari jr. FM,Correa TM.Comportamento radicular durante a movimentação dentária induzida em dentes com rizogênese incompleta.*Rev. Ortodontia* 2004; 37 (3): 53-62.