

Adriana Pinheiro Chaves – C. D.

**Reabsorções Radiculares Externas
e o Tratamento Ortodôntico**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Ortodontia da Faculdade de Odontologia da UFF, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Especialista em Ortodontia.

Orientador: Prof. Dr. Oswaldo de Vasconcellos Vilella

Niterói

2001

C512 Chaves, Adriana Pinheiro
Reabsorções radiculares externas e o tratamento ortodôntico / Adriana Pinheiro Chaves; Orientador: Prof. Dr. Oswaldo de Vasconcellos Vilella. – Niterói, 2001.
154 f.

Monografia (Especialização em Ortodontia e Ortopedia Facial) – Universidade Federal Fluminense, 2001.

Bibliografia: f. 145-154.

1. Ortodontia. 2. Reabsorção da raiz. I. Vilella, Oswaldo de Vasconcellos, [Orien.]. II. Título.

CDD 617.643

Adriana Pinheiro Chaves – C. D.

**Reabsorções Radiculares Externas
e o Tratamento Ortodôntico**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Ortodontia da Faculdade de Odontologia da UFF, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Especialista em Ortodontia.

Orientador: Prof. Dr. Oswaldo de Vasconcellos Vilella

Aprovada em dezembro de 2001

COMISSÃO EXAMINADORA

**Prof. José Nelson Mucha – Doutor
Universidade Federal Fluminense**

**Profa. Márcia Tereza de Oliveira Caetano – Mestre
Universidade Federal Fluminense**

**Profa. Andréa Fonseca Jardim da Motta – Mestre
Universidade Federal Fluminense**

Niterói

2001

Dedico,

Aos meus pais,
Zilmário e Nanete,
pelo exemplo, orientação e amor
dedicados a minha educação;
pelo estímulo e esforço dispensados
à minha formação profissional.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelas oportunidades proporcionadas na vida;

Ao Prof. Oswaldo de Vasconcellos Vilella, pela atenção dedicada, orientação, seriedade e disponibilidade presentes na condução deste trabalho;

Ao Coordenador do Curso de Especialização em Ortodontia e Ortopedia Facial da Universidade Federal Fluminense, Prof. Dr. José Nelson Mucha, pela admirável dedicação ao ensino, transmissão de valiosos conhecimentos e incentivo ao nosso crescimento como profissionais;

Aos professores do Curso de Especialização em Ortodontia e Ortopedia Facial da Universidade Federal Fluminense, Dra. Andréa Fonseca Jardim da Motta, Dra. Márcia Tereza de Oliveira Caetano, Dra. Adriana Cury-Saramago e Dr. Márcio Barroso Salomão, agradeço com respeito e afeto, pelo agradável convívio e pelos preciosos e inesquecíveis ensinamentos;

À querida professora Dra. Telma Martins de Araújo, pelo exemplo de conduta profissional e conhecimentos repassados, fundamentais a minha formação profissional;

Aos professores da disciplina de Ortodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia, Dr. Fernando Lima Habib, Dr. Marcos Alan Vieira Bittencourt, Dra. Fernanda Catharino Menezes, Dra. Adelisa Maria Oliveira e Dr. Rogério Frederico Ferreira, pela importante contribuição à minha formação acadêmica;

Aos meus irmãos, Alessandra e Matheus, pelo desejo sincero que eu alcance meus ideais;

À minha avó Anatildes e minha tia Sofia, pelo amor e orações constantes, pelo carinho dedicado em todos os momentos da minha vida;

A uma pessoa para mim muito especial, João; pela companhia, apoio e amor constantes, durante todos os momentos compartilhados;

Aos meus queridos amigos Mônica, Mauro e Pedro, que jamais esquecerei, pela valiosa amizade, pelo carinho e especial acolhida na família;

Ao amigo Celso, pela sugestão do tema e especial amizade, e aos amigos Antônio Miguel, Brunna, Constance, Carlos Eduardo, Clarisse, Eduardo, Elaine, Flávia, Gustavo, Luciana, Slamad, Stefano, Tarcila (pela ajuda com os artigos) e Valéria, pela companhia que tornou esses dois anos e seis meses de curso mais agradáveis;

Aos amigos Márcio Sobral, Mayra Seixas e João Pedro, pela orientação e doação de material didático que me auxiliaram nos estudos;

Aos amigos que, apesar da distância física, esforçaram-se para estar presentes;

A todos que de alguma forma ajudaram na elaboração deste trabalho.

“Para ser grande, sê inteiro.
Nada teu exagera ou exclui.
Sê todo em cada coisa.
Põe quanto és no mínimo que fazes.”

Fernando Pessoa

RESUMO

As reabsorções radiculares ocorrem com certa frequência em pacientes submetidos a tratamento ortodôntico, porém, a etiologia deste problema parece estar relacionada a inúmeros fatores além das forças provenientes dos aparelhos ortodônticos. A biologia do movimento dentário envolve uma série de reações teciduais, após a aplicação de forças ortodônticas, que de uma maneira ainda não totalmente esclarecida, podem resultar em reabsorção radicular. Inúmeras variáveis, incluindo fatores biológicos e mecânicos, parecem influenciar o grau e a ocorrência das alterações radiculares durante o movimento dentário. Métodos de diagnóstico e prevenção são descritos na literatura, assim como os possíveis fatores de risco associados a este problema. Um amplo conhecimento sobre a biologia dos tecidos envolvidos durante o movimento dentário, bem como dos princípios biomecânicos e os demais aspectos relacionados às reabsorções parecem auxiliar o ortodontista durante o controle deste indesejado efeito durante o tratamento ortodôntico. Conclui-se que algumas medidas preventivas devem ser consideradas para os pacientes submetidos ao tratamento ortodôntico, tais como; anamnese e exame clínico criterioso, acompanhamento radiográfico, utilização de forças leves, maior intervalo de ativação das forças ortodônticas, remoção de hábitos, ajuste oclusal, contenção com aparelhos passivos e, em alguns casos, replanejamento ou interrupção do tratamento.

ABSTRACT

Root resorption is a frequent consequence of orthodontic treatment. Besides the force applied, its etiology is related to several factors. The biology of tooth movement involves a number of tissue reactions to the application of compressive forces, which, is still not completely understood, may result in root resorption. Many variables, including biological and mechanical events, seem to influence the severity and occurrence of root alterations during tooth movement. The literature describes various methods of diagnosis and prevention, as well as the possible risks associated with root resorption. A thorough understanding of the biology of the tissues involved in tooth movement, the biomechanical principles, and other details related to resorption may help the orthodontist deal with this undesirable side effect. It may be concluded that some preventive measures should be considered for orthodontic patients, such as, careful anamnese and clinical exams, radiographic follow-up, use of light orthodontic forces, longer reactivation intervals, eliminating bad habits, occlusal adjustment, retention with passive appliances, and in some instances, replaning or even treatment interruption.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1	FREQUÊNCIA DAS REABSORÇÕES RADICULARES EXTERNAS	13
2.2	CAUSAS DAS REABSORÇÕES RADICULARES EXTERNAS	20
2.3	CEMENTO RADICULAR	24
2.4	REABSORÇÕES RADICULARES PROVOCADAS POR TRATAMENTOS ORTODÔNTICOS	27
2.4.1	Hialinização e danos à camada cementóide	27
2.4.2	Mediadores das reabsorções óssea e radicular	32
2.5	REPARO RADICULAR	35
2.6	VARIÁVEIS ENVOLVIDAS NA REABSORÇÃO RADICULAR	38
2.6.1	Fatores intrínsecos	38
2.6.1.1	Genética	38
2.6.1.2	Idade e sexo	39
2.6.1.3	Características morfológicas dentárias	42
2.6.1.4	Anomalias da dentição	47
2.6.1.5	Estrutura facial e alveolar	48

2.6.1.6	Fatores sistêmicos	51
2.6.1.7.	Tipo de maloclusão	57
2.7.2	Fatores extrínsecos	59
2.7.2.1.	Nutrição	59
2.7.2.2	Hábitos	61
2.7.2.3.	Traumas e tratamento endodôntico	63
2.7.2.4	Magnitude e duração da força ortodôntica	65
2.7.2.5	Direção do movimento dentário	70
2.7.2.6	Tempo do tratamento e extensão do movimento dentário ortodôntico	74
2.7.2.7	Outros fatores do tratamento ortodôntico	77
2.8	DIAGNÓSTICO DAS REABSORÇÕES RADICULARES	84
2.9	MÉTODOS DE PREVENÇÃO	87
2.10	SUPORTE PERIODONTAL	93
2.11	MOBILIDADE	96
2.12	SEVERIDADE DA REABSORÇÃO RADICULAR	97
2.13	ALTERNATIVAS PARA O TRATAMENTO DAS REABSORÇÕES RADICULARES	99
3	DISCUSSÃO	102
4	CONCLUSÕES	143
	REFERÊNCIAS	145

1 INTRODUÇÃO

A crescente busca pelo tratamento ortodôntico estimulou a realização de inúmeros estudos dentro dos mais variados campos da ortodontia, incluindo a biologia do movimento dentário, sem os quais seria impossível a realização dos tratamentos. Os estudos sobre as bases biológicas da terapia ortodôntica determinaram grandes avanços para a ortodontia como especialidade. Atualmente, está bastante claro que uma pressão exercida sobre os dentes durante um determinado tempo é capaz de produzir movimento dentário às custas de alterações teciduais, as quais não se limitam apenas às estruturas ósseas e do ligamento periodontal, mas estendem-se também às estruturas dentárias. As áreas de hialinização do ligamento periodontal que se formam após aplicação das forças ortodônticas parecem preceder as reabsorções radiculares observadas em pacientes submetidos a tratamento ortodôntico.

O processo de reabsorção radicular envolve uma elaborada interação entre células inflamatórias e de reabsorção dos tecidos ósseo, radicular e periodontal, sendo esta condição patológica difícil de prever e controlar. Coletivamente, tais células participam de um processo organizado e complexo de eventos biológicos, envolvendo citocinas, enzimas e hormônios, que influenciam o progresso da reabsorção.

As reabsorções radiculares associadas ao tratamento ortodôntico, na maioria das vezes, não envolvem grandes extensões nem causam prejuízos à longevidade e à função dos dentes envolvidos. No entanto, alterações severas podem ocorrer e devem ser evitadas. As reabsorções radiculares representam um desafio a ser vencido pelos ortodontistas. Sua etiologia ainda não é totalmente conhecida e parece estar envolvida num processo multifatorial; quando causadas pelo tratamento ortodôntico, podem ser consideradas lesões iatrogênicas.

O controle do movimento dentário exige um amplo conhecimento dos princípios biomecânicos e das reações teciduais que se processam em consequência da aplicação de forças ortodônticas, de forma a evitar que danos severos sejam causados às estruturas radiculares. Alguns métodos de diagnóstico e prevenção descritos na literatura são capazes de auxiliar o ortodontista no controle deste problema. A susceptibilidade individual, a hereditariedade, os fatores sistêmicos e anatômicos, associados aos fatores externos, bem como a mecanoterapia ortodôntica, são comumente relacionados às reabsorções, as quais, quando extensas, podem comprometer os benefícios e o sucesso do tratamento realizado. Tais aspectos merecem ser revisados.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 FREQUÊNCIA DAS REABSORÇÕES RADICULARES EXTERNAS

Os primeiros relatos sobre as reabsorções dentárias datam de 1856, quando Bates verificou a ocorrência de reabsorções nas raízes de dentes permanentes. Em 1914, Ottolengui relacionou as reabsorções dentárias ao tratamento ortodôntico. Entretanto, apenas em 1926, quando a utilização das radiografias dentárias tornou-se um meio de diagnóstico mais acessível, a perda de estrutura radicular despertou maior interesse dos profissionais da época (Apud PHILLIPS, 1955).

Até 1926, muito pouco era sabido a respeito das causas envolvidas com este problema e poucos dados eram encontrados sobre este assunto na literatura. No 1º Congresso Internacional de Ortodontia, realizado em agosto daquele ano na cidade de Nova Iorque, Ketcham, pela primeira vez expôs os resultados de suas observações a respeito das reabsorções radiculares e considerou impossível chegar a alguma conclusão naquele momento. Desejava, no entanto, despertar o interesse dos ortodontistas no sentido de avaliar os casos tratados e, dessa forma, tentar coletar e correlacionar dados relativos às reabsorções para que

pudessem ser utilizados em outras investigações e, se possível, chegar a conclusões definitivas sobre este problema (KETCHAM, 1927).

Em 1929, Ketcham comparou exames radiográficos pré e pós-tratamento ortodôntico de 500 pacientes. A análise dos dados mostrou que 21% desses pacientes exibiam evidências de reabsorções radiculares. Radiografias de pacientes não submetidos a tratamento ortodôntico também foram estudadas. Nestes pacientes, a frequência de reabsorções foi de 1% (Apud HEMLEY, 1941).

A utilização dos termos absorção e reabsorção, comumente citados na literatura para referência ao processo de perda de substâncias no organismo, tornou-se assunto de discussão para Becks e Marshall (1932). Após revisar as inúmeras interpretações atribuídas a estes termos, os autores acreditam ser lógica a utilização do termo reabsorção durante referência ao processo de remoção de elementos que compõem as substâncias duras, tais como dentes ou ossos. O processo físico denominado de absorção representaria então, a transferência primária de tais elementos, a partir do trato intestinal para o sistema sanguíneo ou linfático, com vistas à formação tecidual.

Becks (1939) submeteu um grupo de 72 pacientes a exames radiográficos antes do início da terapia ortodôntica. A partir da análise destes exames foi verificado que 32% dos indivíduos exibiam reabsorções radiculares. Um segundo exame radiográfico, obtido durante o curso de tratamento, mostrou que o número de pacientes com raízes reabsorvidas havia aumentado, alcançando a frequência de 73,6%.

Rudolph (1940), acreditando que as reabsorções radiculares ocorriam mais freqüentemente em indivíduos tratados ortodonticamente, conduziu um estudo

radiográfico com o objetivo de avaliar a ocorrência deste problema numa amostra de 513 pacientes tratados. Após 7 anos de tratamento, uma frequência 100% foi encontrada nestes pacientes, os quais apresentavam idades variando entre 8 e 16 anos ao início do tratamento. 739 pacientes entre 7 e 21 anos que não receberam tratamento também foram avaliados para efeito de comparação e, dentre estes, 5% apresentaram reabsorções radiculares. Os tratamentos ortodônticos foram realizados através de arcos vestibulares com ativações semanais.

Hemley (1941) relata que em 195 casos tratados ortodonticamente, 21% dos pacientes exibiram reabsorções radiculares. O tempo de tratamento variou de 11 meses a 4 anos e 3 meses. Dentre os casos que apresentaram reabsorções, 68,6% exibiram um leve arredondamento dos ápices radiculares e alterações mais extensas também foram observadas radiograficamente; entretanto, numa frequência menor: 26,7% exibiram comprometimento radicular que envolvia não mais do que 1/3 desta estrutura e apenas 4,7% alcançaram esta medida. O tempo médio de tratamento foi de 2 anos e 8 meses e a média de idade dos pacientes que apresentaram reabsorções foi de 15,2 anos. Os dentes mais susceptíveis às reabsorções foram: incisivos centrais, incisivos laterais, primeiros pré-molares, primeiros molares, caninos, segundos pré-molares, e segundos molares, em ordem decrescente.

Henry e Weinmann (1951) utilizaram um método de investigação histológica para avaliar as áreas de reabsorção, reparo e estruturas de suporte de 261 dentes. A amostra foi cedida pelos departamentos de histologia e anatomia de algumas faculdades provenientes de indivíduos submetidos à autópsia. O

processo ativo de reabsorção foi determinado pela presença de cementoclastos e a presença de cimento, de uma camada cementóide e de cementoblastos caracterizava o processo de reparo. Dentre os dentes avaliados, 90,5% exibiram alguma evidência de reabsorção radicular, sendo mais freqüente em indivíduos idosos e envolvendo o terço apical da raiz. As faces radiculares mais atingidas pela reabsorção foram as faces mesiais e vestibulares, normalmente áreas situadas na direção do movimento fisiológico dos dentes. Áreas de reparo foram evidentes em 85% das áreas de reabsorção e as alterações traumáticas, tais como compressão, necrose, trombose e ruptura dos vasos sanguíneos exibiram correlação com reabsorções ativas, tanto no osso alveolar quanto no cimento radicular, e foram consideradas como um importante fator relacionado à produção de reabsorções.

Massler e Malone (1954) realizaram um estudo radiográfico por meio de lupas binoculares com aumento de 3 vezes, a partir dos exames de 81 pacientes submetidos a tratamento ortodôntico e de 708 pacientes não tratados. Os resultados do grupo de pacientes não tratados revelaram uma freqüência de reabsorção de 100% nos indivíduos, ocorrendo em um ou mais dentes, e de 86,4% para o total de dentes avaliados. A susceptibilidade individual dos dentes à reabsorção também foi avaliada neste grupo e os incisivos inferiores foram os mais susceptíveis à reabsorção, seguidos pelos incisivos laterais superiores, pré-molares, incisivo central superior e canino superior. A partir da avaliação dos exames pré e pós-tratamento do grupo de pacientes tratados ortodonticamente, observou-se um aumento do número de dentes com reabsorções dentárias de 81,2% para 93,3%, e a severidade das reabsorções também foi maior para estes pacientes. Uma freqüência de 47,6% de dentes com reabsorções leves, 31,4%

com reabsorções moderadas e 14,2 % de reabsorções severas foram encontradas neste grupo, enquanto que percentuais de 71,6%, 9,2% e 5,6% de reabsorções leves, moderadas e severas, respectivamente, foram observadas no grupo que não recebeu tratamento ortodôntico. Além disso, foi também observada uma tendência dos dentes que exibiam reabsorções prévias ao tratamento a apresentarem reabsorções mais severas ao final deste. Os dentes mais atingidos no grupo que sofreu tratamento foram: incisivos inferiores e superiores; primeiros molares, pré-molares e caninos superiores; caninos, primeiros e segundos pré-molares inferiores; e por fim os segundos molares superiores e inferiores.

Phillips (1955) conduziu a avaliação radiográfica de 69 pacientes submetidos a tratamento ortodôntico e revelou que 39% dos dentes observados exibiram reabsorções radiculares. Dentre estas, a maioria (82,6%) foi considerada apenas uma alteração suave, tal como um arredondamento apical; 5,6% apresentaram reabsorções moderadas que envolviam até $\frac{1}{4}$ do da raiz, e 1,2% ultrapassaram este limite e foram consideradas severas. 76,4% dos dentes que exibiram reabsorções eram incisivos superiores ou inferiores. De acordo com os resultados deste estudo, os autores sugerem que a incidência da reabsorção apical na grande maioria dos casos, bem como o número de dentes e o grau de envolvimento dentário podem ser atribuídos à aplicação de forças durante o tratamento ortodôntico. O grau de reabsorção radicular foi considerado insignificante do ponto de vista clínico, não comprometendo a longevidade ou a função da dentição.

Plets et al (1974) analisaram o comprimento radicular dos incisivos centrais superiores de 50 pacientes submetidos a tratamento ortodôntico, através dos

exames radiográficos iniciais e finais destes pacientes. Os resultados foram comparados com os dados de 45 pacientes que não receberam tratamento ortodôntico. Nenhuma variação significativa foi encontrada, apesar de ter ocorrido uma redução significativa do comprimento radicular em 10% dos pacientes que receberam tratamento ortodôntico. Os pacientes utilizados neste estudo não apresentavam parâmetros comuns em relação à mecânica de tratamento ou variáveis biológicas. Os autores deste trabalho acreditam que as raízes dentárias não são reduzidas significativamente após a terapia ortodôntica.

Sharpe et al (1987) realizaram um estudo radiográfico em 36 indivíduos tratados ortodonticamente, que revelou maior número de incisivos superiores e inferiores, primeiros molares superiores e inferiores e de caninos associados às reabsorções radiculares, em ordem decrescente de prevalência.

Remington et al (1989) utilizaram radiografias periapicais para avaliar um total de 100 casos tratados ortodonticamente, antes, durante e após do tratamento. Durante a fase ativa do tratamento, os incisivos superiores foram mais freqüentemente e severamente afetados por reabsorções do que quaisquer outros dentes avaliados. 52% dos dentes não exibiram alterações significativas ou estavam presentes pequenas irregularidades apicais que não comprometeram o comprimento radicular. 40% das reduções observadas alcançavam 2 mm de envolvimento radicular e 7% dos casos apresentaram reabsorções maiores do que 2 mm; entretanto, não ultrapassaram um terço do comprimento radicular e apenas 1% exibiu encurtamento radicular de maiores proporções, alcançando um terço do comprimento original.

Becks e Harris (1994), em um estudo de 83 pacientes, verificaram que dentre os dentes que exibiam alta frequência de reabsorções estavam os incisivos centrais superiores, laterais superiores, segundos pré-molares superiores e segundos pré-molares inferiores, em ordem decrescente.

Martins, Cansanção e Sanchez (1994) acompanharam o comportamento das reabsorções radiculares, durante os 5 anos seguintes ao término do tratamento ortodôntico, numa amostra de 39 pacientes tratados pela técnica *edgewise*. Foram examinados 556 dentes e 71,40% destes não exibiram alterações evidentes radiograficamente, enquanto que 158 dentes (28,41%) demonstraram progresso no processo de reabsorção, sendo mais acentuado nos caninos e dentes posteriores; porém, 25,71% destas alterações foram consideradas suaves. Os autores acreditam que os contatos oclusais não equilibrados tenham influenciado estes resultados. Uma outra explicação possível para o progresso da reabsorção, de acordo com os autores, talvez seja a remodelação apical para regularização das arestas após a remoção do fator causal, resultando em redução radicular.

Lupi, Handelman e Sadowsky (1996) determinaram a frequência e a severidade das reabsorções apicais e perda óssea alveolar em 88 pacientes adultos tratados ortodonticamente e demonstraram não haver diferença em relação à susceptibilidade dos dentes avaliados após o tratamento: incisivos centrais ou laterais, superiores ou inferiores. A frequência de reabsorções nestes dentes aumentou de 15% para 73% após realização do tratamento ortodôntico e apenas 23% destes dentes apresentaram tipos de reabsorção considerados severos; entretanto, trinta e oito pacientes (44%) não exibiram reabsorções.

Thair, Sadowsky e Schneider (1997) demonstraram que as reabsorções radiculares foram mais freqüentes no arco superior (31%) em relação ao inferior (27%), em um estudo de 103 casos submetidos à avaliação de 20 ortodontistas diplomados pela *American Board of Orthodontics*. Em ambos os arcos, os dentes mais afetados foram os incisivos centrais e laterais; entretanto, a maior parte das reabsorções observadas foi suave. Reabsorções moderadas, envolvendo não mais do que um quarto do comprimento radicular, foram observadas em apenas 4% dos dentes avaliados e 2,2% dos dentes exibiram reabsorções severas que ultrapassavam o limite de $\frac{1}{4}$ do comprimento radicular. Os autores concluem que os mínimos efeitos adversos observados na maior parte desta amostra são clinicamente insignificantes e não comprometem os resultados benéficos do tratamento ortodôntico.

Sameshima e Sinclair (2001a) relatam que a incidência de reabsorções avaliada em mais de 860 pacientes foi maior para os incisivos centrais e laterais, afetando em média 1,4mm do comprimento radicular, ao passo que a quantidade de reabsorções observadas nos molares e pré-molares foi menor do que 1mm.

2.2 CAUSAS DAS REABSORÇÕES RADICULARES EXTERNAS

Os resultados encontrados por Ketcham (1927), a partir da avaliação radiográfica das raízes dentárias de 385 pacientes tratados ortodonticamente, revelaram reabsorções associadas as impacções dentárias, quando o trajeto de erupção dos dentes impactados encontrava as raízes dos dentes adjacentes. Dentes que sofreram reabsorções e que exibem vitalidade após períodos de 12

anos foram encontrados nesta amostra; no entanto, o pequeno número de casos avaliados não permitiu conclusões sobre a longevidade destes dentes. A frequência de reabsorções foi maior no arco superior, independente do tipo de aparelho utilizado: o pino e tubo ou o arco de cinta.

Becks e Cowden (1942) observaram exames radiográficos de 26 pacientes submetidos a tratamento ortodôntico e verificaram que 96% dos pacientes tratados apresentavam reabsorções radiculares; no entanto, 73% dos casos estavam associados a fatores sistêmicos diagnosticados nas estruturas ósseas.

Newman (1975), acreditando que as estruturas apicais pudessem ser reabsorvidas em virtude de um processo normal de desenvolvimento, assim como através de um processo de reabsorção, conduziu um estudo para relacionar a ocorrência de reabsorções com algumas circunstâncias: influência genética, causas sistêmicas, tipo de maloclusão, história médico-dentária e tratamento ortodôntico. Pacientes com evidências radiográficas de reabsorções dentárias maiores do que 2mm fizeram parte da amostra deste estudo. Nenhuma correlação significativa foi definida entre reabsorções e fatores genéticos, fatores sistêmicos ou tipo de maloclusão. Reabsorções dentárias foram encontradas quando contatos oclusais traumáticos estavam presentes durante os movimentos excursivos. O tratamento ortodôntico aumentou a incidência e o grau das reabsorções radiculares nos indivíduos desta amostra. A maior incidência de reabsorção foi encontrada para os incisivos superiores, pré-molares superiores e segundos pré-molares inferiores, em ordem decrescente. Entretanto, a maior parte da amostra exibiu reabsorções radiculares que não foram relacionadas a qualquer uma das circunstâncias avaliadas.

Para Wuerhrmann e Manson-Hing (1977), as reabsorções dentárias do ponto de vista etiológico dividem-se em fisiológica, idiopática e patológica. Qualquer superfície dentária pode sofrer reabsorção de forma regular ou irregular e ainda interna ou externa; em casos de dentes inclusos, o esmalte dentário também pode ser reabsorvido. As coroas dentárias raramente são envolvidas com este problema por não serem em geral circundadas por tecido vivo. A reabsorção fisiológica é considerada um fenômeno natural que normalmente precede a esfoliação dos dentes decíduos e erupção dos permanentes. Entretanto, a reabsorção ocorre independente da presença de um sucessor permanente, podendo também não ocorrer na ausência deste. A reabsorção idiopática inclui algumas formas de reabsorção cuja causa não é bem compreendida. Diversas teorias tentam encontrar causas prováveis, incluindo processos inflamatórios, perda de vitalidade do cemento, mudanças vasculares na polpa, condutos radiculares acessórios, enfermidades sistêmicas ou trauma, acreditando que em algum momento qualquer um destes fatores possa se manifestar. As reabsorções dentárias são consideradas patológicas quando causadas por pressões, infecções, neoplasias, trauma e dentes impactados. Neoplasmas de natureza expansiva tendem a produzir tipos de reabsorções semelhantes às causadas por pressão. As superfícies reabsorvidas dos dentes são geralmente ásperas e irregulares e esta característica não é comum ao tipo suave de reabsorção que pode ser observada em casos de trauma ou tratamento ortodôntico, frequentemente localizada na região apical, tornando o ápice arredondado.

De acordo com Stafne e Gibilisco (1982), a evolução do processo de reabsorção, uma vez iniciado, é irreversível. Geralmente, este processo é lento e pode persistir durante muitos anos; entretanto, as reabsorções apresentam-se

limitadas em extensão, de forma que produzem somente pequenos defeitos no dente e na maioria das vezes são tão tênues que não são detectados no exame radiográfico.

Shafer, Hine e Levy (1987) consideram que a perda da estrutura dentária por reabsorção externa deve-se à ação de células presentes no ligamento periodontal, enquanto que nas reabsorções internas, as células provenientes da polpa são as responsáveis por este fenômeno.

Neville et al (1995) acreditam que o potencial de reabsorção é inerente ao tecido periodontal; no entanto, a susceptibilidade individual à reabsorção é um fator importante em relação ao grau de reabsorção que irá ocorrer após um estímulo: presença de cistos, traumas dentários, forças mecânicas excessivas durante o tratamento ortodôntico, forças oclusais excessivas, enxerto de fenda alveolar, desequilíbrio hormonal, clareamento intracoronário de dentes despulpados, envolvimento local com herpes zoster, doença óssea de Paget, tratamento periodontal, inflamação perirradicular, pressão por dentes impactados, reimplante de dentes e tumores.

Reitan e Rygh (1996) acreditam que as reabsorções radiculares podem resultar de pressões exercidas sobre os dentes. De acordo com estes autores, as reabsorções dentárias podem ser observadas nas superfícies radiculares, principalmente no terço apical dos dentes após compressão do ligamento periodontal, inclusive nas situações em que uma carga oclusal aumentada está presente, e ainda consideram possível que um reparo da superfície radicular aconteça através da formação de tecido cementóide.

Alguns fatores etiológicos para as reabsorções radiculares são descritos por Bergenholtz e Hasselgren (1999), além do tratamento ortodôntico. Dentre eles, podemos citar o hábito de morder objetos duros, bruxismo e restaurações altas, que podem causar danos localizados no ligamento periodontal e estimular o processo de reabsorção.

A reabsorção radicular parece estar relacionada a diversos fatores etiológicos; no entanto, é de particular interesse nesta revisão avaliar o processo de reabsorção relacionado ao tratamento ortodôntico. O osso, geralmente, não é o único tecido a ser reabsorvido durante o movimento dentário produzido pela aplicação de forças ortodônticas. Outros tecidos mineralizados, tais como o cimento e a dentina, podem ser envolvidos no processo de reabsorção associado ao movimento dentário.

2.3 CEMENTO RADICULAR

Para Coolidge (1931), o cimento radicular é um tecido calcificado que recobre a superfície radicular dos dentes e apresenta algumas características em comum com o tecido ósseo; no entanto, não sofre remodelação ou reabsorção fisiológica, ao contrário do osso. O cimento tem por função a inserção do ligamento periodontal à raiz e o reparo radicular após danos causados à superfície da raiz.

Bhaskar (1978) descreve o cimento sendo composto por substâncias orgânicas, inorgânicas e água. A porção inorgânica é constituída principalmente de cálcio e fosfatos na forma de hidroxiapatita e o material orgânico encontrado

no cimento inclui principalmente o colágeno e proteínas conjugadas a polissacarídeos. Análises dos aminoácidos do colágeno obtido de dentes humanos indicam íntimas semelhanças com o colágeno da dentina e do osso alveolar.

A formação de cimento, de acordo com Osborne e Ten Cate (1983), pode ocorrer durante toda a vida e, como característica dos tecidos mineralizados, uma matriz intercelular é secretada e subseqüentemente mineralizada. Uma camada não mineralizada, denominada de pré-cimento ou camada de tecido cementóide, é sempre mantida na superfície mais externa da raiz.

Segundo Bhaskar (1978), as camadas de cementóide são substituídas com o tempo e quando uma nova camada de cementóide é formada, a velha calcifica-se. Este tecido cementóide é revestido pelos cementoblastos; as células responsáveis pela formação do cimento. A deposição contínua de cimento é uma característica extremamente importante do ponto de vista funcional e, ao contrário do osso, o cimento não sofre reabsorções em condições normais. A substituição das camadas de cimento garante a integridade do aparelho de inserção e, além disso, o cimento comporta-se como um tecido reparador para as superfícies radiculares através da deposição de novas camadas, em casos de injúrias causadas pela presença de fatores físicos, químicos ou de origem bacteriana. Uma força ortodôntica, quando aplicada a um dente, cria áreas de pressão e tensão sobre o osso e cimento e é esperado que ocorram reabsorções tanto no osso quanto no cimento. Em um tratamento ortodôntico cuidadoso, a reabsorção do cimento é mínima ou ausente, enquanto que o movimento dentário acontece acompanhado de reabsorção e deposição óssea nas áreas

adjacentes. Em casos de reabsorções mínimas, o dano causado é geralmente reparado pela formação de cimento, enquanto que em casos mais graves, a reabsorção pode continuar e atingir a dentina. O cimento é mais resistente à reabsorção do que o osso devido à ausência de vascularização e por esta razão o movimento ortodôntico acontece.

Rygh (1977) afirmou que a resistência da superfície radicular à reabsorção também está relacionada à barreira de tecido incompletamente mineralizado: o tecido osteóide e cementóide que recobre as raízes dos dentes. A alta taxa de remodelação óssea resulta na formação de um tecido ósseo novo e, portanto, imaturo em relação ao cimento. Neste aspecto, o colágeno é de particular interesse, uma vez que o cimento formado por colágeno maduro torna-se mais resistente às alterações do que o osso.

Lindskog, Blomlöf e Hammarström (1983) acreditam que o ligamento periodontal e o cimento contenham algum fator anti-invasivo, um potente inibidor da colagenase, que protege a raiz contra a reabsorção. Pré-molares extraídos por razões ortodônticas foram incubados em amostras de sangue, e verificou-se que a ação da colagenase foi inibida em todos os casos onde o ligamento periodontal e o cimento encontravam-se aderidos à superfície radicular destes dentes; no entanto, na ausência destes tecidos, o efeito inibitório não foi detectado. A ação da tripsina também foi inibida para a maioria dos casos na presença do ligamento periodontal e cimento.

Um outro estudo realizado por Lindskog, Blomlöf e Hammarström (1987), em que a superfície óssea da calvária de macacos foi exposta ao paratormônio, resultou na contração da camada de osteoblastos que recobre a superfície óssea,

dessa forma, expondo a camada óssea subjacente. Em consequência disso, acreditam que os osteoclastos sejam atraídos a superfície óssea exposta e a reabsorção do osso aconteça. Entretanto, a camada de cementoblastos que recobre a superfície radicular não exibiu alterações acessíveis através da microscopia eletrônica, após exposição ao paratormônio. Os autores consideram que a camada de cementoblastos representa uma barreira protetora contra reabsorções radiculares.

Reitan e Rygh (1996) consideram o cimento um tecido bastante independente dos processos metabólicos, como a homeostase do cálcio; entretanto, algumas alterações que ocorrem no cimento são semelhantes às que ocorrem no osso; assim como no tecido osteóide, o cementóide tende a diminuir em espessura do lado de compressão. Quando uma pressão contínua se prolonga muito, a reabsorção da raiz pode ser iniciada mesmo estando protegida inicialmente por tecido não calcificado.

2.4 REABSORÇÕES RADICULARES PROVOCADAS POR TRATAMENTOS ORTODÔNTICOS

2.4.1 Hialinização e danos à camada cementóide

Stuteville (1937) acredita que a reabsorção radicular decorrente do tratamento ortodôntico possa estar relacionada ao dano local do ligamento periodontal (hialinização) causado pela aplicação de forças ortodônticas. Após a compressão do ligamento periodontal, áreas hiperêmicas surgem abaixo e acima

do tecido necrótico deste ligamento e a reabsorção óssea acontece acompanhada da reabsorção da superfície radicular.

A reabsorção radicular de dentes decíduos de origem bovina foi estudada histologicamente por Morita et al (1970). Os resultados revelam que o tecido inserido aos dentes decíduos consistia de tecido conjuntivo rico em fibras colágenas e tecido de granulação contendo inúmeros odontoclastos. Quando estes tecidos foram cultivados sobre gel de colágeno contendo nutrientes, muitos odontoclastos, células sanguíneas e células do tecido conjuntivo degeneraram e as fibras degradaram. Contudo, quando o tecido conjuntivo foi cultivado sem o tecido de granulação nas mesmas condições, não houve degradação tecidual. Foi observada a lise do colágeno ao redor do fragmento dentário incubado com tecido de granulação, após os dois primeiros dias, assim como a reabsorção de dentina. Entretanto, o mesmo não aconteceu quando o tecido contendo odontoclastos e vasos sanguíneos foi removido. Os autores deste trabalho sugeriram que este processo possa ocorrer não apenas em dentes decíduos, mas também em resposta a aplicação de forças ortodônticas, as quais podem ser capazes de induzir a formação de um tecido de granulação ao redor das estruturas de suporte dentário e, portanto, resultar na reabsorção dos dentes permanentes.

Kvam (1972) avaliou as alterações histológicas que ocorreram em resposta à aplicação de forças ortodônticas, em 23 pré-molares posteriormente extraídos de pacientes em tratamento ortodôntico. A aplicação das forças resultou em áreas de compressão e aparecimento de tecido de hialinização, o qual começou a ser removido pouco tempo após a sua formação (10 dias). As observações histológicas foram conduzidas nos dentes extraídos, aos 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35,

45 e 76 dias após a aplicação das forças de 50 gramas com direção lateral. Em um total de quinze pré-molares foi realizada apenas a colocação de anéis ortodônticos e dois pré-molares da amostra foram mantidos intactos. Tais dentes foram extraídos para avaliação histológica em intervalos semelhantes aos já citados. A reabsorção radicular nos dentes movimentados ortodonticamente ocorreu concomitantemente à remoção do tecido hialinizado e, ao décimo dia, cavidades de 6 μ m na superfície do cemento foram identificadas, as quais tornaram-se mais extensas com o tempo. Os dentes não movimentados não exibiram alterações radiculares, exceto em dois pré-molares, nos quais pequenas lacunas de reabsorção foram identificadas.

Para Rygh (1977), o processo de hialinização pode ser dividido em três fases: degeneração, eliminação e restabelecimento. Tal processo foi estudado após realizado o movimento ortodôntico dentário em 67 animais experimentais e em 11 pré-molares de pacientes em tratamento ortodôntico, cujo plano de tratamento incluía extrações destes dentes. Foram analisados histologicamente o processo de reabsorção radicular e o mecanismo de eliminação e reparo que ocorrem nos tecidos dentários, após a remoção do tecido hialinizado. Os animais experimentais receberam aparelhos ortodônticos programados para liberação de forças constantes de 5, 10 ou 25 gramas, durante intervalos de 30 minutos, 2, 6, 12, 24, 48 e 60 horas, 5, 14 e 28 dias. Os 11 pré-molares receberam forças de 70, 100, 120 e 240 gramas para produção de movimento vestibular, por períodos entre 2 e 50 dias. Ao final de cada intervalo, os dentes foram extraídos para avaliação histológica e observou-se que a eliminação do tecido hialinização estava associada ao processo de reabsorção verificado em toda a amostra, provavelmente, através da ação de células como os macrófagos. Muitos

osteoclastos estavam presentes no osso alveolar e células multinucleadas foram identificadas próximas à superfície do cimento de todos os dentes. O processo de reabsorção exibiu continuidade após o tecido de hialinização ter sido eliminado. Observou-se também que a reabsorção do cimento ocorre a partir de um processo pelo qual os odontoclastos atacam a superfície radicular; no entanto, um processo inicial deve remover a camada de pré-cimento. O reparo acontece na ausência de forças ou quando estas são reduzidas a um certo nível que permita a deposição do cimento.

Segundo Jones e Boyde (1988), os osteoclastos são capazes de reabsorver qualquer tecido calcificado; dentário ou ósseo. A reabsorção do cimento e da dentina pode ocorrer nas situações em que os osteoclastos obtêm acesso aos tecidos mineralizados através de uma fenestração na camada formativa que protege esses tecidos.

Andreasen (1988) relata que quando injúrias são causadas ao ligamento periodontal, uma invasão de vasos sanguíneos e macrófagos acontece na área traumatizada e logo surgem os osteoclastos. As interleucinas e prostaglandinas liberadas a partir de células inflamatórias parecem estimular a atividade dos osteoclastos; entretanto, um fator necessário para o possível ataque dos osteoclastos à superfície radicular é a remoção da camada de proteção.

De acordo com Moyers (1991), existe uma alteração bioquímica do meio e produção de substâncias biologicamente ativas para a destruição do tecido dentro da área hialinizada que podem afetar várias outras células ao redor desta área. A remoção das partes hialinizadas do ligamento periodontal geram lacunas de reabsorção, as quais representam um meio favorável e protegido para as células

de reabsorção durante a aplicação de forças ortodônticas. As estruturas dentárias geralmente apresentam uma certa resistência à reabsorção se comparado às estruturas ósseas, e tal fato permite a realização dos movimentos dentários através do osso. Os dentes permanentes são mais resistentes em relação aos decíduos, que normalmente estão envolvidos num processo de reabsorção característico do desenvolvimento fisiológico da dentição. A raiz é protegida pelos tecidos osteóide, cementóide e pré-dentina, que funcionam como uma barreira de proteção, e qualquer alteração que envolva estes tecidos pode induzir reabsorções dentárias.

Por haver dúvidas sobre a identidade das células, que em condições fisiológicas penetram e causam injúrias a camada não mineralizada que recobre o cimento, assim como sobre as condições envolvidas durante a compressão do ligamento periodontal que levam tais células a atacarem a superfície radicular, Brudvik e Rygh (1993) realizaram novos estudos com o objetivo de observar as alterações que ocorrem nesta superfície. A avaliação microscópica de cortes histológicos da mandíbula de ratos revelou que os eventos que lideram a perda local de pré-cimento parecem ter origem na remoção do tecido conjuntivo e celular do ligamento periodontal, inicialmente dominada por fagocitose através de macrófagos e células semelhantes aos fibroblastos. Em estágios tardios, a remoção de tecido não mineralizado parece ser dominada pela ação enzimática, possivelmente, das colagenases oriundas de células semelhantes aos fibroblastos. Células mononucleadas foram observadas nos espaços medulares do osso em direção à superfície dentária e é possível que participem da remoção ativa dos tecidos mineralizados, cimento e dentina; tais células parecem ser precursoras de cementoclastos ou cementoclastos multinucleados.

Novos estudos foram conduzidos por Brudvik e Rygh (1994), com o objetivo de estudar com mais detalhes as células envolvidas na remoção do tecido de hialinização e da superfície radicular. Doze animais experimentais foram utilizados, nos quais os molares superiores foram movimentados para mesial com a aplicação de uma força de 50 gramas, a qual não foi reativada. Os cortes histológicos foram avaliados ao final de 7 e 10 dias após a aplicação da força. Os resultados indicam a presença de células gigantes multinucleadas, bem como células semelhantes a macrófagos mononucleados, durante a remoção do tecido necrótico e parte do cimento radicular.

2.4.2 Mediadores das reabsorções óssea e radicular

Segundo Andreasen (1988), inúmeros fatores de regulação da atividade dos osteoclastos na biologia óssea foram identificados: o hormônio da paratireóide, a vitamina D e A, a tiroxina, toxinas bacterianas, prostaglandinas, interleucinas e outros. Entretanto, apesar do processo de reabsorção ser induzido a partir do estímulo de algum mediador, a reabsorção radicular parece não ser iniciada pelo mesmo processo que induz a reabsorção óssea. A atividade dos osteoclastos durante a homeostase do cálcio, por exemplo, não influencia a atividade de reabsorção radicular.

Davidovitch, Lynch e Shanfeld (1988) verificaram a presença de interleucinas, particularmente a interleucina 1- α e 1- β , nas células de reabsorção radicular em animais de laboratório. Os autores deste trabalho acreditam que

estas citocinas apresentem possivelmente algum fator de regulação da atividade fisiológica sobre estas células.

Para Saito et al (1991) a interleucina - 1 é uma citocina normalmente envolvida com uma variedade de ações importantes no mecanismo de defesa, inflamação e autoimunidade e, geralmente, exacerba os efeitos da inflamação. Uma de suas importantes funções é a indução da produção da prostaglandina E a partir de células tais como os fibroblastos.

Segundo Uematsu, Mogi e Deguchi (1995) a aplicação de forças ortodônticas é acompanhada por alterações estruturais e bioquímicas do ligamento periodontal e do osso alveolar, necessárias para a produção do movimento dentário. A fase inicial do movimento dentário ortodôntico envolve uma resposta inflamatória aguda, caracterizada pela vasodilatação e migração de leucócitos para fora dos capilares do ligamento periodontal. O mecanismo de reabsorção óssea está relacionado à liberação de mediadores da inflamação tais como a prostaglandina E e interleucina-1, as quais interagem com as células ósseas. As citocinas secretadas pelos leucócitos; interleucina 1 - beta (IL-1 β) e fator α de necrose tumoral (TNF- α), podem interagir diretamente com as células ósseas, ou indiretamente, através dos monócitos, macrófagos, linfócitos e fibroblastos, para controlar o metabolismo ósseo. Contudo, pouca informação a respeito da produção desses moduladores do movimento dentário em humanos encontra-se disponível na literatura.

A administração de prostaglandina E em animais de laboratório, nos quais foi produzido o movimento dentário dos incisivos e molares, aumentou a quantidade do movimento ortodôntico nestes animais em relação a um grupo

controle, em que a substância não foi administrada. Leiker, Nanda e Currier (1995) sugerem que altas concentrações de prostaglandina, bem como sua presença por tempo prolongado, possam induzir reabsorções radiculares.

Proffit (1995) afirma que o movimento dentário depende da ação dos osteoclastos na área de pressão para remoção do tecido ósseo adjacente ao ligamento periodontal; bem como, da ação dos osteoblastos para a produção de novo osso na área de tensão. A prostaglandina E tem a importante função de estimular tanto a atividade osteoclástica quanto osteoblástica. A administração de drogas que possam afetar o nível de prostaglandina pode influenciar tanto o movimento dentário como a reabsorção radicular.

A aplicação de pressões hidrostáticas positivas, comparáveis às forças de compressão sobre células do ligamento periodontal, em um estudo *in vitro* realizado por Yousefian et al (1995), aumentou significativamente a produção de prostaglandina E e de adenosina 3' 5'-monofosfato cíclico (AMPC) intracelular nas primeiras 24 horas; enquanto que, o efeito de uma pressão negativa, semelhante às forças de tensão, diminuiu a taxa de produção dessas substâncias.

Reitan e Rygh (1996) relatam que as células responsáveis pela remodelação óssea têm sua atividade modulada por substâncias que estimulam a reabsorção óssea; a interleucina - 1 α e interleucina 1- β , o fator de necrose tumoral α (TNF- α), as prostaglandinas; e substâncias que inibem a reabsorção do osso; o interferon γ (INF - γ). Entretanto, o mecanismo exato responsável pelo estímulo a reabsorção óssea ao redor do tecido hialinizado, ainda não é totalmente compreendido.

Roberts (1996) acrescenta que a atividade de remodelação óssea é também controlada por substâncias que estimulam a reabsorção óssea, como o hormônio da paratireóide (PTH) e a vitamina D, e substâncias como a calcitonina e o estrogênio, que inibem a reabsorção do osso.

Reitan e Rygh (1996) citam que agentes farmacológicos que inibem a síntese de prostaglandina podem interferir no movimento dentário produzido por forças ortodônticas. Drogas não esteróides anti-inflamatórias como a aspirina e outros ácidos acetilsalicílicos, ibuprofeno e agentes relacionados, bem como pacientes tratados com indometacina têm o movimento dentário desacelerado. Drogas anticonvulsivantes podem induzir padrões anormais de reabsorção óssea.

Para McNab et al (1999) Os fatores biológicos e mecânicos responsáveis pelo estímulo e inibição da atividade de reabsorção e reparo da superfície radicular, ainda não foram totalmente elucidados. A identificação destes fatores tornaria o tratamento ortodôntico mais seguro.

2.5 REPARO RADICULAR

Rygh (1977) observou que o reparo da superfície radicular pode ocorrer nas áreas de reabsorção de dentes movimentados ortodonticamente. Para que ocorra a remodelação do cimento, no entanto, é necessário estabelecer períodos de repouso de aplicação de forças ou reduzir a magnitude da força aplicada a um determinado nível que permita novos depósitos na superfície da raiz.

Uma investigação clínica foi conduzida por Owman - Moll, Kurol e Lundgren (1995b) em 15 meninos e 17 meninas, com idades variando entre 11 e 17 anos, que apresentavam apinhamento em ambos os arcos ou biprotrusão dos incisivos. O plano de tratamento proposto para tais pacientes incluía a extração dos primeiros pré-molares superiores e inferiores. O movimento dentário com direção vestibular foi produzido nos dentes a serem extraídos através da aplicação de forças contínuas de 50 gramas, reativadas semanalmente, durante seis semanas. Ao final da aplicação da força, um arco passivo foi posicionado e mantido durante 1 a 8 semanas, com o intuito de permitir que o reparo radicular acontecesse. Após as extrações dentárias, os pré-molares foram submetidos a uma avaliação histológica que apontou uma frequência de reparo de 28% e 75%, após 1 e 8 semanas do período de contenção, respectivamente. Variações individuais foram evidentes nesta amostra.

Brudvik e Rygh (1995a) avaliaram a extensão da superfície de reabsorção radicular, bem como a transição do processo ativo de reabsorção para um processo de deposição e reparo tecidual nas lacunas de reabsorção. Animais experimentais foram utilizados num estudo que simulou o ciclo de ativação de força não reativada, entre 2 e 21 dias, para produzir o movimento dentário mesial dos molares de ratos. Os resultados deste estudo demonstram uma redução gradativa da força durante o período do experimento, principalmente após 10 dias. Áreas extensas de hialinização foram observadas após os primeiros 2 dias, as quais foram parcialmente removidas a partir do décimo dia. Reabsorções radiculares foram identificadas após 3 dias e alcançaram extensão máxima no décimo dia. As áreas de reabsorções ocorreram em local correspondente as áreas de hialinização e ao décimo quarto dia, depósitos de cemento foram

observados nas lacunas de reabsorção em áreas distantes dos tecidos de hialinização. O processo de reabsorção radicular continuou a ocorrer mesmo após a remoção total das forças nas áreas em que o tecido necrótico ainda estava presente. Os autores deste trabalho acreditam que se uma força é reativada durante a presença de tecido necrótico é provável que a reabsorção radicular continue ocorrendo, porém, o tempo necessário para que o reparo radicular aconteça entre uma ativação e outra não foi determinado.

Brudvik e Rygh (1995b) estudaram também o processo de reparo nas lacunas de reabsorção radicular de 3 animais experimentais, após a aplicação de forças ortodônticas. O movimento mesial dos molares destes animais foi obtido através da aplicação de forças e as alterações dos tecidos do ligamento periodontal e radicular avaliadas em 10, 14 e 21 dias após a aplicação de uma força inicial de 50 gramas, a qual não foi reativada. A transição do processo ativo de reabsorção para a remodelação e reestruturação dos tecidos envolvidos ocorreu mesmo na presença de uma força leve. A invasão de células semelhantes a fibroblastos e a cementogênese nos sítios de reabsorção parecem estar envolvidos na formação de novas estruturas de suporte. Após a deposição de novas camadas de cimento, o novo ligamento periodontal evidente neste estudo foi semelhante ao observado nos animais do grupo controle.

Acredita-se que o equilíbrio entre resistência e reparo das raízes possa ser alterado de forma patológica em algumas circunstâncias: em resposta a aplicação de forças pesadas durante movimentos extensos de extrusão ou através de osso denso, movimentos em direções desfavoráveis, durante o movimento de dentes com sistema de suporte comprometido por um envolvimento periodontal ou em

dentições mutiladas, quando a resistência à aplicação de forças está abaixo de um limite considerado normal (BADEN apud HARRIS et al., 1997).

2.6 VARIÁVEIS ENVOLVIDAS NA REABSORÇÃO RADICULAR

2.6.1 Fatores intrínsecos

2.6.1.1 Genética

Massler e Malone (1954) observaram a ocorrência de reabsorções radiculares em dentes permanentes de 708 indivíduos não tratados entre 12 e 49 anos e em 81 pacientes submetidos a tratamento ortodôntico. Todos os indivíduos exibiram alguma evidência de reabsorção radicular em um ou mais dentes avaliados a partir de radiografias periapicais. Os autores acreditam existir um potencial individual inerente para as reabsorções radiculares que pode variar em diferentes indivíduos.

Newman (1975) analisou os exames radiográficos de componentes da família de 17 pacientes que exibiam reabsorções severas ou moderadas, envolvendo mais do que 2 mm do comprimento radicular. A ocorrência de reabsorções radiculares em parentes dos indivíduos da amostra avaliada foi um achado comum para a maior parte das famílias estudadas. O autor acredita existir uma forte influência genética sobre a ocorrência de reabsorções radiculares; no entanto, o pequeno número da amostra observada não permitiu conclusões definitivas em relação a este aspecto.

Linge e Linge (1991) consideram as reabsorções radiculares um processo complexo. Para estes autores as forças ortodônticas aplicadas sobre o periodonto são de natureza indireta e induzem manifestações locais que dependem de uma série de reações teciduais e adaptações funcionais, as quais sofrem influencia da biomecânica, fisiologia e genética.

Harris, Kineret e Tolley (1997) acompanharam radiograficamente as alterações ocorridas nos ápices das raízes de incisivos centrais e primeiros molares superiores e inferiores de 103 pares de pacientes gêmeos, com o objetivo de testar se algum componente geneticamente transmissível relaciona-se a ocorrência de reabsorções radiculares. Todos os pacientes foram tratados por um único ortodontista através de uma mesma técnica. Os métodos de avaliação utilizados neste estudo ofereciam controle sobre algumas variáveis que pudessem interferir com os resultados, tais como: idade, sexo ou severidade da maloclusão. A quantidade de reabsorção observada neste estudo exibiu maior variação, quando indivíduos de diferentes famílias eram comparados. Níveis semelhantes de reabsorções radiculares, encontrados entre os gêmeos, sugerem a influência de um fator genético sobre a susceptibilidade às reabsorções dentárias.

2.6.1.2 Idade e Sexo

Rudolph (1940) analisou um grupo de 513 pacientes tratados ortodonticamente, com idades variando entre 8 a 79 anos, em relação à incidência de reabsorções. Os resultados deste trabalho indicam maior frequência de reabsorções para os indivíduos que em geral iniciam o tratamento ortodôntico

em idades avançadas em relação aos que o iniciam numa fase mais precoce. Além disso, foi observado que quanto mais jovens os pacientes ao início do tratamento, menor número de efeitos adversos apresentados durante tratamentos mais prolongados.

Hemley (1941) verificou em 195 casos tratados ortodonticamente uma freqüência de reabsorções de 64% para o sexo feminino e de apenas 36% no sexo masculino.

Henry e Weinmann (1951) observaram em um estudo histológico de 261 dentes de indivíduos não tratados, maior distribuição de áreas de reabsorções em indivíduos com mais idade, ao comparar dois grupos de idades diferentes, variando entre 16 a 32 anos e 33 a 58 anos. Os indivíduos com mais idade exibiram quase duas vezes mais áreas de reabsorções. Variações individuais foram encontradas sugerindo a presença de outros fatores além da idade.

Massler e Malone (1954) acompanharam radiograficamente 708 pacientes entre 12 e 19 anos e os resultados de suas observações revelam uma média de 16 dentes com reabsorções por indivíduo. Diferenças estatisticamente não significativas em relação ao número de dentes afetados por indivíduo foram encontradas entre os sexos; no entanto, maior freqüência e severidade das reabsorções foram encontradas em indivíduos de idade mais avançada.

Phillips (1955) analisou sessenta e dois casos, 39 mulheres e 23 homens tratados ortodonticamente, que exibiram reabsorções radiculares após o tratamento ortodôntico com aparelhos *edegewise*. As mulheres exibiram maior variação entre os resultados obtidos, apresentando a maior e a menor quantidade de reabsorção. Entretanto a média de redução do comprimento radicular para

ambos os sexos foi semelhante, de 1,4 mm. A média de idade dos pacientes foi de 13,7 e as idades variaram entre 10,75 a 18,5 anos. Nenhuma correlação foi encontrada entre as reabsorções e as idades dos pacientes.

Reitan (1974) considera que as características anatômicas em pacientes jovens são importantes fatores relacionados a maior proteção contra as reabsorções radiculares. A presença de pré-dentina, que não é atacada pelas células de reabsorção, pode evitar danos a superfície radicular quando o movimento dentário é realizado antes da completa formação radicular. Contudo, diversos fatores mecânicos devem ser considerados.

Harris e Baker (1990) conduziram um estudo comparativo das alterações observadas em relação ao comprimento radicular e altura das cristas ósseas, em um grupo de 59 pacientes. Registros radiográficos de 30 pacientes adultos e 29 adolescentes foram selecionados e apresentavam algumas características em comum: maloclusões Classe II, 1^a divisão de Angle; sexo feminino; radiografias cefalométricas e panorâmicas pré e pós-tratamento disponíveis; dentes permanentes presentes ao início do tratamento (exceto terceiros molares); e foram submetidos ao mesmo regime de tratamento e finalizados em Classe I de caninos e molares. O comprimento radicular de caninos e incisivos de ambos os arcos foi avaliado a partir de radiografias cefalométricas, enquanto que o comprimento radicular dos molares foi avaliado nas radiografias panorâmicas. Os resultados indicam que os pacientes adultos apresentavam raízes mais curtas e recessões alveolares maiores do que os adolescentes antes mesmo do início do tratamento ortodôntico. Ao final deste, os pacientes adultos apresentavam maior perda óssea; entretanto, as alterações radiculares foram semelhantes para todos

os pacientes, alcançando em média 1,0 -1,5 mm, sendo estas mais expressivas nos incisivos centrais superiores.

Para Reitan e Rygh (1996), as espessas camadas de cimento e as fortes fibras apicais da raiz observadas em indivíduos adultos podem influenciar o movimento dentário. O terço apical da raiz está ancorado firmemente nestes pacientes e durante o movimento de inclinação prolongado o dente poderá agir como uma alavanca e sofrer reabsorção apical. A aplicação de forças leves pode evitar este problema. O movimento dentário em adultos requer cuidados principalmente no estágio inicial e o estresse oclusal deve ser evitado.

Ritter et al (1999) sugere que o estágio mais avançado de formação radicular no sexo feminino em relação ao masculino no período do surto de crescimento, quando se iniciam muitos tratamentos ortodônticos, seja um fator que aumenta a predisposição às reabsorções nas mulheres.

De acordo com Ruellas e Bolognese (2000), o ligamento periodontal torna-se menos vascularizado, aplástico e mais estreito com o aumento da idade. Além disso, o osso torna-se mais denso, avascular e aplástico e o cimento mais espesso. Tais mudanças podem estar associadas a maior susceptibilidade às reabsorções em indivíduos adultos.

2.6.1.3 Características morfológicas dentárias

Após o estudo detalhado de pacientes que apresentaram severas reabsorções após movimento ortodôntico, McFadden et al (1989) concluíram que

a presença de dentes com raízes curtas ou em forma de “gargalo de garrafa” nas radiografias iniciais, bem como evidências de reabsorções prévias, pode estar relacionada à tendência para reabsorções severas nestes pacientes ao final do tratamento.

Hendrix et al (1994) avaliaram um número de 153 pacientes tratados ortodonticamente, com idades entre 10 e 28 anos, os quais foram divididos em dois grupos de acordo com o estágio de formação radicular ao início do tratamento. O objetivo deste estudo foi determinar a quantidade de reabsorção radicular nos dentes posteriores através de radiografias panorâmicas. O grupo A consistiu de pacientes com raízes incompletamente formadas, exceto os primeiros molares permanentes; no grupo B foram incluídos pacientes com raízes completamente formadas, exceto os segundo e terceiros molares. Ao final do tratamento o comprimento radicular dos pacientes do grupo A foi semelhante ao observado nas radiografias iniciais dos pacientes do grupo B. Uma redução significativa do comprimento radicular foi observada para o grupo B, enquanto que um alongamento radicular foi observado para o grupo A durante a fase ativa do tratamento, embora o comprimento normal das raízes não tenha sido alcançado. Os resultados obtidos não sofreram influência de outros fatores tais como: idade, sexo, tempo de tratamento e realização de extrações.

Mirabella e Artun (1995b), após examinar radiografias periapicais pré e pós-tratamento de 343 pacientes com média de idade de 34 anos (variando entre 20 a 70 anos), submetidos a tratamento ortodôntico por aproximadamente 2 anos, concluíram que é possível que a presença de raízes longas, estreitas ou dilaceradas, bem como a extensão do movimento dentário, funcionem como

fatores de risco para as reabsorções radiculares em incisivos centrais superiores. A análise de regressão linear utilizada neste estudo não revelou nenhuma associação para outras variáveis estudadas: *overjet*, *overbite*, traumas, idade, tipo de maloclusão, tempo de tratamento, hábitos e utilização de arcos retangulares. Os autores acreditam que seja necessário aplicar forças de maior intensidade para movimentar dentes com raízes longas e sugerem ter sido este o motivo para a maior frequência de reabsorções encontrada em tais dentes neste estudo.

Kjaer (1995) avaliou exames radiográficos iniciais e finais de pacientes com severas reabsorções ao final do tratamento ortodôntico e constatou a presença de algumas características morfológicas que parecem estar associadas a maior tendência à reabsorção radicular, dentre elas: dentes invaginados, taurodontia e raízes curtas. Evidências de reabsorção dos segundos molares e caninos decíduos superiores, durante a erupção dos primeiros molares e incisivos laterais superiores permanentes, respectivamente, também exibiram correlações com as reabsorções na dentição permanente após o tratamento ortodôntico. Indivíduos do sexo feminino mostraram-se mais susceptíveis às reabsorções neste estudo.

Uma amostra de 400 pacientes tratados ortodonticamente, selecionada aleatoriamente, foi utilizada por Taithongchai, Sookkorn e Killiany (1996) para a pesquisa de algum fator que pudesse estar associado às reabsorções dentárias. A forma e comprimento da raiz não exibiram correlações estatisticamente significantivas com as alterações do tamanho radicular ao final do tratamento. Embora neste estudo não tenha havido correlação entre raízes curtas e reabsorções radiculares, os autores acreditam que quando estas acontecem em tais dentes, o comprometimento dentário pode ser mais significativo.

Levander, Bajka e Malmgren (1998) avaliaram radiograficamente dois grupos de pacientes tratados ortodonticamente com aparelhos fixos *straight wire*, ao terceiro e sexto meses de tratamento. Dois métodos de diagnóstico radiográfico foram utilizados: digital e convencional. Ao início do tratamento, uma amostra de 92 incisivos superiores de 45 pacientes foi dividida em dois grupos, de acordo com a forma radicular observada nas radiografias iniciais. O grupo I era composto por 56 dentes com anatomia radicular normal e o grupo II apresentava 36 dentes com formas alteradas, incluindo arredondamento apical ou raiz em forma de pipeta. Em ambos os grupos foram verificadas reabsorções radiculares menores do que 0,5 mm aos 3 meses de tratamento. Após este período, o número de reabsorções aumentou em ambos os grupos; entretanto, maiores alterações foram observadas no grupo II.

Thongudompor e Freer (1998) investigaram a relação entre alterações da morfologia dentária e reabsorções radiculares em 111 pacientes com média de idade de 13,2 anos, tratados ortodonticamente com aparelhos fixos de Begg ou *edgewise*, durante aproximadamente 19,7 meses. A reabsorção radicular avaliada a partir de radiografias panorâmicas ocorreu em 97,3% da amostra. Um total de 1.630 dentes foi avaliado, dentre eles 9,6% não tiveram reabsorções, 26,3% apresentaram apenas arredondamento apical, 52% exibiram reduções de até 2 mm do comprimento radicular, 9,3% mostraram reduções de até um terço do comprimento original e apenas 2,8% dos dentes exibiram reabsorções severas que envolviam mais de um terço da raiz. Em relação aos dentes com morfologia normal, o grau de reabsorções radiculares foi maior nos dentes invaginados, raiz

em forma de pipeta, curtas ou arredondas. Variáveis como tempo de tratamento, idade ao início do tratamento ou tipo de maloclusão não foram associadas às reabsorções.

Lee, Artun e Alonzo (1999) verificaram a possibilidade das anomalias dentárias constituírem fatores de risco para as reabsorções radiculares, através da avaliação de exames radiográficos, pré e pós-tratamento, de 84 pacientes que exibiam pelo menos um tipo de anomalia, os quais foram comparados com os registros 84 pacientes com características morfológicas normais. Dentre as anomalias encontradas nesta amostra estavam: incisivos laterais conóides, dentes invaginados, taurodontia e raízes curtas. Os pacientes foram selecionados de acordo com o sexo, idade, classificação da maloclusão, realização de extrações, *overbite*, *overjet* e tempo de tratamento. Nenhuma diferença estatisticamente significativa intergrupos, em relação à quantidade de reabsorção experimentada, foi identificada nesta amostra.

Sameshima e Sinclair (2001a) analisaram as radiografias periapicais de 868 pacientes tratados com aparelhos total fixo tipo *edgewise*, em relação à presença de reabsorções radiculares nos arcos superior e inferior, do primeiro molar direito ao esquerdo. Os dentes mais severamente afetados apresentavam forma radicular anormal como raiz em forma de pipeta, raízes pontiagudas ou dilaceradas. Não houve diferença em relação à incidência ou severidade das reabsorções entre indivíduos de diferentes sexos nesta amostra.

2.6.1.4 Anomalias da dentição

Rygh (1977) relatou que dentes impactados ou dentes permanentes com trajetos anormais de erupção podem causar reabsorções patológicas de outros dentes permanentes e, freqüentemente, os incisivos laterais superiores podem sofrer reabsorções causadas pelo desvio de erupção dos caninos adjacentes.

Shafer, Hine e Levy (1987) observaram que dentes inclusos no osso sofrem reabsorção da coroa ou raiz ocasionalmente. A freqüência de reabsorções em caninos superiores inclusos é mais alta do que para os terceiros molares superiores e inferiores intra-ósseos, apesar dos molares exibirem maior incidência de inclusão. Assim como os caninos superiores, os dentes supranumerários inclusos também estão sujeitos à reabsorção. Os dentes inclusos podem ainda causar reabsorções das raízes dos dentes adjacentes sem que eles próprios sofram reabsorção.

A presença de dentes inclusos foi apontada por Linge e Linge (1991) como um fator de risco para as reabsorções radiculares não apenas pela possibilidade de causar danos aos dentes adjacentes, numa situação em que apresenta erupção ectópica, mas também pela ancoragem que oferece durante a aplicação de forças extrusivas para o seu tracionamento; o que implica numa resultante de forças intrusivas nos dentes adjacentes e em um tratamento mais longo.

Kjaer (1995), no intuito de identificar anomalias da dentição que pudessem estar associadas à ocorrência de reabsorções, avaliou exames radiográficos pré-tratamento de pacientes que exibiam severas reabsorções após a terapia

ortodôntica. A partir dessa investigação, observou-se uma frequência maior de reabsorções radiculares em casos que apresentavam agenesias dentárias.

Levander, Malmgren e Stenback (1998) relataram que o grau de reabsorção apical é significativamente maior em casos que exibiam ausências múltiplas, de 4 a 16 dentes ausentes, quando comparados com casos onde apenas poucos dentes estavam ausentes, 1 a 3 dentes.

2.6.1.5 Estrutura facial e alveolar

Becks e Cowden (1942) consideram freqüente a ocorrência de reabsorções radiculares resultantes de traumas, estresse funcional excessivo ou pressões. Forças mecânicas excessivas aplicadas durante o tratamento ortodôntico, especialmente quando os dentes são movimentados contra as placas corticais de osso denso, podem produzir processos de reabsorções suaves e, algumas vezes, extremos.

Ten Hoeve e Mulie (1976) reuniram vinte e três pacientes entre 11 e 15 anos, que apresentavam malocclusões de Angle Classe II, 1^a e 2^a divisão, ANB variando entre 4 a 10 graus, tratados ortodonticamente através da técnica de Begg e submeteram todos os pacientes a uma avaliação laminográfica para o estudo da região anterior do arco superior, durante 5 anos. Através da laminografia, a visualização das estruturas foi facilitada, pois a incidência dos raios X em uma menor área eliminou a sobreposição da imagem de várias estruturas. O movimento dos incisivos superiores contra a cortical palatina

resultou em reabsorções óssea e radicular significantes. Recidiva do torque radicular dos incisivos foi verificada à medida que ocorria remodelação da cortical óssea.

Wainwright (1973) avaliou histologicamente as alterações produzidas na superfície radicular de animais experimentais, depois de obtido movimento dentário em direções opostas. Inicialmente os pré-molares destes animais foram movimentados através da cortical óssea da face vestibular e mantidas nesta posição durante 4 meses. Após esta primeira fase de contenção, os pré-molares foram movimentados de volta a suas posições iniciais, desta vez através do osso parcialmente reabsorvido. Os dentes foram mantidos nesta posição durante 3 meses, quando então foram extraídos. Os resultados deste estudo revelam a presença de reabsorções radiculares nas faces vestibulares e linguais, com maior severidade em direção ao ápice radicular dos pré-molares. A extensão das reabsorções observadas nas diferentes faces radiculares foi semelhante, tal fato levou o autor a sugerir que a densidade do osso, através do qual o dente é movimentado, teve pouca influencia sobre a quantidade das alterações radiculares observadas neste estudo. O autor acredita que o estímulo para a reabsorção possa estar relacionado ao estresse causado sobre o ligamento periodontal durante a aplicação de forças ortodônticas e, dessa forma, o movimento de translação seria o mais indicado para minimizar os efeitos sobre o periodonto após a aplicação de forças. Áreas de reparo radicular foram observadas durante as fases de contenção em todas as faces radiculares.

Para Reitan e Rygh (1996), quando as camadas de cementóide e pré-dentina são bastante espessas, é pouco provável que ocorram reabsorções

radiculares num período de três a quatro semanas. As estruturas periodontais nos adultos, particularmente as placas ósseas e vestibular e lingual, são compostas por osso laminado denso e espaços medulares pequenos. Nas áreas interseptais existe maior quantidade de osso esponjoso e isto favorece o movimento dentário numa direção mesiodistal em relação ao vestibulo-lingual.

A hipótese de que a largura do osso alveolar, avaliada a partir de radiografias cefalométricas de perfil na região de incisivos superiores, pudesse influenciar a quantidade de reabsorção radicular não foi confirmada por Taithongchai, Sookkorn e Killiany (1996). Os resultados de um estudo de 400 pacientes com idade média de 14 anos exibiram apenas fracas correlações, que não foram suficientes para predizer algum efeito adverso sobre as raízes dentárias. Conclusões semelhantes se aplicam aos resultados obtidos em relação as diferentes estruturas faciais avaliadas, tais como; posição das bases ósseas em relação à base do crânio, relação das bases ósseas entre si, grau de protrusão e inclinação dos incisivos superiores e altura facial anterior.

Handelman (1996) determinou a largura alveolar na região vestibular e lingual dos incisivos inferiores e superiores a partir de radiografias cefalométricas obtidas de 107 pacientes acima de 19 anos, 30 homens e 77 mulheres, com o objetivo de identificar alguma relação com as reabsorções radiculares. Maloclusões de Classe I, II e III de Angle que exibiam ângulos maiores do que 39° entre o plano mandibular e a linha sela-násio e casos de Classe III de Angle, com ângulos variando de 30° a 37° , apresentaram largura alveolar reduzida tanto na região vestibular quanto lingual dos incisivos inferiores. Reduções da largura alveolar na lingual dos incisivos superiores foram também encontradas nas

maloclusões de Classe II de Angle, que exibiam ângulos maiores do que 39°. Para os pacientes com largura alveolar reduzida, a análise das radiografias periapicais finais exibiu correlações entre os efeitos adversos observados nas raízes dentárias e o tratamento ortodôntico e isto sugere haver limitações para o movimento ortodôntico nestas situações.

Horiuchi, Hotokezaka e Kobayashi (1998) acompanharam radiograficamente 146 pacientes submetidos a tratamento ortodôntico, com o intuito de avaliar alguma correlação entre a proximidade radicular com as corticais e as reabsorções radiculares resultantes do alinhamento e nivelamento dos incisivos superiores. A amostra de pacientes foi classificada em grupos de acordo com o sexo, tipo de maloclusão e realização de extrações. De forma a eliminar algumas variáveis, neste estudo foram incluídos apenas pacientes sem história de doenças ou problemas sistêmicos, traumas, tratamento endodôntico, dentes impactados ou tratamentos cirúrgicos. Os resultados deste estudo indicam que movimentos de extrusão e excessiva retração de incisivos podem produzir uma aproximação entre a raiz destes dentes e a cortical óssea palatina, induzindo maiores danos às estruturas radiculares. É sugerida uma predisposição maior para esta aproximação em indivíduos que apresentam largura do osso alveolar reduzida na região de incisivos.

2.6.1.6 Fatores sistêmicos

Becks e Cowden (1942) relatam que alguns distúrbios sistêmicos parecem influenciar a ocorrência de reabsorção óssea e radicular. Um número de 26

pacientes submetidos a tratamento ortodôntico com aparelhos tipo *ribbon arch* exibiram evidências radiográficas de reabsorções radiculares numa frequência de 23,12%, durante os primeiros 6 meses de tratamento; e de 96,2% ao final deste. O tempo total de tratamento foi de 1 a 4 anos e a idade dos pacientes variou entre 9 e 24 anos. Uma avaliação médica revelou a presença de distúrbio glandular e defeitos no sistema circulatório em alguns pacientes. O metabolismo basal de 10 pacientes mostrou-se abaixo dos valores normais e em alguns casos foi confirmado o diagnóstico de hipotireoidismo, enquanto que para outros uma deficiência nutricional foi observada. 73,08% dos pacientes que exibiram alterações ósseas, como a osteoporose, apresentaram evidências radiográficas de atrofia da crista óssea alveolar e reabsorções radiculares mesmo antes do tratamento e, além disso, desenvolveram múltiplas reabsorções nos primeiros seis meses de tratamento.

Segundo Moyers (1991), o metabolismo ósseo alterado pode comprometer a realização do tratamento ortodôntico. Pacientes com uma produção acentuada de tecido osteóide reabsorvem o osso alveolar com grande dificuldade, nestes casos, a aplicação de forças ortodônticas para produção de movimento dentário poderá levar a reabsorções radiculares.

Lakatos, Mong e Stern (1991) relatam que o nitrato de gálio tem sido utilizado no tratamento da hipercalcemia e possivelmente esta substância seja incorporada aos cristais de hidroxiapatita do osso, reduzindo sua reabsorção. A liberação de cálcio do osso, estimulada pelo paratormônio, bem como a atividade da interleucina - 1β , também foram inibidas quando esta substância foi administrada em animais de laboratório.

Silva Filho et al (1993) observaram que existe um certo receio dos ortodontistas em relação aos esteróides anabolizantes e aos hormônios sexuais, pois parecem estimular de alguma forma o processo de reabsorção radicular conseqüente à mecanoterapia ortodôntica.

Kameyama, Nakane e Maeda et al (1994) consideram poucas as informações a respeito do efeito de drogas anti-inflamatórias não esteróides no processo de reabsorção radicular descritas na literatura, embora tenha sido registrado seu efeito inibitório sobre a reabsorção óssea. A prescrição do anti-inflamatório não esteróide, a aspirina, é bastante comum na prática médica e a administração deste fármaco inibiu a atividade odontoclástica em animais de laboratório em resposta a uma injúria mecânica causada aos tecidos periodontais. As lacunas de reabsorção verificadas nos animais que receberam doses deste anti-inflamatório foram menores em extensão e continham poucos odontoclastos. O mecanismo pelo qual a reabsorção radicular foi inibida envolve um processo ainda não identificado.

Davidovitch (1995) observou que dois pacientes que apresentavam condições patológicas como gengivite crônica e episódios periódicos de reação alérgica desenvolveram reabsorções radiculares severas após tratamento ortodôntico. Os autores acreditam existir alguma relação entre condições patológicas de natureza inflamatória e as reabsorções radiculares, uma vez que monócitos circulantes do paciente com gengivite crônica liberaram espontaneamente a interleucina 1 quando cultivados *in vitro*. O sistema imune de pacientes alérgicos pode tornar-se hiper-reativo e liberar inúmeros fatores mediadores da inflamação frente a um processo inflamatório. As reações que se

processam nos tecidos periodontais após a aplicação de forças ortodônticas são de natureza inflamatória; entretanto, a resposta do sistema imune de pacientes com condições locais ou sistêmicas de natureza inflamatória pode aumentar o risco individual às reabsorções radiculares.

Rossi, Whitcomb e Lindenmann (1996) incubaram monócitos de seres humanos em meios distintos, com várias concentrações dos hormônios L-tiroxina (T4) e tirocalcitonina (TCA). Ambos os hormônios, em particular o T4 em baixas concentrações, estimularam a produção da interleucina - 1 β a partir dos monócitos; entretanto, altas concentrações deste hormônio produziram efeitos contrários. O mecanismo exato pelo qual o hormônio estimula a produção da interleucina - 1 β não foi determinado e os autores acreditam que provavelmente isso ocorra a partir de alguns receptores presentes na superfície dos monócitos. A liberação do fator α de necrose de tumor (TNF- α) não sofreu influência em qualquer concentração dos hormônios. Os autores sugerem que a reabsorção radicular pode ser resultado da liberação de altos níveis de interleucina - 1 β e de TNF - α .

Zhou, Huges e King (1997) estudaram o efeito da indometacina sobre a atividade dos osteoclastos e a reabsorção radicular através de um estudo em animais experimentais, acreditando existir uma capacidade de inibição da síntese de prostaglandinas a partir deste anti-inflamatório não esteróide. Aparelhos ortodônticos foram adaptados para produzir movimento mesial dos molares de 95 ratos, através de uma força de 40 gramas, o qual foi reativado com a mesma força após os primeiros 4 dias, quando então a amostra foi dividida em dois grupos: um grupo controle e um segundo grupo que recebeu aplicação

subcutânea de indometacina. Os ratos foram sacrificados 1, 3, 6 e 10 dias após a aplicação da força inicial. A extensão do movimento dentário verificada ao terceiro dia foi semelhante entre os grupos, entretanto, após a reativação da força, o grupo controle exibiu maior extensão de movimento dentário somente depois do décimo dia, enquanto que no grupo que recebeu doses de indometacina este resultado não foi verificado. Diferenças em relação à reabsorção radicular não foram verificadas nos primeiros 10 dias. Após este período, o grupo teste apresentou reabsorções radiculares duas vezes mais extensas do que no grupo controle, nas áreas de compressão. Os autores acreditam que a indometacina possa inibir o recrutamento de osteoclastos para as áreas de compressão, após a aplicação de forças ortodônticas, entretanto, não parece influenciar a atividade dos osteoclastos já presentes na área de compressão. Além disso, sugerem existir resposta diferenciada entre osteoclastos e odontoclastos após a aplicação da indometacina, o que poderia explicar o aumento das áreas de reabsorções radiculares no grupo teste.

Laino e Melsen (1997) recomendam um acompanhamento médico para normalização das taxas de hormônios em pacientes com condições sistêmicas alteradas, como o hipotireoidismo, pelo menos um ano antes do início do tratamento ortodôntico.

Ruellas (1999) observou que a aplicação de anovulatórios (progesterona e estrógeno) em animais de laboratório resulta em um aumento das lesões de reabsorção radicular após o movimento dentário.

Ong, Walsh, Harbrow et al (2000) relatam que os esteróides sintéticos são normalmente utilizados como agentes anti-inflamatórios ou imunossupressores

durante o tratamento de patologias crônicas, no entanto, apresentam alguns efeitos adversos sobre as estruturas ósseas quando administrados por períodos prolongados. A administração de 1mg/kg do esteróide prednisolona em animais de laboratório, durante 12 dias, mostrou-se eficiente em inibir a reabsorção radicular, ao tempo em que, não interferiu na quantidade do movimento dentário observado em relação ao grupo de animais que não recebeu o esteróide. Os autores acreditam ter havido um efeito supressor da atividade de inflamação, normalmente envolvida durante o movimento dentário, o que facilitou o processo de reparo.

Derech (2000) observou as alterações histológicas no periodonto de animais de laboratório em condições de hipotireoidismo. Para o autor, a redução da taxa de movimentação dentária encontrada neste estudo sugere que seja necessário um maior número de ativações do aparelho. Além disso, a falta do hormônio tireoidiano pode ser fator predisponente às reabsorções radiculares, uma vez que esta esteve presente em animais com hipotireoidismo independente da movimentação dentária.

De acordo com Paiva (2001), algumas condições sistêmicas e a administração de agentes farmacológicos, comumente utilizados na Medicina, podem interferir no mecanismo de ação de algumas substâncias reguladoras do metabolismo ósseo e remodelação dos tecidos de sustentação dos dentes durante o movimento dentário ortodôntico. O efeito da administração de uma droga sedativa, o Diazepam, sobre as alterações clínicas e teciduais decorrentes do movimento dentário foi avalizado em animais laboratoriais. Os resultados deste estudo indicam alterações teciduais caracterizadas por reabsorção óssea

acelerada no lado de pressão; diminuição da aposição óssea; desorganização do ligamento periodontal, bem como inibição da sua formação devido à destruição dos fibroblastos; e maior atividade de reabsorção radicular nos animais que receberam doses de Diazepam quando comparados aos animais que não receberam o medicamento. A autora sugere maiores cuidados durante a movimentação dentária ortodôntica em pacientes usuários destas drogas através da utilização de forças leves e interrompidas, com períodos de ativação e contenção prolongados, bem como o acompanhamento radiográfico constante.

2.6.1.7 Tipo de maloclusão

Newman (1975) observou que um grupo de 47 pacientes com evidência radiográfica de reabsorções maiores do que 2 mm também apresentavam alta frequência de mordida aberta. O autor sugere que a função muscular alterada da língua, nestes casos, pode causar reabsorções idiopáticas. Pacientes que apresentaram rotações dentárias, mordidas cruzadas ou carga oclusal aumentada (facetadas de desgastes) não exibiram a mesma relação com as reabsorções.

Linge e Linge (1991) consideram o *overjet* aumentado um fator de risco para as reabsorções dentárias pelos seguintes motivos: aumenta as chances de trauma e normalmente requer tratamento ortodôntico fixo utilizando arcos retangulares com torques ativos e elásticos com orientação de Classe II; todos são fatores associados às reabsorções. Quando a correção do *overjet* foi realizada através de ativadores e, posteriormente, com aparelhos fixos, reduzindo

assim a utilização de arcos retangulares e elásticos com orientação de Classe II, as reabsorções não foram evidentes.

Harris e Butler (1992), considerando a importância clínica de identificar pacientes que apresentam fatores de risco para reabsorções radiculares, conduziram um estudo clínico com o intuito de encontrar correlações entre tais fatores e as reabsorções. Um total de 64 pacientes que apresentavam mordida aberta e sobremordida exagerada foram avaliados radiograficamente. A partir dos resultados encontrados, os autores concluem existir correlações significativas entre as reabsorções radiculares e as maloclusões severas, dentre elas: inclinação exagerada do plano palatal e plano oclusal, grande discrepância entre as bases ósseas e *overjet* acentuado. Raízes que apresentam reabsorções evidentes antes do tratamento também foram consideradas como fatores de risco, no entanto, o grau de reabsorções em resposta a aplicação de forças ortodônticas foi semelhante para os diferentes tipos de maloclusão.

Harris, Hassankiadeh e Harris (1993) utilizaram diferentes tipos de maloclusão de Angle tratadas ortodonticamente, incluindo 24 casos de Classe I, 34 de Classe II e 21 casos de Classe III, para testar a influência das variações na angulação coroa/raiz sobre a ocorrência de reabsorções. Os resultados deste estudo mostram que existe uma tendência dos casos de Classe III a apresentarem um ângulo menor em relação aos casos de Classe I ou II. Os autores especulam que a menor angulação seja o resultado de um desvio radicular para lingual durante a erupção dentária, especialmente nos casos em que a maxila encontra-se constricta no arco inferior e, com isso, aumentam os riscos de reabsorções durante os movimentos de intrusão, extrusão e torque, em

função da maior proximidade com as corticais. A frequência de reabsorções nestes pacientes aumentou de 38% para 99% após o tratamento ortodôntico e nenhuma influência previsível do tipo de maloclusão foi verificada nesta amostra.

Sameshima e Sinclair (2001a) relatam existir correlação entre *overjet* acentuado e maior quantidade de reabsorções radiculares envolvendo os incisivos superiores.

2.7.2 Fatores extrínsecos

2.7.2.1 Nutrição

Marshall (1935) observou as reabsorções radiculares após o movimento dentário realizado em animais de laboratório. Os resultados obtidos para os dois grupos de animais, divididos de acordo com o tipo de dieta, foram comparados. A análise dos resultados revela maior comprometimento radicular nos animais que tiveram restrições alimentares em relação ao grupo que recebeu todos os nutrientes necessários.

Goldie e King (1984) realizaram testes experimentais em 25 ratos alimentados com dieta pobre em cálcio desde o dia do nascimento até a fase jovem. Dez animais serviram como controle e receberam dieta normal. Os animais receberam aparelhos ortodônticos para produção de movimento mesial dos primeiros molares. Uma força inicial de 60 gramas foi aplicada para produzir o movimento desejado e não houve reativação durante o período experimental.

Alguns dias após a aplicação da força (1, 4, 7, 10 e 14 dias) os animais foram sacrificados para a análise do movimento produzido, perda de mineral e as reabsorções radiculares foram avaliadas através da microscopia eletrônica. Os resultados encontrados entre os diferentes grupo foram comparados. Os animais que receberam dieta deficiente apresentaram uma perda significativa de mineral, que os autores acreditam ser o resultado de uma osteoporose mediada pelo aumento da atividade osteoclástica. O movimento dentário foi mais rápido nos animais que receberam dieta pobre em cálcio, entretanto, a reabsorção radicular não foi maior neste grupo. Os autores sugerem que apesar de terem sido observados efeitos consistentes do aumento da secreção do hormônio da paratireóide, este não é o principal fator envolvido nas reabsorções radiculares verificadas nos animais que receberam dieta pobre em cálcio. No entanto, as observações são consistentes com um aumento na remodelação e menor densidade óssea, o que permitiu menor alteração radicular neste grupo.

Engström, Granstöm e Thilander (1988) apresentaram resultados de estudos sobre o metabolismo tecidual, os quais indicam que ratos alimentados com dieta pobre em cálcio exibem maior atividade da fosfatase alcalina ao nível sérico. A quantidade de hormônios da paratireóide foi maior nestes ratos se comparados ao grupo que recebeu uma dieta adequada. A extensão do movimento dentário obtido foi maior nos ratos com dieta deficiente, após a aplicação de forças moderadas. A partir de análises bioquímicas e observações morfológicas, foi notado um aumento na ocorrência e severidade de reabsorções radiculares associado a maior alteração óssea. Lacunas de reabsorções radiculares foram observadas em toda a amostra nas áreas de compressão do ligamento periodontal que eram acompanhadas por uma atividade de degradação

e reabsorção óssea. Maior severidade de reabsorção foi encontrada em condições de hipocalcemia. A ocorrência dessas áreas de reabsorção foi associada à maior atividade de remodelação óssea e ao aumento dos níveis do paratormônio.

2.7.2.2 Hábitos

Odenrick e Brattström (1985) avaliaram os possíveis efeitos da onicofagia sobre as reabsorções dentárias, a partir da observação de indivíduos que receberam tratamento ortodôntico, os quais foram subdivididos em dois grupos: com e sem hábito (onicofagia). A distribuição da reabsorção apical, entre os incisivos e caninos de ambos os arcos, foi maior entre os indivíduos que apresentavam o hábito de roer unhas. Nenhuma associação foi encontrada entre a quantidade de movimento dentário e reabsorção dentária nesta amostra. Foi encontrada uma correlação positiva entre o tempo de tratamento e reabsorções radiculares, sendo que as alterações mais severas ocorreram entre os indivíduos portadores do hábito, antes e depois do tratamento ortodôntico.

De acordo com Linge e Linge (1991) a disfunção relacionada à atividade da língua e lábio é considerada causa e resultado da presença de um *overjet* aumentado. A provável influência deste fator sobre as reabsorções radiculares é de natureza indireta, quando através da manutenção de um *overjet* aumentado; ou direta, uma vez que requer a movimentação dentária para a correção da maloclusão causada. A presença de um *overjet* acentuado foi considerada uma variável associada à ocorrência de reabsorções de acordo com os resultados

observados em 485 pacientes, entre 11 e 25 anos, submetidos a tratamento ortodôntico. A persistência da disfunção entre lábio e língua após o tratamento ortodôntico pode provocar reabsorções radiculares devido ao constante trauma a que submete as estruturas dentárias.

A hipótese de que a força exercida pela língua sobre os incisivos centrais provoca uma reação das células de reabsorção óssea e dentária, em pacientes que apresentam mordida aberta, foi confirmada por Harris e Butler (1992), baseados nos resultados encontrados após avaliação de 32 pacientes com mordida aberta e de 32 pacientes com sobremordida exagerada. As radiografias iniciais destes pacientes revelam maior frequência de reabsorções radiculares e redução da crista óssea nos pacientes com mordida aberta. Durante o tratamento ortodôntico, tais alterações foram semelhantes para os dois tipos de maloclusão. Entretanto, foi observado a continuidade do processo de reabsorção ao final da fase ativa de tratamento nos pacientes com mordida aberta. Os autores sugerem que as forças musculares exercidas neste tipo de maloclusão são destrutivas em relação à integridade radicular e, portanto, devem ser reconhecidas e interceptadas o mais cedo possível.

Para Reitan e Rygh (1996), nas situações em que existe uma tendência à reabsorção radicular, a presença de algum problema funcional, como a projeção de língua, pode exacerbar esta tendência.

Odebrecht e Canto (2001) encontraram reabsorções radiculares extensas nos pré-molares e incisivos centrais superiores, como também no segundo pré-molar inferior do lado esquerdo, em uma paciente de 41 anos nunca submetida a tratamento ortodôntico. O exame clínico revelou a presença de mobilidade

aumentada no pré-molar inferior e ao exame funcional nenhuma interferência oclusal. Entretanto, a paciente apresentava deglutição e fonação atípicas e relatou o hábito de apertar os dentes. Distúrbios sistêmicos foram descartados após avaliação dos resultados dos exames médicos. A pressão excessiva exercida pela língua e o hábito de apertamento dos dentes foram considerados fatores etiológicos das reabsorções observadas, uma vez que, foi observada a descontinuidade do processo de reabsorção após eliminação dos hábitos, através do uso de placas oclusais e tratamento fonoaudiológico.

2.7.2.3 Traumas e tratamento endodôntico

De acordo com Phillips (1955), dentes traumatizados são mais propensos a desenvolver reabsorções radiculares quando movimentados ortodonticamente.

Wickwire et al (1974) avaliaram os efeitos da movimentação ortodôntica em 53 dentes tratados endodonticamente através de radiografias periapicais. A maior parte dos pacientes avaliados incluía crianças com história de trauma, sendo que em metade destes casos, os traumas resultaram em fraturas radiculares. Todos os dentes foram pulpectomizados e alguns necessitaram de ressecções radiculares adicionais. O tratamento ortodôntico conduzido na maioria dos pacientes foi do tipo fixo total e realizado através das técnicas de Begg ou *edegwise*, exceto em dois pacientes, nos quais a montagem do aparelho não incluiu todos os dentes. Os resultados deste estudo indicam que os dentes tratados endodonticamente podem ser movidos ortodonticamente de forma tão eficiente quanto os dentes vitais, entretanto, exibiram maior frequência de

reabsorções radiculares. Os vários tipos de traumas registrados; fratura, intrusão, extrusão e reimplante; parecem ter induzido este resultado. O tipo de mecanoterapia empregada, a extensão do movimento dentário, tempo de tratamento e complexidade da maloclusão não influenciaram os resultados obtidos.

Após o movimento ortodôntico, Malmgren et al (1982) compararam o grau de reabsorção radicular em dentes traumatizados com o comportamento dos dentes não traumatizados do mesmo paciente e com os dentes de um grupo de pacientes sem história de trauma. As comparações intra e interindividual não revelaram existir maior tendência para reabsorções dentárias para os dentes que sofreram traumas prévios leves ou moderados. Entretanto, dentes severamente traumatizados com sinais de reabsorção progressiva antes do tratamento ortodôntico sofreram mais reabsorção durante o movimento dentário. A utilização de forças leves parece minimizar os efeitos adversos nestes dentes e o tratamento endodôntico antes do movimento ortodôntico, bem como um acompanhamento radiográfico até que a reabsorção seja interrompida, pode ser benéfico nestes casos.

Spurrier et al (1990) acompanharam radiograficamente 43 pacientes que apresentavam tratamento endodôntico em um ou mais incisivos superiores, antes e após a movimentação dentária ortodôntica. Os incisivos vitais do hemiarco oposto de um mesmo paciente serviram como controle. Reabsorções radiculares foram mais freqüentes nos dentes vitais (67%) e um número significativamente maior de indivíduos do sexo masculino foi encontrado em relação à freqüência de

reabsorções nos dentes vitais. Tais diferenças em relação ao sexo não foram aparentes para os incisivos tratados endodonticamente.

Linge e Linge (1991) relatam que a história progressiva de traumas em incisivos superiores, um ano antes do início da terapia ortodôntica, pode ser considerada um fator altamente correlacionado com o aumento de reabsorções radiculares durante o tratamento ortodôntico.

Mirabella e Artun (1995a) observaram a prevalência e severidade da reabsorção apical de dentes ântero-superiores de pacientes adultos, para testar a hipótese de que dentes endodonticamente tratados teriam menor taxa de reabsorção radicular. De acordo com os resultados, os dentes que sofreram tratamento endodôntico foram menos afetados pelo tratamento ortodôntico, quando comparados com dentes que exibiam vitalidade do mesmo paciente.

Para Reitan e Rygh (1996), é possível que dentes desvitalizados apresentem dentina com densidade aumentada e que isso seja capaz de retardar o processo de reabsorção radicular. Entretanto, pode-se verificar o encurtamento da porção apical da raiz destes dentes após uma inclinação rápida produzida por forças leves.

2.7.2.4 Magnitude e duração da força ortodôntica

Segundo Oppenheim (1936) a manutenção de um periodonto normal, bem como de sua capacidade funcional, garante reações favoráveis do osso e cemento em resposta a aplicação de pressões. Contra os efeitos lesivos de uma

pressão aumentada sobre o periodonto, uma forma de proteção é o aumento do fluxo de sangue nos capilares sanguíneos presentes no ligamento periodontal, de forma a dissipar a pressão. Entretanto, isso só é possível quando a pressão não é excessiva e ultrapassa a capacidade de reação do ligamento periodontal. Tal reação foi apenas identificada em resposta à aplicação de forças leves intermitentes, no entanto, não ocorreu após a utilização de forças pesadas contínuas ou mesmo intermitentes.

De acordo com Sassouni e Forrest (1971), a natureza e o tempo de aplicação de forças utilizadas durante o tratamento ortodôntico podem ter influências sobre a reabsorção radicular. Forças pesadas, movimento dentário contra a cortical óssea, movimentos extensos e muito rápidos parecem induzir reabsorções dentárias. Efeitos adversos sobre a estrutura dentária também ocorrem quando dentes são movimentados em uma determinada direção e em seguida numa direção oposta.

Mayoral e Mayoral (1971) consideram que as forças ortodônticas pesadas podem causar necrose e reabsorção dentárias, tendo efeitos ainda mais graves quando estas são contínuas. Na maioria dos casos, forças leves e contínuas produzem pouca ou nenhuma reabsorção radicular e, portanto, devem ser preferíveis.

Reitan (1974) relata que a reabsorção radicular apical tende a começar nas áreas adjacentes às zonas de hialinização e é mais provável que ocorra nos casos em que existe uma forte compressão do ligamento periodontal que se prolonga por algum tempo.

Para Mayoral e Mayoral (1976), existem prejuízos e inconvenientes que são causados pelo emprego de forças pesadas, tratamentos prolongados e união rígida dos arcos aos dentes através dos brackets, quando não é permitido o movimento fisiológico de adaptação íntima ao arco. Tratamentos ortodônticos prolongados realizados através de técnicas multibandas com forças pesadas e arcos retangulares, envolvendo grande fricção entre o arco e o bracket, em um tempo em que não estavam indicadas as extrações dentárias, resultaram em muitas reabsorções radiculares que puderam ser observadas em radiografias periapicais pós-tratamento. As extrações seriadas, quando indicadas, associadas ao tratamento ortodôntico multibandas com forças leves, arcos redondos e brackets com menor fricção, podem reduzir o tempo ativo de tratamento os efeitos indesejados sobre os tecidos dentários e periodontais.

Harry e Sims (1982), após um estudo histológico para avaliar o comportamento radicular de dentes (pré/molares) submetidos a forças ortodônticas de intrusão de diferentes magnitudes (50, 10 e 200 gramas); programadas para agir durante intervalos de tempo de 14, 35 e 70 dias, em indivíduos de idades entre 11 e 18 anos; observaram que houve um desenvolvimento progressivo de áreas de reabsorção a medida que a magnitude e duração das forças aumentavam. Os resultados deste trabalho também indicam que a duração das forças continuamente aplicadas foi mais crítica do que a sua magnitude. Em 35 dias foram observadas reabsorções em resposta às forças de 50 gramas. Após 70 dias, áreas de reparo foram evidentes na superfície radicular dos dentes.

Owman - Moll, Kurol e Lundgren (1995a) avaliaram o comprometimento radicular em 16 pacientes, 8 meninos e 8 meninas, com idades variando entre 11 e 15 anos, que apresentavam apinhamento e biprotrusão dos incisivos. O plano de tratamento proposto para tais pacientes incluía a extração dos primeiros pré-molares superiores e inferiores. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da aplicação de forças de mesma magnitude (50 gramas) sobre os dentes a serem extraídos, para produzir movimento dentário com direção vestibular, por 4 e 7 semanas, através de forças interrompidas e contínuas. Cada paciente recebeu ambos os tipos de forças; contínua e interrompida, aplicadas a hemiarcos diferentes. Para a produção de forças contínuas, a reativação foi realizada semanalmente durante quatro semanas, em um dos grupos; e durante sete semanas, em um segundo grupo. Para a produção de forças interrompidas, uma força inicial de 50 gramas foi aplicada e após 3 semanas um arco passivo foi posicionado e mantido por 1 semana para permitir reparo radicular e prevenir recidiva; após este intervalo, os dentes foram extraídos para avaliação histológica. Em um outro grupo, após o período de contenção de 1 semana, uma nova ativação foi realizada e os dentes foram removidos para estudo três semanas após esta ativação. Os pré-molares extraídos foram avaliados histologicamente e os resultados não revelam diferenças entre a quantidade ou severidade das reabsorções entre os diferentes regimes de aplicação de forças. Entretanto, as variações individuais encontradas foram significativas e de acordo com os autores a susceptibilidade individual dificulta a previsão dos efeitos adversos sobre as raízes dentárias após a aplicação de forças de diferentes magnitude e regime de aplicação.

Owman - Moll, Kurol e Lundgren (1996) utilizaram os primeiros pré-molares de 8 pacientes, planejados para serem extraídos durante o tratamento ortodôntico, para o estudo dos efeitos da aplicação de forças de diferentes magnitudes, 50 e 200 gramas, durante o movimento dentário em direção a face vestibular. Os pacientes apresentavam média de idade de 13 anos e a duração do experimento foi de 7 semanas, com reativação semanal das forças. Reabsorções radiculares foram registradas histologicamente após a extração dos pré-molares movimentados para vestibular, entretanto, não houve diferença estatisticamente significativa em relação à frequência ou severidade das reabsorções, as quais ocorreram em resposta as duas forças utilizadas. Variações individuais significativas foram encontradas entre os participantes deste estudo.

Kurol, Owman - Moll e Lundgren (1996) selecionaram 56 pacientes cujo plano de tratamento envolvia extrações de pré-molares e utilizaram um total de 112 dentes destes pacientes como amostra de um estudo, sendo que 56 pré-molares superiores de um hemiarco foram movimentados para vestibular e os 56 pré-molares do hemiarco oposto serviram como controle. Uma força de 50 gramas reativada semanalmente foi empregada para produzir o movimento ortodôntico dos pré-molares. A avaliação histológica dos dentes extraídos foi realizada para observar a ocorrência de áreas de reabsorção e reparo nesta amostra. Os resultados revelam que 92% dos dentes movimentados ortodonticamente exibiram reabsorções num período de uma semana, as quais tornavam-se mais severas após duas semanas. Em aproximadamente sete semanas, a quantidade de reabsorções observadas entre pré-molares movimentados foi 20 vezes maior do que nos dentes controle. Variações

individuais significativas foram encontradas entre os indivíduos participantes, em relação à extensão da superfície alterada.

Para Almeida (2001), as forças aplicadas para produção do movimento dentário ortodôntico devem ser de tal magnitude a induzir localmente pequenas elevações de mediadores químicos no ligamento periodontal, desencadeando eventos inflamatórios necessários à ocorrência da reabsorção óssea frontal. Entretanto, a força aplicada não deve comprometer o aporte sanguíneo da área, de modo a prevenir a formação de áreas hialinas extensas, as quais estão diretamente associadas ao processo de reabsorção radicular. As forças leves são aconselháveis, apesar de não assegurar proteção contra as reabsorções. A magnitude da força aplicada depende em parte do aparelho, do movimento a ser executado, da área radicular total envolvida, da quantidade de osso de suporte e das características do periodonto; portanto, a força deve ser quantificada individualmente para cada paciente. Intervalos maiores de aplicação de forças parecem benéficos a resposta metabólica do processo de reparo, principalmente em indivíduos adultos, nos quais o nível de celularidade do ligamento periodontal é afetado pela idade. Em tais situações, é indicado utilizar um intervalo de aplicação de forças de 30 dias.

2.7.2.5 Direção do movimento dentário

Huettner e Whitman (1958) utilizaram aparelhos *edgewise* em nove animais experimentais, *Macaque reshus*, para interpretar algumas condições difíceis de serem observadas no próprio homem. Os autores sugerem existir semelhanças

entre o padrão de erupção e mastigação desses animais com os dos homens e justificam, dessa forma, a utilização dos *Macaque reshus*. Muitos movimentos ortodônticos foram investigados e os resultados histológicos deste estudo mostram que certos tipos de movimento causam maiores danos aos tecidos dentários do que outros. Dobras de *tip-back* e torques foram os responsáveis pelos maiores danos à estrutura radicular encontrados nesta pesquisa.

Reitan (1960) verificou que durante o movimento de inclinação o dente age como uma alavanca e devido à mecânica envolvida pressões são exercidas sobre a região apical, podendo causar reabsorções radiculares. Este efeito pode ser minimizado através do controle da magnitude de força e duração do movimento. Forças leves devem ser utilizadas para reduzir a área de tecido hialinizado e, conseqüentemente, produzir um movimento dentário mais rápido.

Dermaut e Munck (1986) compararam o comprimento radicular, pré e pós tratamento, de incisivos superiores submetidos ao movimento de intrusão com arcos de Burstone modificados, os quais liberavam forças ortodônticas constantes de aproximadamente 100 gramas. A quantidade de intrusão foi avaliada a partir de radiografias cefalométricas de pacientes com idade entre 11 e 37 anos (média de 15 anos) e exibiram um valor de 3,6 mm de extensão. Ao final do tratamento, pode ser verificada 2,5 mm de reabsorção radicular a partir da análise das radiografias periapicais. Entretanto, nenhuma correlação foi encontrada entre a quantidade de reabsorção e o tempo utilizado na mecânica ou extensão do movimento de intrusão.

McFadden et al (1989) selecionaram trinta e oito casos dos arquivos da Universidade de Loma Linda, com idade média de 13 anos, que apresentavam

sobremordida exagerada e tiveram os incisivos superiores e inferiores intruídos com arcos de intrusão idealizados por Ricketts. Forças de 25 gramas foram aplicadas para cada incisivo durante o movimento de intrusão. Registros radiográficos completos (cefalométrica de perfil e periapicais), pré e pós tratamento, permitiram a avaliação da quantidade de intrusão e de reabsorção radicular dos incisivos. Baseados nos resultados deste estudo, os autores acreditam que o grau de intrusão nos incisivos obtido com arcos de Ricketts não parece influenciar a quantidade de reabsorção radicular; entretanto, o tempo de tratamento parece ser um fator envolvido e deve ser considerado durante esse tipo de movimento. Outras variáveis tais como idade, sexo, tipo facial, largura da sínfise, quantidade de intrusão e realização de extrações não exibiram correlações estatisticamente significativas com as reabsorções encontradas. A redução do comprimento radicular foi em média 1,84 mm para os incisivos superiores; e de 0,61 mm nos incisivos inferiores; após uma intrusão de 0,70 mm e de 0,85 mm, em média, para os incisivos superiores e inferiores, respectivamente.

Goldin (1989) investigou o efeito do movimento de torque vestibular de raiz e protrusão de incisivos superiores em 17 pacientes tratados ortodonticamente. Após o tratamento, foi observada uma redução no comprimento radicular de aproximadamente 0,9 mm e possíveis fatores influentes, como idade e sexo, não interferiram nestes resultados.

Mirabella e Artun (1995b), a partir do resultado da análise dos exames radiográficos de 343 pacientes submetidos a tratamento ortodôntico, sugerem que o movimento das raízes, tanto numa direção posterior quanto anterior, pode

produzir reabsorções radiculares. Os autores deste trabalho acreditam que a quantidade do movimento dentário influencia o grau de reabsorção resultante e que os elásticos com orientação de Classe II, quando utilizados, representam fatores de risco para os dentes que o suportam. A quantidade média de reabsorções observadas neste estudo para os incisivos centrais, laterais e caninos superiores foi de 1,47 mm, 1,63 mm e 1,25 mm, respectivamente.

Para Reitan e Rygh (1996), as reabsorções radiculares localizadas nos terços médios e marginal da raiz não determinam prejuízos a função e estabilidade dos dentes, entretanto, a reabsorção apical é uma lesão que pode diminuir a função e estabilidade normal de um dente. Alguns tipos de movimento dentário podem levar a reabsorção: inclinação prolongada de dentes anteriores, inclinação distal de molares, movimentos prolongados de translação em massa de dentes pequenos, intrusão e torques extensos. Acredita-se que uma força de inclinação leve possa mover rapidamente um dente, sendo que em alguns casos a reabsorção pode ocorrer e, uma vez iniciada, o processo pode progredir a medida que o dente é inclinado. A ausência de dor é característica neste caso, uma vez que o ligamento periodontal é menos comprimido e torna-se ampliado pelo processo de reabsorção. A raiz pode ser reduzida consideravelmente dentro de 2 a 3 meses nestas circunstâncias. Os autores acreditam que o movimento de inclinação bastante rápido e indolor constitui o tipo de deslocamento que pode causar um grau considerável de reabsorção.

Ainda de acordo com Reitan e Rygh (1996), o movimento de intrusão deve ser realizado cuidadosamente em pacientes adultos. Estes autores consideram que a lâmina dura da região apical é mais densa e o espaço do ligamento

periodontal é mais estreito nos indivíduos mais velhos, portanto, um maior intervalo de aplicação de forças leves parece ser benéfico para estes pacientes.

Costopoulos e Nanda (1996) relatam que a correção da sobremordida exagerada através de arcos de intrusão tipo Burstone, com liberação de forças leves de aproximadamente 15 gramas por dente, mostrou-se efetiva em um estudo envolvendo 17 pacientes, apesar de uma redução de 0,6 mm do comprimento radicular ter sido verificada nos indivíduos participantes. A quantidade de intrusão dos incisivos superiores foi em média 1,9 mm e o tempo utilizado para o movimento variou de 2 a 7 meses. Correlação estatisticamente significativa foi encontrada entre a quantidade de movimento do ápice e a ocorrência de reabsorção radicular. Os autores consideraram insignificantes os efeitos adversos observados nesta amostra.

2.7.2.6 Tempo do tratamento e extensão movimento dentário ortodôntico

Segundo Oppenheim (1936), as reabsorções radiculares são comumente observadas após o tratamento ortodôntico, mais freqüentemente nos incisivos superiores. É possível que, por razões estéticas e funcionais, o movimento requerido para tais dentes envolva maiores extensões para a correção da maloclusão, o que poderia justificar as maiores alterações radiculares observadas. Além disso, a forma anatômica arredondada da raiz destes dentes, bem como sua relação com o osso alveolar e ligamento periodontal, oferecem menor resistência às pressões, transferindo a força aplicada principalmente para a região apical.

Rudolph (1940), após um acompanhamento radiográfico durante 7 anos de 513 pacientes submetidos a tratamentos ortodônticos, observou números gradativamente maiores de indivíduos que apresentavam reabsorções a medida em que o tratamento era prolongado. 50% dos indivíduos entre 12 e 13 anos apresentaram este efeito adverso após 1 ano e meio de tratamento. Após três anos de tratamento, 95 a 98% deles apresentavam o problema.

Durante 5 a 24 meses (em média 12,5 meses), Phillips (1955) observou sessenta e dois pacientes tratados com aparelhos *edgewise* e não encontrou diferenças estatisticamente significativas em relação às reabsorções radiculares observadas e a duração do tratamento.

Sharpe et al (1987) sugere existir maior tendência para a ocorrência de reabsorções mais severas em casos tratados com extrações de pré-molares e tratamentos realizados por períodos de tempo mais longos.

Baumrind, Korn e Boyd (1996) investigaram a relação entre a magnitude e direção do deslocamento de incisivos centrais superiores com a quantidade de reabsorção experimentada após o término do tratamento ortodôntico com aparelhos fixos *edgewise*. Radiografias cefalométricas de perfil foram utilizadas para a análise do deslocamento vertical e horizontal dos incisivos e as reabsorções foram quantificadas a partir de radiografias periapicais de 81 pacientes adultos que participaram deste estudo. A ordem das alterações radiculares observadas foi em média 1,36 mm para os pacientes desta amostra. Neste estudo, as análises de regressão utilizadas apontam uma forte relação entre a quantidade de retração de incisivos e reabsorções radiculares, entretanto, o mesmo não se aplica para movimentos em outras direções; intrusão, extrusão e

projeção. Os autores deste estudo acreditam que para cada 1 mm de retração dos incisivos seja esperado 0,49 mm de reabsorção adicional nos dentes movimentados. Outras variáveis independentes foram também avaliadas neste trabalho, dentre elas; sexo, tempo de tratamento, ortodontista, alterações no *overjet*, *overbite* e angulação do incisivo, idade, tipo de maloclusão, tipo do tratamento (com ou sem extrações) e proporção coroa/raiz. Indivíduos do sexo masculino e um maior tempo de tratamento estão dentre as variáveis que exibiram correlações estatisticamente significativas com as alterações radiculares.

Os resultados encontrados por McNab et al (2000) revelam que um total de 97 pacientes submetidos a tratamento ortodôntico apresentaram uma incidência de reabsorções radiculares nos dentes posteriores 3,72 vezes maior, quando o plano de tratamento envolvia extrações dentárias. Os autores deste trabalho acreditam que a maior extensão de movimento dentário requerida nos dentes posteriores para o fechamento dos espaços das extrações possa ter influenciado este resultado, uma vez que fatores como tipo de aparelho, idade ao início do tratamento, valores de *overbite* e *overjet* prévios ao tratamento, que poderiam também alterar tais resultados, foram semelhantes dentre estes pacientes, anulando a possível influência destes outros fatores.

Sameshima e Sinclair (2001b), após a análise de 868 casos tratados com aparelhos fixos do tipo *edgewise*, verificaram que a duração do tratamento ortodôntico, bem como a extensão do deslocamento horizontal dos ápices dos incisivos centrais superiores, estiveram intimamente associados com as reabsorções radiculares.

2.7.2.7 Outros fatores do tratamento ortodôntico

Oppenheim (1936) acredita que o processo de reabsorção é dependente de uma ação mais ou menos biológica do aparelho, sendo a eficácia deste dependente da manipulação do ortodontista. Segundo o autor, os dez dedos do profissional podem explorar inúmeras possibilidades de um mesmo aparelho e, dessa forma, conclui que não existe um aparelho capaz de provocar mais ou menos reabsorção se comparado a um outro.

De Shields (1969) verificou que a utilização de elásticos com orientação de Classe II produziu reabsorções radiculares nos incisivos superiores quando combinado com o uso de aparelhos extra-orais para correção de maloclusões de Classe II, 1ª divisão de Angle. Entretanto, isoladamente nenhuma destas possibilidades mecânicas pareceu interferir nos resultados obtidos.

De acordo com Mayoral e Mayoral (1976), o movimento ortodôntico pode ser considerado um processo patológico em que há recuperação dentária. Quanto menor este processo, melhor e mais rápida será esta recuperação. Dessa forma, alguns autores preconizam a utilização de fios redondos e forças leves durante a maior parte do tratamento ortodôntico, inclusive durante a retração de caninos. A utilização de arcos retangulares deve ser limitada aos estágios finais de alinhamento e nivelamento, uma vez que a fricção produzida entre fio retangular e o slot dos brackets pode oferecer uma resistência muito grande ao movimento de deslizamento dos dentes através do arco, como por exemplo, durante a retração de caninos. Tal fato pode contribuir com o processo de reabsorções dentárias.

Langford e Sims (1981) relatam que o movimento distal de dentes posteriores, normalmente realizado através da utilização de aparelhos extra-orais, foi indicado para uma paciente de 10 anos de idade, que apresentava maloclusão Classe II, 1ª divisão de Angle, apinhamento, migração mesial dos molares em função da perda precoce dos dentes decíduos e padrão anormal de erupção dos segundos molares superiores permanentes. A utilização do aparelho extra-oral de tração cervical foi interrompida após 5 meses, quando mais nenhum movimento numa direção distal foi verificado. Para descruzar a mordida, elásticos verticais foram utilizados nos primeiros molares durante dois meses. Radiografias panorâmicas obtidas 24 meses após o início do tratamento revelaram reabsorções severas nos primeiros molares permanentes superiores, o que justificou a alteração do plano de tratamento inicial para a extração destes dentes. A microscopia eletrônica foi utilizada para avaliar a extensão das reabsorções nos dentes extraídos e revelou maiores danos nas faces distais das raízes e a perda total da raiz disto-vestibular dos primeiros molares permanentes. Tais resultados foram associados ao movimento distal dos molares em justaposição aos segundos molares permanentes em desenvolvimento. Um processo de reparo pode ser verificado a partir de um processo de remineralização, entretanto, a reinserção de fibras periodontais sobre a camada de cimento de reparo não foi encontrada neste estudo.

Após uma expansão rápida da maxila, Barber e Sims (1981) verificaram a ocorrência de reabsorções dentárias e observaram um potencial de reparo através da deposição de novas camadas de cimento. O efeito indesejado da perda de estrutura radicular pode ser verificado muitos meses após a fase ativa da expansão. Acredita-se que durante a fase de contenção, forças residuais

sejam liberadas pelo aparelho, o que contribui para o processo de contínua reabsorção.

Langford (1982) relata que os resultados de estudos histológicos indicam que a tendência de recidiva após expansão rápida da maxila pode estimular a continuidade do processo de reabsorção. Entretanto, após um período de contenção de três meses, tais forças são eliminadas e os danos causados a superfície radicular são reparados gradualmente. Os resultados deste estudo sugerem que tempos prolongados de contenção favorecem o reparo radicular e, portanto, são benéficos para o paciente após rápida expansão da maxila.

Kennedy, Joondeph e Little (1983) avaliaram a altura da crista alveolar proximal, comprimento radicular, paralelismo entre raízes e fração do suporte dentário do osso alveolar, através de radiografias periapicais de uma amostra de 90 pacientes, subdividida em 3 grupos; o grupo A, que recebeu tratamento com aparelho *edgewise* e extraiu os quatro primeiros pré-molares; o grupo B, que recebeu tratamento de extração seriada numa primeira fase e em seguida tratamento ortodôntico fixo *edgewise*; e o grupo C, onde os participantes haviam sido tratados apenas com extrações seriadas. Foram incluídos apenas indivíduos com registros de pelo menos 10 anos após-extração. A incidência de reabsorções radiculares foi semelhante entre os grupos A e B e, em ambos, maior do que no grupo C. Em ordem decrescente de frequência, as reabsorções envolveram: incisivos laterais superiores, incisivos centrais superiores, incisivos centrais inferiores, raiz distal dos primeiros molares inferiores, incisivos laterais inferiores, segundos pré-molares inferiores, segundos pré-molares superiores, raiz mesial dos primeiros molares inferiores, caninos superiores e caninos inferiores. A

severidade das reabsorções foi maior para os incisivos centrais e laterais de ambos os arcos. A incidência de reabsorções severas foi de 26,5% no grupo A, 20,5% no grupo B e de 6% no grupo C. Uma redução da altura da crista alveolar nos espaços das extrações foi observada apenas nos grupos tratados com aparelhos fixos. O comprometimento do suporte periodontal foi atribuído a redução do comprimento radicular, exceto nos espaços das extrações, onde o fator principal foi a redução alveolar. O paralelismo radicular não influenciou as alterações das alturas alveolares observadas neste estudo.

Linge e Linge (1983) observaram a freqüência e extensão das reabsorções radiculares nos incisivos superiores, a partir de radiografias periapicais de 719 pacientes tratados ortodonticamente por aproximadamente 3,6 anos e média de idade de 12,8 anos (variando entre 7 e 17). A média da redução do comprimento radicular foi de 0,73 mm para o sexo feminino e de 0,67 mm no sexo masculino. A análise dos resultados deste estudo revelou maior número de reabsorções nos pacientes que em geral iniciavam o tratamento ortodôntico após os 11 anos de idade, em dentes previamente traumatizados, durante a correção de caninos impactados e após o uso de elásticos com orientação de Classe II e arcos retangulares. Os aparelhos fixos causaram maior número de lesões em relação aos aparelhos removíveis e a quantidade de reabsorções não sofreu influência de fatores como sexo, *overjet*, *overbite*, tempo de tratamento.

Linge e Linge (1991) constataram que a quantidade média de reabsorção apical dos incisivos centrais superiores de 485 pacientes entre 11 e 25 anos foi de aproximadamente 1,5 mm. As reabsorções radiculares observadas na grande maioria dos casos não comprometem os benefícios do tratamento ortodôntico, no

entanto, reabsorções severas (maiores do que 2,5 mm) podem ocorrer em alguns dentes e, neste caso, foram observadas em 16% da amostra. Alguns procedimentos clínicos podem contribuir para que a reabsorção aconteça, portanto, devem ser de conhecimento do ortodontista de modo que possam evitar este efeito adverso. O tempo prolongado de uso de arcos retangulares e de elásticos com orientação de Classe II mostrou-se bastante correlacionado às reabsorções radiculares nesta amostra.

Para determinar a prevalência, severidade, bem como estimar os fatores de risco para as reabsorções radiculares associados a algumas características apresentadas pelos indivíduos, Kaley e Phillips (1991) analisaram exames radiográficos, pré e pós-tratamento, de 200 pacientes com idade média de 16 anos ao início do tratamento ortodôntico, o qual teve duração de aproximadamente 34 meses. O grupo controle utilizado era composto por 21 pacientes que exibiam reabsorções severas em ambos os incisivos superiores e tinham idade média de 18 anos ao início do tratamento. As características apresentadas por estes pacientes foram comparadas com as do grupo teste (200 indivíduos). 61% dos pacientes do grupo teste e 57% do grupo controle eram do sexo feminino e apenas 3% dos pacientes do grupo teste exibiram reabsorções severas (além de $\frac{1}{4}$ do comprimento radicular inicial) nos incisivos centrais superiores. Foram avaliadas as características em comum entre os pacientes que apresentavam reabsorções severas e algumas correlações significativas foram encontradas. Grande parte destes pacientes apresentavam maloclusões de Classe III e alguns procedimentos do tratamento ortodôntico foram correlacionados com as reabsorções, dentre eles; aproximação das raízes dos incisivos com a cortical palatina, cirurgia maxilar e torques.

Beck e Harris (1994) selecionaram para um estudo 83 casos de pacientes com idades entre 11 e 26 anos, que apresentavam maloclusão Classe I de Angle e necessitavam de extrações dentárias. Estes pacientes foram divididos em dois grupos de acordo com a mecânica de tratamento empregada: Tweed e Begg. Os resultados não evidenciaram diferenças entre a quantidade de reabsorções observadas quando diferentes mecânicas foram empregadas. Entretanto, o movimento de intrusão foi associado às maiores alterações radiculares observadas. A idade, sexo e tempo de tratamento não influenciaram os resultados deste estudo.

Blake, Woodside e Pharoah (1995) conduziram um estudo radiográfico comparativo, com o intuito de avaliar o grau de reabsorção radicular de incisivos superiores e inferiores de 63 pacientes, após tratamento ortodôntico realizado com diferentes *brackets*. Os resultados deste estudo revelam não haver diferenças estatisticamente significativas em relação às reabsorções radiculares verificadas após tratamento ortodôntico realizado com diferentes aparelhos: *edgewise* e *speed*. Os pacientes que necessitaram de extrações apresentaram maior quantidade de reabsorções nos incisivos laterais.

De acordo com os resultados de um estudo de 56 pacientes submetidos a tratamento ortodôntico com extrações, com idades variando entre 11 a 14 anos, Alexander (1996) sugere que diferentes técnicas de tratamento podem não ter diferentes resultados em relação às reabsorções radiculares. A retração de caninos foi realizada de duas formas diferentes: mecânicas de deslizamento através de um arco contínuo; ou a partir de molas de retração associadas aos arcos segmentados. A extensão das reabsorções foi avaliada radiograficamente e

não exibiu diferenças estatisticamente significativas. Parece existir uma variação individual que controla a resposta biológica ao tratamento ortodôntico independente da mecânica utilizada. Os incisivos superiores foram os dentes mais severamente reabsorvidos, entretanto, a extensão do deslocamento de tais dentes não influenciou os resultados observados.

Pizzatto (1997) avaliou radiografias periapicais iniciais e finais de 30 pacientes, para determinar o grau e a frequência de reabsorções radiculares nos incisivos e caninos de ambos os arcos após o tratamento ortodôntico. Metade dos casos foram tratados com extrações e apresentaram maiores níveis de reabsorção. Em relação aos arcos, os dentes superiores apresentaram maior envolvimento radicular.

McNab et al (2000) relatam que a incidência de reabsorções radiculares externas sofreu influência do tipo de aparelho utilizado em uma amostra de 25 pacientes tratados com aparelho de Begg e em 71 pacientes tratados com aparelho *edgewise*. Maior incidência de reabsorções radiculares foi encontrada nos dentes posteriores de pacientes que utilizavam aparelho de Begg.

Martins (2000) determinou a frequência e severidade das reabsorções radiculares nos incisivos centrais em uma amostra de 60 pacientes submetidos a tratamento ortodôntico, a qual foi subdividida em dois grupos de acordo com a realização de extrações. A avaliação foi realizada através de radiografias periapicais obtidas antes e após o tratamento. Os casos tratados com extração dos primeiros pré-molares revelaram frequência e severidade das reabsorções significativamente maiores. Houve maior número de reabsorções nos indivíduos de sexo feminino e nos tipos de malocclusão Classe I de Angle, apenas no grupo

tratado sem extrações. O tempo de tratamento não influenciou os resultados deste estudo.

Sameshima e Sinclair (2001b) compararam o comprimento radicular observado através de exames radiográficos de 868 pacientes submetidos a tratamento ortodôntico, com aparelho fixo *edgewise*, e verificaram maior incidência de reabsorções quando o plano de tratamento incluía a extração de primeiros pré-molares, se comparados aos casos de não extração ou com extração apenas dos primeiros pré-molares superiores. No entanto, outras variáveis associadas ao tratamento ortodôntico parecem não ter influência sobre a ocorrência das reabsorções, dentre estas; diferentes tamanhos de *slots*, tipo de arco e uso de elásticos.

2.8 DIAGNÓSTICO DAS REABSORÇÕES RADICULARES

Segundo Worth (1963 apud Newman, 1975), dentes com reabsorções radiculares apresentam características anatômicas peculiares. De acordo com os princípios da interpretação radiográfica, tais dentes têm o forâmen apical bem visível sem uma terminação nítida do canal radicular. Outras características que podem auxiliar o diagnóstico são: raízes vestibulares dos molares superiores exibindo grande discrepância de tamanho entre elas ou com as raízes linguais; raízes dos primeiros molares inferiores menores que as dos dentes adjacentes (segundos pré-molares ou segundos molares inferiores) e caninos com raízes de mesmo tamanho ou menores que as raízes dos incisivos laterais.

Wuerhrmann e Manson-Hing (1977) consideram que as reabsorções provocadas por aparelhos ortodônticos apresentam alguns aspectos característicos. Normalmente a lâmina dura e o espaço periodontal são preservados e o dente exibe vitalidade.

Barber e Sims (1981), a partir de análises histológicas, observaram que as áreas mais afetadas pela reabsorção de dentes utilizados como ancoragem durante o processo de expansão rápida da maxila incluem os terços apical, médio e cervical da face vestibular, sendo os dois últimos mais severamente afetados e, nestes casos, o clínico pode não ser capaz de estimar com precisão a extensão da superfície reabsorvida através do diagnóstico radiográfico. Um acompanhamento deve ser realizado a longo prazo para avaliação das possíveis seqüelas.

Stafne e Gibilisco (1982) acreditam que a tendência para a ocorrência múltipla de reabsorções sugere que a enfermidade sistêmica pode ser um fator etiológico. A reabsorção da porção apical de uma raiz pode ocorrer quando não existe explicação plausível para ela e quando o osso adjacente à raiz tem um aspecto radiográfico normal. Tal reabsorção afeta freqüentemente os dentes incisivos e não pode ser distinguida da reabsorção que resulta da força exercida pelos aparelhos ortodônticos. Portanto, é provável que esse tipo de reabsorção seja resultado do esforço normal da oclusão.

Levander, Bajka e Malmgren (1998), através de um estudo experimental, avaliaram a sensibilidade das radiografias digitais para detecção de reabsorções radiculares. Cavidades de diferentes tamanhos, com diâmetros e profundidade variando entre 0,6 a 1,8 mm e 0,3 a 0,9 mm, respectivamente, foram

confeccionadas em 44 pré-molares retirados de crânios secos. Radiografias convencionais e digitais obtidas destes pré-molares foram examinadas e classificadas em dois grupos: o grupo positivo, onde a cavidade presente havia sido detectada; ou negativo, quando a cavidade presente não era identificada radiograficamente. Um estudo clínico também foi conduzido para comparar a sensibilidade dos dois métodos de diagnóstico radiográfico. 92 incisivos superiores de 45 pacientes submetidos a tratamento ortodôntico foram avaliados através de radiografias digitais e convencionais. As diferenças entre os resultados obtidos para os diferentes métodos de detecção de reabsorção radicular foram comparadas. Os resultados dos testes clínicos e experimentais não demonstraram a presença de diferenças estatisticamente significativas na detecção das cavidades entre os dois tipos de radiografias. A sensibilidade dos métodos foi maior na determinação de cavidades com maior extensão no estudo experimental. Os autores consideram o exame radiográfico digital um método eficaz, que oferece ainda como vantagem, a redução da dose radiação para o paciente e facilidade de obtenção da imagem, e recomendam tomadas radiográficas para controle e prevenção das reabsorções, a cada 3 ou 6 meses.

De acordo com Bergenholtz e Hasselgren (1999), as reabsorções radiculares externas não apresentam sintomas clínicos. O único meio de detectar e diagnosticar a reabsorção dentária é através de radiografias. O estágio inicial de reabsorção geralmente não é identificado, uma vez que as radiografias só demonstram uma cavidade de reabsorção depois que certo tamanho tenha sido alcançado. A localização da lesão também é importante para sua detecção. Uma cavidade de reabsorção radicular vestibular ou lingual é mais difícil de ser visualizada radiograficamente do que uma cavidade proximal.

Sameshima e Asgarifar (2001) acreditam que as radiografias pericapicais oferecem maior acurácia para o diagnóstico das reabsorções radiculares quando comparadas com radiografias panorâmicas. Um estudo radiográfico de 42 pacientes submetidos a tratamento ortodôntico fixo apresentou uma quantidade média de reabsorções radiculares significativamente maior, quando avaliadas em radiografias panorâmicas em relação às periapicais. A classificação da forma radicular através das diferentes radiografias utilizadas para diagnóstico mostrou resultados conflitantes. Dilacerações radiculares e outras alterações da forma radicular, tais como; raiz pontiagudas ou arredondadas, claramente visíveis nos filmes periapicais; foram diagnosticadas como normais quando avaliadas a partir de radiografias panorâmicas. Algumas limitações das radiografias panorâmicas foram responsáveis pelos resultados encontrados neste estudo. Tais radiografias oferecem uma magnificação da imagem em torno de 20%, especialmente na região de incisivos inferiores e superiores, além disso, a qualidade da imagem é falha em relação nitidez de algumas estruturas tais como, raiz e osso alveolar.

2.9 MÉTODOS DE PREVENÇÃO

Ketcham (1927) sugere que em casos de dentes caninos impactados, a expansão do arco pode prover espaço suficiente para erupção destes dentes e evitar a reabsorção das raízes dos dentes adjacentes, ao desviar o trajeto de erupção que inicialmente era em direção as raízes dos dentes adjacentes.

Massler e Malone (1954) verificaram que pacientes com evidências de reabsorções prévias ao tratamento exibiram maior comprometimento radicular

após finalizada a terapia. A análise radiográfica antes do início do tratamento foi considerada pelos autores um bom método para prever o grau de reabsorções radiculares possível de ocorrer após movimentação ortodôntica.

Levander e Malmgren (1988), com o objetivo de identificar os riscos individuais em relação à ocorrência de reabsorções radiculares severas ainda numa fase precoce do tratamento, acompanharam 98 pacientes submetidos a tratamento ortodôntico e com idades variando entre 12 e 17 anos, através da obtenção de radiografias periapicais dos incisivos superiores, desde imediatamente antes do início do tratamento até seis e nove meses de tratamento ativo, bem como ao final deste. Após 6 e até os 9 meses de tratamento, uma grande variação em relação à frequência das reabsorções foi observada entre os pacientes. Apenas 1% dos dentes avaliados exibiu reabsorções severas que envolviam até um terço do comprimento radicular original. Após o final do tratamento, a frequência de reabsorções severas aumentou para 17% e foram identificadas apenas em dentes que exibiram algum grau de reabsorção até os nove meses de tratamento. Reabsorções extremas, além de um terço do comprimento original, foram identificadas em 1% dos dentes que exibiram reabsorções prévias. Os autores acreditam existir maior risco de reabsorções em dentes que apresentam alterações radiculares severas nos primeiros seis a nove meses de tratamento, e um controle radiográfico neste período é recomendado. Reabsorções menores do que 2 mm, observadas até os 9 meses de tratamento, sugerem risco moderado para reabsorções futuras. No entanto, se não são identificadas reabsorções até esta fase, o risco futuro pode ser considerado mínimo. Outros fatores de risco devem ser considerados e incluem raízes em forma de pipeta ou arredondadas. Outras variáveis como sexo, idade, tempo de

tratamento, uso de elásticos com orientação de Classe II, arcos retangulares, torques e tipo de aparelho não exibiram correlação significativa para esta amostra.

Levander, Malmgren e Eliasson (1994) selecionaram pacientes com registros de reabsorção radicular que estavam sendo tratados ortodonticamente de acordo com dois regimes diferentes e suspenderam a aplicação de forças ortodônticas por um período de tempo. Durante 2 a 3 meses, os arcos permaneceram passivos em 20 pacientes e após este intervalo o tratamento foi continuado. Em um segundo grupo de 20 pacientes, o tratamento foi realizado de acordo com o plano original, sem interrupções. As variáveis envolvidas, tais como; classificação de Angle, traumas, extrações, tempo de utilização de arcos retangulares, bem como elásticos com orientação de Classe II e tempo total de tratamento não exibiram correlações com as diferenças encontradas entre os resultados deste estudo. A quantidade de reabsorção radicular foi significativamente menor no grupo de pacientes nos quais o tratamento foi descontinuado. Tal resultado sugere que uma pausa de 2 a 3 meses durante o tratamento ortodôntico pode ser efetiva para evitar a ocorrência de reabsorções severas.

Poumpros, Loberg e Engström (1994) conduziram um estudo, no qual baixas doses do hormônio L - tiroxina foram administradas em um grupo de ratos. O nível de L - tiroxina (T4) circulante foi maior no grupo de ratos controle que não recebeu hormônio em relação aos dois grupos experimentais. Em ambos os grupos experimentais foi produzido o movimento ortodôntico e apenas um deles recebeu hormônio. O nível de L - tiroxina foi levemente menor no grupo em que

foi realizado apenas o movimento ortodôntico. Reabsorções radiculares foram observadas apenas nos grupos experimentais, sendo mais expressivas no grupo que não recebeu hormônio. A administração do hormônio reduziu a extensão das reabsorções radiculares que ocorreram nos ratos após o movimento dentário.

Loberg e Engström (1994) administraram diariamente 0,5 gramas de hormônio da tireóide (Proloid - Parke Davis) durante toda a fase ativa de tratamento, em um grupo de 3 pacientes com idades de 9 a 16 anos. A suspensão das doses de hormônio foi efetuada após a colocação dos aparelhos de contenção. Todos os pacientes necessitavam de intrusão e torque lingual dos incisivos superiores, foram tratados com aparelhos *edgewise* e utilizaram aparelho extra-oral de tração cervical. O tempo total de tratamento variou de 1 ano e 2 meses a 1 ano e 9 meses. Dois dos pacientes estudados exibiam evidências de reabsorções prévias ao tratamento. Um paciente apresentava morfologia radicular favorável a ocorrência de reabsorções, história na família de hipofunção da tireóide e presença de incisivos superiores exibindo reduções do comprimento radicular severas. As radiografias finais destes pacientes evidenciam a ausência de efeitos indesejados sobre as estruturas radiculares após o tratamento ortodôntico, e nenhuma alteração sistêmica prejudicial nestes pacientes foi verificada. Os autores concluem que a administração do hormônio da tireóide foi benéfica para estes pacientes.

Segundo Christiansen (1994), a utilização do hormônio da tireóide (T4) para prevenção das reabsorções radiculares não deve ser indicada em humanos, devido aos efeitos adversos verificados nas estruturas ósseas. É sugerido o

estudo de outras substâncias para o controle das reabsorções, como por exemplo, o nitrato de gálio.

Reitan e Rygh (1996) acreditam que o movimento dentário produzido por forças interrompidas e leves, o alívio da mordida através da utilização de placas e o exame radiográfico dos dentes em intervalos regulares são medidas que permitem ao ortodontista evitar reabsorções extensas das raízes dentárias.

Tavares e Sampaio (1997) descrevem um caso em que o retratamento ortodôntico de um paciente com severas reabsorções radiculares nos incisivos superiores (superior a 50% de redução) foi planejado de forma a movimentar o mínimo possível tais dentes. A inclusão destes dentes foi prorrogada o máximo de tempo, até que o arco inferior apresentasse um bom alinhamento e nivelamento, bem como uma adequada intercuspidação do segmento posterior. Alcançado tais objetivos, os incisivos superiores foram incluídos no aparelho, alinhados inicialmente com arcos pouco espessos e, progressivamente, como arcos mais calibrosos. O fechamento dos espaços remanescentes foi iniciado após o alinhamento e nivelamento destes dentes. O acompanhamento radiográfico foi realizado durante toda a fase de movimentação dos incisivos. Uma vez que evidências de reabsorções prévias representam indicativo de maior tendência para reabsorções radiculares, as medidas preventivas incluídas no plano de tratamento elaborado para este paciente foram consideradas eficazes em impedir a evolução do processo de reabsorção em grandes extensões, de acordo com os autores deste trabalho.

Ritter et al (1999) relatam algumas condutas sugeridas durante o tratamento de pacientes com dentes traumatizados. Dentes com história prévia de

trauma, 6 meses antes do início do tratamento ortodôntico, sem indício radiográfico de reabsorção radicular, normalmente apresentam risco mínimo durante o tratamento ortodôntico. Quando após o trauma as reabsorções são identificadas, o emprego de forças leves, redução do movimento dentário e o controle radiográfico a cada 3 meses são condutas sugeridas. Em casos de reabsorções severas, envolvendo mais de um terço da raiz após o trauma, pode ser necessário limitar os objetivos do tratamento ortodôntico, não incluindo a movimentação de tais dentes, de forma a evitar perdas dentárias.

Ainda segundo Ritter et al (1999), um controle radiográfico está indicado a cada seis meses de tratamento, no entanto, outras condutas são sugeridas de acordo com a gravidade da reabsorção, quando estas são identificadas durante o curso do tratamento ortodôntico. Nos casos em que apenas uma discreta irregularidade apical está presente, um controle radiográfico trimestral está indicado. Para reduções de até 2 mm do comprimento, sugere-se a interrupção de aplicação de forças durante 60 a 90 dias e controles radiográficos trimestrais após reiniciado o tratamento. Para reabsorções além de 2 mm da raiz, um replanejamento do caso e sacrifícios dos objetivos inicialmente traçados devem ser considerados, além disso, o controle radiográfico trimestral também está indicado. O tratamento deve ser interrompido quando reabsorções extremas, além de um terço do comprimento original da raiz, são identificadas.

Para Almeida (2001), radiografias periapicias tomadas a intervalos regulares, bem como a avaliação das condições de saúde bucal e geral; a identificação de distúrbios metabólicos, endócrinos ou alérgicos exacerbados, assim como o uso de pílulas anticoncepcionais; podem orientar corretos

procedimentos profiláticos, em tempo adequado, a fim de evitar reabsorções radiculares, uma vez que estabelecem meios de diagnóstico, observação e controle desta ocorrência.

2.10 SUPORTE PERIODONTAL

Para Coolidge (1931), a evidência de reabsorção indica a presença de um processo patológico, no qual a destruição das fibras de inserção do ligamento periodontal acompanha o processo de reabsorção radicular e compromete o suporte da raiz numa extensão proporcional a área afetada. A deposição de uma nova camada de cemento permite a inserção de novas fibras periodontais e, assim, restaura novamente a função normal.

As fibras periodontais responsáveis pela sustentação do dente encontram-se em maior número no terço cervical da raiz, de forma que seu terço apical é menos funcional em relação a este aspecto. A perda de altura alveolar na região da crista, ainda que pequena, é mais significativa do que a reabsorção radicular (BRODIE apud JACOBSON, 1952).

Para Phillips (1955), uma redução no comprimento radicular de aproximadamente 1 a 2 mm, causando um prejuízo de 5 a 10% em sua superfície de retenção, pode ser considerado insignificante.

Sjolién e Zachrisson (1973) analisaram radiografias periapicais para avaliar o suporte periodontal e a redução do comprimento radicular em 59 pacientes tratados ortodonticamente, que apresentavam maloclusão Classe II de Angle,

plano de tratamento envolvendo extrações e que utilizaram aparelhos fixos tipo *edgewise* e placas de contenção com grampos de *Hawley*. Um grupo controle composto por 51 indivíduos não tratados e que não apresentavam maloclusão severa foi utilizado para comparação dos resultados. Todos os participantes apresentavam idades semelhantes no momento da avaliação, o tempo de tratamento foi em média 26 meses e iniciado aproximadamente aos 12 anos de idade. No grupo que recebeu tratamento, uma redução de 1,2 a 1,8 mm do comprimento radicular foi observada para os incisivos centrais e laterais superiores, assim como nos caninos superiores e inferiores, os quais foram retraídos com uma força aproximada de 100 gramas. Os demais dentes avaliados, segundos pré-molares e molares, exibiram reduções na ordem de 0,5 a 1 mm. As alterações mais pronunciadas em relação ao suporte ósseo ocorreram nas faces mesiais e distais dos incisivos superiores e na distal dos caninos superiores e inferiores do grupo tratado. Diferenças estatisticamente significativas foram registradas quando os resultados foram comparados aos do grupo controle, principalmente em relação aos espaços das extrações. Entretanto, o grau de reabsorção radicular e a perda de suporte ósseo encontrados neste estudo foram julgados clinicamente insignificantes, considerando-se os bons resultados alcançados com o tratamento.

Segundo Plets et al (1974), as reabsorções radiculares podem ser representativas e potencialmente destrutivas para a estabilidade da dentição quando estão associadas à perda alveolar que ocorre à medida que o indivíduo envelhece ou devido à doença periodontal.

Kalkwarf, Krejci e Pao (1986) utilizaram gráficos gerados por computadores para analisar a quantidade de perda do suporte periodontal devido às reabsorções radiculares apicais em incisivos centrais superiores. Os resultados deste estudo indicam que cada redução de 1 mm do comprimento radicular seria acompanhada pela redução de 5,4% do suporte periodontal. À medida que o envolvimento radicular progride em direção cervical, o suporte periodontal é afetado com maior intensidade, apresentando reduções de maiores proporções, em média de até 9,1% a cada redução de 1 mm. Para os autores do trabalho, o significado prático de suas observações é que as reabsorções radiculares apicais são menos críticas em relação à integridade do suporte periodontal, se comparadas com a perda alveolar da região cervical que normalmente resulta de doenças periodontais. A cada 3 mm de redução radicular apical teríamos um efeito sobre o periodonto de sustentação equivalente ao obtido após uma redução de apenas 1 mm da crista óssea marginal.

Sharpe et al (1987) utilizaram exames radiográficos pré-tratamento e pós-retenção de 36 pacientes, para a avaliação dos níveis de reabsorção radicular, óssea e de recidiva. A amostra foi dividida em dois grupos distintos de acordo com a presença ou não de recidiva, de forma que, o grupo de estudo foi determinado pela presença de apinhamento ântero-inferior de pelo menos 2 mm e a ausência de colapso caracterizava o grupo controle. Os achados deste estudo indicam que o grupo que apresentou recidiva exibiu maior prevalência e severidade de reabsorções, bem como maior redução do suporte alveolar. Os autores sugerem uma possível relação entre redução do suporte periodontal, causado pelas reabsorções radicular e óssea, e a indução de recidivas.

2.11 MOBILIDADE

Newman (1975) acredita que a maioria dos dentes com reabsorções severas sejam acompanhados de mobilidade. No entanto, em poucos casos é necessário a extração de dentes em função da mínima estrutura radicular remanescente.

Goultschin, Nitzan e Azaz (1982) afirmam que a mobilidade pode ser resultado de uma proporção coroa-raiz desfavorável.

Remington et al (1989), após um estudo conduzido para avaliar a longo prazo as reabsorções radiculares que ocorreram durante o tratamento ortodôntico, não observaram alterações aparentes 14 anos após a remoção do aparelho, exceto, remodelações das superfícies irregulares. Hipermobilidade dos dentes envolvidos foi verificada em apenas dois casos.

Levander e Malmgren (2000) avaliaram o grau de mobilidade dentária em uma amostra de 20 pacientes que apresentaram reabsorções severas ao final do tratamento ortodôntico, com envolvimento maior do que 2 mm ou 1/3 do comprimento radicular original. O estudo foi realizado 10 a 15 anos após o início do tratamento ortodôntico e os pacientes tinham idade aproximada de 20 a 32 anos. Todos os indivíduos utilizaram aparelhos de contenção fixos ou removíveis por um período de no mínimo 2 anos. Radiografias digitais foram obtidas para avaliar o comprimento radicular dos incisivos superiores de todos os componentes da amostra. O grau de mobilidade, saúde periodontal e contatos oclusais foram registrados clinicamente. Os resultados deste estudo indicam existir uma forte

correlação entre a redução do comprimento radicular e a presença de mobilidade dentária, no entanto, outras variáveis avaliadas não exibiram correlações significativas. O comprimento total da raiz foi avaliado a partir da distância compreendida entre a junção amelocementária (medida a partir da face proximal) e o ponto mais afastado localizado no ápice. O maior número de dentes com mobilidade apresentaram comprimento radicular menor do que 9 mm. Menor risco de mobilidade foi associado aos dentes com comprimento radicular maior do que 9 mm e periodonto saudável.

2.12 SEVERIDADE DA REABSORÇÃO RADICULAR

Massler e Malone (1954) classificaram as reabsorções envolvendo 1 a 2 mm da raiz como leves. Graus moderados de reabsorções atingem 2 a 4 mm, acompanhadas de um aumento na espessura do ligamento periodontal. Reabsorções severas são representados por perdas de 4 mm ou mais da estrutura radicular.

A quantidade de reabsorção radicular foi considerada por Phillips (1955) como leve, moderada ou excessiva. Reabsorções leves são caracterizadas como arredondamento apical. Perdas de estrutura radicular envolvendo até um quarto do comprimento radicular são consideradas reabsorções moderadas, enquanto que a redução de um quarto ou mais do comprimento radicular caracterizam o tipo de reabsorção excessiva.

Newman (1975) considerou uma reabsorção severa, a perda de estrutura radicular envolvendo pelo menos um terço do comprimento total da raiz, enquanto que o tipo moderado inclui reabsorções que atingem mais de 2 mm e menos que um terço da raiz. As reabsorções de até 2 mm são consideradas um arredondamento apical.

Malmgren et al (1982) registraram sinais de reabsorção radiculares de acordo com um índice quantitativo de redução radicular, atribuindo valores de 1 a 4. O grau 1 representa a presença de irregularidades no contorno radicular. Para as reabsorções envolvendo até 2 mm de raiz, é conferido o grau 2. O grau 3 inclui reabsorções de 2 mm a um terço do comprimento original. As reabsorções mais severas, que atingem mais do que um terço de raiz, são consideradas grau 4.

De acordo com Copeland e Green (1986), o processo de reabsorção pode se estender após a fase de tratamento ativo, entretanto, não envolve necessariamente grandes extensões. Um estudo radiográfico a partir de radiografias cefalométricas evidenciou que a média de redução do comprimento radicular de incisivos superiores durante a fase ativa de tratamento foi de 2,92 mm e de apenas 0,1 mm no período pós-tratamento. A continuidade do processo de reabsorção pode ser atribuída a liberação de forças pelos aparelhos de contenção ou a presença de uma oclusão traumática.

Um outro critério de classificação das reabsorções foi proposto por Sharpe et al (1987), que atribuíram 4 graus distintos de acordo com a gravidade do problema: grau 0 na ausência de reabsorções; grau 1 para o arredondamento apical; grau 2 para reabsorções moderadas envolvendo até um quarto do

comprimento radicular; e grau 3, consideradas severas, quando atingem mais de um quarto do comprimento radicular.

Para Harris, Kineret e Tolley (1997), as reabsorções radiculares são efeitos indesejados do tratamento ortodôntico, no entanto, julgam que os benefícios estéticos e a correção funcional proporcionada compensam os mínimos efeitos adversos causados às estruturas radiculares.

Parker (1997) reconhece que poucos casos de dentes com reabsorções severas que são mantidos no arco por muitos anos são descritos na literatura. Entretanto, há evidências de que dentes severamente afetados possam persistir funcionalmente na boca durante muitos anos. Registros radiográficos e exames tácteis realizados 33 anos após a remoção do aparelho suportam esta evidência. Tais registros documentam reabsorções de incisivos centrais e laterais superiores causadas por caninos impactados.

2.13 ALTERNATIVAS PARA O TRATAMENTO DAS REABSORÇÕES

Gholston e Mattison (1983) relatam que um paciente de 12 anos de idade foi submetido a tratamento ortodôntico durante 7 anos, utilizando aparelho de Begg para correção de uma Classe II, 1ª divisão de Angle e sobremordida exagerada. Foram realizadas extrações dos primeiros pré-molares e, inicialmente, uma placa com batente e um arco de Hawley foram utilizados para a redução da sobremordida e overjet, respectivamente. Nas radiografias iniciais, não havia nenhuma evidência de reabsorção radicular, apenas a presença do canino

superior esquerdo impactado. As radiografias periapicais finais do tratamento exibiam reabsorções radiculares de 3 a 4 mm dos incisivos superiores. Numa nova avaliação radiográfica realizada 11 anos após o início do tratamento, portanto, três anos após a finalização do caso, pode ser observada a continuidade do processo de reabsorção e, clinicamente, mobilidade envolvendo tais dentes. Tentando solucionar este problema, foi realizado o tratamento endodôntico com hidróxido de cálcio nos incisivos e a colocação de um *splint* lingual com fio ortodôntico de 0.017" x 0.025". Um ano após o procedimento endodôntico, uma reavaliação sugere estabilização do processo de reabsorção e restauração da função mastigatória.

Para Saad (1989), dentes com reabsorções radiculares externas podem ser mantidos na boca, porém, em alguns casos extremos a extração pode ser necessária. O tratamento de lesões radiculares extensas pode envolver uma intervenção cirúrgica para reparo radicular e a introdução de materiais biológicos como o hidróxido de cálcio, no interior do canal destes dentes, pode também ser uma alternativa eficaz. O hidróxido de cálcio mostrou-se capaz de estimular novos depósitos de cálcio para preencher a área de tecido removido, evitando uma intervenção cirúrgica numa paciente submetida a tratamento ortodôntico com história prévia de trauma. A reabsorção radicular neste caso foi interrompida e a atividade reparadora iniciada. O autor acredita que o hidróxido de cálcio possa ter estimulado as células mesenquimais indiferenciadas a se transformarem em células como osteoblastos, cementoblastos ou fibroblastos, permitindo a recuperação radicular. O tratamento endodôntico com hidróxido de cálcio pode ser realizado concomitantemente ao tratamento ortodôntico.

Isidor e Stokholm (1992) relatam um caso ortodonticamente tratado que apresentou reabsorção extensa e progressiva no pré-molar inferior. O tratamento da reabsorção incluiu o tratamento endodôntico, realização de cirurgia para remoção do tecido presente na lacuna de reabsorção e reparo radicular imediato com compósito. O processo de reabsorção foi interrompido, entretanto, a saúde periodontal foi comprometida.

Arens (1995) relata que o tratamento endodôntico e a inserção de um implante para estabilização através do dente estendendo-se até o osso foi o meio encontrado para recuperar alguns dentes severamente reabsorvidos.

3 DISCUSSÃO

FREQÜÊNCIA DAS REABSORÇÕES RADICULARES EXTERNAS

As primeiras observações sobre a ocorrência de reabsorções radiculares despertaram o interesse de muitos pesquisadores em avaliar as possíveis relações entre tratamento ortodôntico e reabsorções dentárias. Muitas dúvidas surgiram a partir de então, principalmente em relação à severidade e freqüência dos efeitos adversos provocados às raízes dentárias, após a correção das maloclusões.

O termo reabsorção radicular, como defendido por alguns autores (BECKS; MARSHAL, 1932), é atualmente utilizado pela maioria dos pesquisadores para identificar o processo de eliminação de tecido dentário que pode resultar na redução do comprimento radicular.

As reabsorções radiculares são consideradas uma alteração iatrogênica do tratamento ortodôntico e, portanto, um efeito indesejado. A literatura confirma a associação entre movimento dentário e reabsorção radicular, a qual ocorre numa freqüência bastante variável quando avaliada radiograficamente (KETCHAM, 1929; BECKS, 1939; RUDOLPH, 1940; HEMLEY, 1941; MASSLER; MALONE,

1954; PHILLIPS, 1955). Entretanto, foi demonstrado que as alterações radiculares não são restritas apenas a pacientes submetidos a tratamento ortodôntico, sendo também encontradas em pacientes não tratados (KETCHAM, 1929; RUDOLPH, 1940; MASSLER; MALONE, 1954; PLETS et al., 1974). É possível que a variação encontrada em relação à frequência das reabsorções seja resultado da influência de inúmeros fatores, dentre eles, a magnitude da força utilizada, o tempo de tratamento, extensão do movimento dentário, susceptibilidade individual, distúrbios sistêmicos e outros. O método de avaliação histológica é capaz de detectar com mais precisão a presença de lacunas de reabsorção, se comparado com a avaliação radiográfica; isso talvez explique porque os estudos histológicos encontraram alta frequência de reabsorções (HENRY; WEINMANN, 1951).

Alguns autores acreditam que as reabsorções radiculares provocadas por tratamentos ortodônticos não produzem alterações significantes do ponto de vista clínico. Parece correta a afirmação de que os efeitos adversos do tratamento ortodôntico sobre a superfície radicular são insignificantes na maioria dos casos; entretanto, alguns dentes podem ser severamente afetados (MASSLER; MALONE, 1954, PHILLIPS, 1955; PLETS et al., 1974; COPLAND; GREEN, 1986; REMINGTON et al., 1989; THAIR; SADOWSKY; SCHNEIDER, 1997).

O encurtamento radicular iatrogênico pode ocorrer após a aplicação de forças ortodônticas, entretanto, a gravidade deste problema é variável (HEMLEY, 1941; MASSLER; MALONE, 1954, REMINGTON et al., 1989; LUPI; HANDELMAN; SADOWSKY, 1996; TAHIR; SADOWSKY; SCHNEIDER, 1997). Pode-se considerar que o tratamento ortodôntico é um fator de risco para a

ocorrência de reabsorção radicular e este efeito adverso não deve ser desprezado pelos ortodontistas.

As reabsorções foram estudadas de diversas formas a partir de investigações histológicas e radiográficas. Embora sejam evidentes as alterações radiculares, foi observado histologicamente a presença de uma atividade reparadora da superfície radicular alterada (HENRY, WEINMANN, 1951).

O progresso do processo de reabsorção foi também observado após finalizado o tratamento ortodôntico e sugere-se que contatos oclusais não balanceados, ou a remodelação radicular para regularização de arestas, possam ser a razão pela qual a alteração teve continuidade após o final do tratamento (MARTINS; CANSANÇÃO; SANCHEZ, 1994).

As reabsorções radiculares podem ser observadas em qualquer dente submetido ao movimento ortodôntico. Acredita-se que alguns dentes sejam mais susceptíveis às reabsorções (Quadro 01, página 105). Embora não exista um consenso na literatura em relação aos dentes mais susceptíveis, a maioria dos autores concorda que os incisivos superiores são os mais freqüentemente afetados (HEMLEY, 1941; MASSLER, MALONE, 1954; SHARPE et al., 1987; BECK; HARRIS, 1994; LUPI; HANDELMAN; SADOWSKY, 1996; TAHIR; SADOWSKY; SCHNEIDER, 1997; SAMESHIMA; SINCLAIR, 2001a). Possivelmente, características anatômicas e o movimento dentário requerido para estes dentes durante a correção da maloclusão expliquem a maior freqüência encontrada nestes dentes (OPPENHEIM, 1936).

Quadro 01 – Dentes mais comumente afetados pelas reabsorções radiculares, em ordem decrescente de ocorrência.

AUTOR	DENTES
HEMLEY, 1941	Incisivos centrais; incisivos laterais; primeiros pré-molares; primeiros molares; caninos, segundos pré-molares; segundos molares.
MASSLER; MALONE, 1954	Incisivos centrais e laterais; primeiros molares, primeiros e segundos pré-molares e caninos superiores; caninos, primeiros e segundos pré-molares inferiores; segundos molares.
KENNEDY; JOONDEPH; LITTLE, 1983	Incisivo lateral superior; incisivo central inferior; primeiro molar inferior; incisivo lateral inferior; segundos pré-molares inferiores; segundos pré-molares superiores; caninos superiores; caninos inferiores.
SHARPE et al., 1987	Incisivos centrais e laterais; primeiros molares; caninos.
BECK; HARRIS, 1994	Incisivo central superior; incisivo lateral superior; segundo pré-molar superior; segundo pré-molar inferior.

CAUSAS DAS REABSORÇÕES RADICULARES EXTERNAS

Três tipos de reabsorções são definidas na literatura de acordo com o fator etiológico: fisiológica, patológica e idiopática. A reabsorção causada por tratamentos ortodônticos é considerada uma alteração patológica do tipo suave (WUERHMANN; MANSOSN-HING, 1977) e, para alguns autores, trata-se de uma alteração irreversível (STAFNE; GIBILISCO, 1982).

As células provenientes do ligamento periodontal são responsáveis pelo processo de reabsorção radicular externa (SHAFER; HINE; LEVY, 1987). Acredita-se existir uma susceptibilidade individual, que na presença de algum fator etiológico, influencia o grau em que a reabsorção irá ocorrer (NEVILLE et al., 1955).

Numerosos autores apontam possíveis fatores etiológicos para as reabsorções radiculares: impacções dentárias (KETCHAM, 1927), distúrbios sistêmicos (BECKS; COWDEN, 1942), contatos oclusais traumáticos (NEWMAN, 1975; NEVILLE et al., 1995; REITAN; RYGH, 1996), infecções e neoplasias (WUERMANN; MASNON-HING, 1977), tratamento periodontal, reimplante de dentes, clareamento dental, forças mecânicas do tratamento ortodôntico (NEVILLE et al., 1995), hábitos e restaurações altas (BERGENHOLTZ; HASSELGREN, 1999). Entretanto, pode-se concordar que as causas envolvidas com este problema ainda não estão completamente elucidadas e não envolvem apenas o tratamento ortodôntico (NEVILLE et al., 1995; REITAN; RYGH, 1996; BERGENHOLTZ; HASSELGREN, 1999).

CEMENTO RADICULAR

O cimento é um tecido calcificado que recobre e protege a superfície radicular (COOLIDGE, 1931; OSBORNE; TEN CATE, 1983). A camada de tecido não mineralizado, tecido cementóide, é revestida de cementoblastos e responsável por novas deposições de cimento radicular, para garantir a integridade da raiz em casos de reabsorções mínimas causadas pelo tratamento ortodôntico (BASKAR, 1978).

Algumas características em comum existem entre o osso e o cimento (COLIDGE, 1931; BASKAR, 1978) e acredita-se que o movimento dentário ocorra mais prontamente em relação à reabsorção radicular, devido a maior resistência do cimento em relação ao osso. Tal resistência é atribuída a alguns fatores,

dentre eles; a barreira de tecido cementóide (LINDSKOG; BLOMLÖF; HAMMARSTRÖM, 1987); a presença de colágeno maduro (RYGH, 1977); ausência de vascularização (BASKAR, 1978); a presença de um fator anti-invasivo no cimento e no ligamento periodontal (LINDSKOG; BLOMLÖF; HAMMARSTRÖM, 1983); e a sua independência em relação aos processos metabólicos como a homeostase do cálcio (REITAN; RYGH, 1996).

REABSORÇÕES RADICULARES PROVOCADAS POR TRATAMENTOS ORTODÔNTICOS

Hialinização e danos à camada cementóide

O processo do movimento ortodôntico é baseado na hipótese de que os dentes se movem como resultado de uma resposta biológica dos tecidos periodontais à aplicação de forças mecânicas. As alterações teciduais de reabsorção, degeneração e formação, necessárias para a produção do movimento dentário, são descritas por inúmeros pesquisadores e, normalmente, associadas às reabsorções radiculares (STUTEVILLE, 1937; MORITA et al., 1970, KVAM, 1972; RYGH, 1977; ANDREASEN, 1988; MOYERS, 1991; BRUDVIK; RYGH, 1993; BRUDVIK; RYGH, 1994).

A presença de tecido de hialinização parece ser necessária para que a reabsorção radicular ocorra. Alguns autores demonstraram não existir degradação tecidual de dentes decíduos de origem bovina na ausência de tecido de granulação, no entanto, a reabsorção de tecidos mineralizados parece ocorrer na

presença deste. Acredita-se que o mesmo processo possa ocorrer em dentes permanentes movimentados ortodonticamente (MORITA et al., 1970).

O processo pelo qual a reabsorção radicular acontece não é ainda totalmente compreendido. No entanto, parece haver um consenso entre os autores de que a barreira de proteção que recobre a superfície radicular deve ser lesada para que o processo de reabsorção seja iniciado (RYGH, 1977; JONES; BOYDE, 1988; ANDREASEN, 1988; MOYERS, 1991; BRUDVIK, RYGH, 1993).

Muitas células que parecem estar envolvidas no processo de reabsorção do cemento são citadas na literatura, dentre estas estão os odontoclastos (RYGH, 1977; ZHOU; HUGES; KING, 1997) e osteoclastos (JONES; BOYDE, 1988; ANDREASEN, 1988). Algumas semelhanças estruturais e funcionais são encontradas entre tais células (NE; WHITHERSPOON; GUTMAN, 1999). Durante a remoção do tecido conjuntivo e de células do ligamento periodontal, avaliações histológicas revelaram a participação de macrófagos, bem como de enzimas oriundas de células em degeneração semelhantes aos fibroblastos. Células mononucleadas, possivelmente precursoras de cementoclastos, participariam da remoção de dentina e cemento (BRUDVIK, RYGH, 1993). Posteriormente foram identificadas células semelhantes a macrófagos mononucleados participando da remoção tanto do tecido necrótico de hialinização, como também de partes do cemento radicular (BRUDVIK, RYGH, 1994).

A reabsorção radicular durante o tratamento ortodôntico resulta de uma combinação de fatores mecânicos e biológicos. A aplicação de forças ortodônticas está bastante associada a formação de tecido de hialinização, normalmente envolvido com o processo de reabsorção. Muitas células parecem participar do

processo de remoção dos tecidos de hialinização, osso alveolar e cemento radicular. O mecanismo envolvido na remoção do tecido cementóide, evento necessário para o processo de reabsorção radicular, é ainda pouco compreendido, o que dificulta a prevenção deste problema.

Mediadores das reabsorções óssea e radicular

A aplicação de forças ortodônticas inicia uma série de reações bioquímicas, devido à liberação de algumas substâncias envolvidas no processo de destruição e reorganização tecidual. Citocinas como as interleucinas - 1 foram identificadas histologicamente após a aplicação de forças ortodônticas (DAVIDOVITCH et al., 1988) e possivelmente participam do controle das células de reabsorção radicular (DAVIDOVITCH; LYNCH; SHANFELD, 1988), induzem a produção da prostaglandina E a partir de células como fibroblastos (SAITO et al., 1991) e atuam durante a reação inflamatória característica do movimento dentário para o controle do metabolismo ósseo (UEMATSU; MOGI; DEGUCHI, 1995).

A prostaglandina E parece estimular o movimento dentário, porém, é possível que em altas concentrações, ou que sua permanência por tempo prolongado, resulte em reabsorções radiculares (LEIKER; NANDA; CURRIER, 1995). É provável que a administração de drogas que afetem os níveis de prostaglandina influencie o movimento dentário e as reabsorções radiculares (PROFFIT, 1995; REITAN, RYGH, 1996).

Um aumento na taxa de produção de prostaglandina E nas áreas de pressão foi identificada nas células do ligamento periodontal, entretanto, nas áreas de tensão um efeito contrário foi observado (YOUSEFIAN et al., 1995).

É possível existir uma resposta celular diferenciada a determinados estímulos provocados às diferentes células de reabsorção: osteoclastos e odontoclastos (ANDREASEN, 1988). Em relação à administração de anti-inflamatórios, acredita-se que a aspirina estimule a atividade osteoclástica, porém, iniba a odontoclástica (KAMEYAMA; NAKANE; MAEDA et al., 1993); e que a indometacina iniba a atividade osteoclástica e estimule a odontoclástica (ZHOU; HUGES; KING, 1997). Muitos fatores moduladores da remodelação óssea são descritos na literatura, dentre eles; hormônios, citocinas e agentes farmacológicos (REITAN, RYGH, 1996; ROBERTS, 1996); entretanto, o estímulo à reabsorção óssea e radicular durante a aplicação de forças ortodônticas, ainda não é bem compreendido (REITAN; RYGH, 1996; McNAB; BATTISTUTTA, TAVERNE et al., 1999).

As alterações teciduais que se processam no osso e cemento após aplicação de forças ortodônticas são extensivamente estudadas, no entanto, o mecanismo de ação dos mediadores bioquímicos, responsáveis pelas reações celulares que ocorrem durante o movimento dentário, ainda não são totalmente conhecidos. Estudos futuros sobre este assunto são necessários para auxiliar o controle dos efeitos indesejados sobre a superfície radicular durante o tratamento ortodôntico.

REPARO RADICULAR

Avaliações histológicas revelam áreas de reparo nas lacunas de reabsorção radicular através de novas deposições de cimento (HENRY; WEINMANN, 1951; OWMAN-MOLL; KUROL; LUNDGREN, 1995b; BRUDVIK; RYGH, 1995a; BRUDVIK; RYGH, 1995b). Considera-se necessário um período de repouso ou redução da magnitude das forças aplicadas a um determinado nível, para que o processo de reparo ocorra (RYGH, 1977).

Períodos mais longos de remoção das forças ortodônticas parecem aumentar a frequência de reparo radicular (OWMAN - MOLL; KUROL; LUNDGREN, 1995b). Por outro lado, a persistência de áreas de necrose tecidual pode perpetuar o processo de reabsorção, mesmo após a remoção das forças (BRUDVIK; RYGH, 1995a). A remodelação radicular a partir de novas deposições de cimento nas áreas reabsorvidas parece ser seguida de uma nova inserção do ligamento periodontal (BRUDVICK; RYGH, 1995b).

A capacidade de reparo radicular é comprometida durante a aplicação de forças pesadas para movimentos dentários extensos, através de osso denso ou em direções desfavoráveis, bem como em dentições mutiladas ou com doença periodontal (BADEN, 1970 apud HARRIS; KINERET; TOLLEY, 1997).

Parece existir uma capacidade de reparo da superfície radicular nas áreas reabsorvidas que depende da remoção do tecido necrótico, do nível da força e do seu intervalo de aplicação. Novas deposições de cimento são benéficas ao suporte periodontal, uma vez que, permitem a reinserção das fibras periodontais.

VARIÁVEIS ENVOLVIDAS NA REABSORÇÃO RADICULAR

Fatores intrínsecos

Genética

Parece válida a afirmação de que é possível a participação de um componente genético no processo de reabsorções dentárias (MASSLER; MALONE, 1954; NEWMAN, 1975; LINGE; LINGE, 1991). Níveis semelhantes de reabsorção radicular foram registrados em indivíduos gêmeos reforçando esta evidência (HARRIS; KINERET; TOLLEY, 1997).

Idade e sexo

A alteração degenerativa que ocorre no osso alveolar, ligamento periodontal e cemento radicular (REITAN; RYGH, 1996; RUELLAS; BOLOGNESE, 2000) pode ser um dos motivos pelo qual uma maior susceptibilidade às reabsorções radiculares em indivíduos mais velhos é encontrada por alguns autores (RUDOLPH, 1940; HENRY, WEINMANN, 1951; MASSLER; MALONE, 1954; LINGE; LINGE, 1983). Alguns estudos, no entanto, não apontam diferenças em relação à ocorrência de reabsorções em indivíduos de diferentes idades (PHILLIPS, 1955; DERMAUT; MUNCK, 1986; LEVANDER; MALMGREN, 1988; McFADDEN et al., 1989; GOLDIN, 1989; BECK; HARRIS, 1994; HENDRIX et al., 1994; BAUMIRIND; KORN; BOYD, 1996; LEE; ARTUN;

ALONZO, 1999). Autores que encontraram diferenças em relação à faixa etária avaliaram indivíduos com grandes variações de idade, entre 8 a 79 anos (RUDOLPH, 1940), o que poderia explicar tal ocorrência, uma vez que, acreditava-se existir maior potencial de regeneração dos tecidos periodontais em indivíduos mais novos. Amostras que exibiram menor variação em relação à idade, comparando indivíduos entre 7 e 17 anos, encontraram menor frequência de reabsorções em indivíduos que, em geral, iniciavam o tratamento aos 11 anos, sugerindo existir a influência do fator idade (LINGE; LINGE, 1983). No entanto, outros estudos não apontam diferenças e também avaliaram amostras com maiores e menores variações de idade, o que dificulta maior entendimento em relação à influência deste fator (DERMAUT; MUNCK, 1986; MIRABELLA; ARTUN, 1995b). A presença de pré-dentina em indivíduos jovens é também considerada um fator de resistência às reabsorções (REITAN, 1974).

Maior frequência de reabsorções foi relatada em indivíduos do sexo feminino (HEMLEY, 1941; KJAER, 1995; MARTINS, 2000), entretanto, existe relato de que o sexo masculino apresentou maior frequência de reabsorções durante o tratamento ortodôntico (BAUMIRIND; KORN; BOYD, 1996). A literatura não é unânime em relação a este aspecto e alguns estudos relatam não haver diferenças quanto ao sexo, no que diz respeito à susceptibilidade às reabsorções radiculares (MASSLER; MALONE, 1954; PHILLIPS, 1955; LINGE; LINGE, 1983; DERMAUT; MUNCK, 1986; LEVANDER; MALMGREN, 1988; McFADDEN et al., 1989; GOLDIN, 1989; SPURRIER et al., 1990; BECK; HARRIS, 1994; HENDRIX et al., 1994; LEE; ARTUN; ALONZO, 1999; SAMESHIMA; SINCLAIR, 2001a). Para alguns autores, a maturidade dentária mais avançada no sexo feminino pode estar relacionada a maior predisposição para as reabsorções neste sexo (RITTER

et al., 1999), entretanto, não existem conclusões definitivas em relação a este aspecto e à ocorrência de reabsorções.

Características morfológicas dentárias

O movimento dentário ortodôntico de dentes com raízes incompletamente formadas parece não ser tão prejudicial quanto para os dentes completamente formados. A formação radicular foi continuada, mesmo durante o tratamento ortodôntico, sugerindo alguma resistência dos dentes incompletamente formados (HENDRIX et al., 1994). Tal resistência pode ser atribuída a camada de pré-dentina como sugerido na literatura (REITAN, 1974) e, também, pode estar associada a menor tendência às reabsorções em indivíduos que em geral iniciam o tratamento numa fase ainda jovem (LINGE; LINGE, 1983).

Alterações da morfologia radicular são freqüentemente associadas ao processo de reabsorção durante o tratamento ortodôntico, dentre elas; raízes em forma de “gargalo de garrafa” (McFADDEN et al., 1989), dilaceração radicular (MIRABELLA; ARTUN, 1995b; SAMESHIMA; SINCLAIR, 2001a), dentes invaginados, taurodontia (KJAER, 1995; LEE; ARTUN; ALONZO, 1999), forma radicular em pipeta (LEVANDER; MALMGREN, 1988; THONGUDOMPOR; FREER, 1998; LEVANDER; BAJKA; MALMGREN, 1998; SAMESHIMA; SINCLAIR, 2001a), incisivos laterais conóides (LEE; ARTUN; ALONZO, 1999), raízes pontiagudas (SAMESHIMA; SINCLAIR, 2001a), raízes estreitas (MIRABELLA; ARTUN, 1995b) e raízes previamente arredondadas (LEVANDER; MALMGREN, 1988).

Dentes com raízes curtas exibiram também correlações com as reabsorções radiculares (McFADDEN et al., 1989; MIRABELLA; KJAER, 1995, ARTUN, 1995b; THONGUDOMPOR; FREER, 1998; LEE; ARTUN; ALONZO, 1999). Em alguns casos correlações deste tipo não foram encontradas em relação à forma ou comprimento radicular. Apesar disso, o comprometimento dentário foi considerado muito mais significativo quando envolvem dentes com raízes inicialmente curtas (TAITHONGCHAI; SOOKKORN; KILLIANY, 1996). Embora grande parte dos autores considere maior risco de reabsorção para raízes encurtadas, raízes longas requerem forças de maior intensidade durante o movimento dentário e, portanto, também apresentam riscos de serem reabsorvidas durante o tratamento ortodôntico (MIRABELLA; ARTUN, 1995b).

As alterações morfológicas citadas requerem maior atenção do ortodontista durante o movimento dentário quando estas são identificadas. O exame radiográfico inicial dos pacientes para detecção destas alterações é extremamente importante para um planejamento adequado do tratamento, visando melhores resultados para o paciente, seja através da aplicação de forças leves, acompanhamento radiográfico constante e maior intervalo de ativações.

Anomalias da dentição

Algumas anomalias da dentição parecem aumentar os riscos de reabsorções dentárias. São citadas na literatura a impacção dentária (KETCHAM, 1927; RYGH, 1977; LINGE; LINGE, 1983), dentes inclusos (SHAFER; HINE;

LEVY, 1987; LINGE, LINGE, 1991) e agenesias dentárias (KJAER, 1995; LEVANDER; MALMGREN; STENBACK, 1998).

Os dentes inclusos podem oferecer resistência ao movimento de tracionamento e causar movimentos indesejados nos dentes adjacentes que oferecem ancoragem (LINGE; LINGE, 1991), além disso, estes dentes podem sofrer reabsorções idiopáticas e causar também reabsorção de dentes adjacentes (SHAFER, HINE; LEVY, 1987). Quando anomalias da dentição são identificadas, a utilização de medidas preventivas está indicada.

Estrutura facial e alveolar

Acredita-se que as reabsorções radiculares podem ocorrer em dentes movimentados contra as corticais palatinas, através do osso alveolar com densidade aumentada (BECKS; COWDEN, 1942, SASSOUNI, FORREST, 1971; TEN HOEVE; MULIE, 1976; REITAN; RYGH, 1996). No entanto, avaliações histológicas em animais demonstram não haver diferenças em relação à quantidade de reabsorção observada nas superfícies radiculares, após movimento dentário contra as corticais ou através de osso trabeculado. O dano causado ao ligamento periodontal durante a aplicação de forças ortodônticas foi considerado mais importante do que a densidade óssea, em relação ao estímulo para a reabsorção (WAINWRIGHT, 1973).

Efeitos adversos sobre as estruturas dentárias de 400 pacientes, com idade média de 14 anos, não exibiram correlações com a largura de osso

alveolar, posição das bases ósseas entre si e com a base do crânio, nem mesmo com a altura facial anterior ou o grau de protrusão e inclinação dos incisivos superiores (TAITHONGCHAI; SOOKKORN; KILLIANY, 1996). Entretanto, quando pacientes acima de 19 anos foram avaliados, a largura alveolar reduzida mostrou-se correlacionada às reabsorções, sugerindo limitações para o movimento ortodôntico em alguns casos (HANDELMAN, 1996). É possível que o crescimento em indivíduos mais jovens possa ter influenciado estes diferentes resultados. Além disso, é sugerido por alguns autores existir maior resistência às reabsorções em indivíduos mais jovens (RUDOLPH, 1940; HENRY, WEINMANN, 1951; MASSLER; MALONE, 1954).

Os movimentos dentários de extrusão ou retração de incisivos podem aproximar as raízes dentárias das corticais ósseas, especialmente quando a largura do osso alveolar é reduzida (HORIUCHI; HOTOKEZAKA; KOBAYASHI, 1998). Tais reduções foram identificadas em maloclusões de Classe I, II e III de Angle, acompanhadas de ângulos entre o plano mandibular e a linha sela-násio maiores do que 39° (HANDELMAN, 1996).

É também citado na literatura maior risco de reabsorção em dentes que apresentam ângulos reduzidos entre a cora e raiz, durante os movimentos de extrusão, intrusão e torques, em função da maior proximidade radicular com as corticais ósseas (HARRIS; HASSANKIADEH; HARRIS, 1993).

O movimento dentário através do osso deve evitar a áreas de maior densidade óssea. Maiores cuidados devem ser tomados durante a realização de movimentos de torque, extrusão, intrusão ou retração, especialmente quando a largura alveolar for reduzida.

Fatores sistêmicos

Alterações sistêmicas tais como o hipotireoidismo (DERECH, 2000) e a osteoporose (BECKS; COWDEN, 1942) parecem aumentar a predisposição do indivíduo para as reabsorções. Certas condições, como a produção acentuada de tecido osteóide, dificultam a reabsorção óssea e o movimento dentário e, dessa forma, podem aumentar a frequência de reabsorções radiculares (MOYERS, 1991). A normalização das taxas hormonais, nos casos de hipotireoidismo, está indicada para pacientes a serem submetidos a tratamento ortodôntico, devendo ocorrer um ano antes do início do tratamento (LAINO; MELSEN, 1997).

A influencia do nitrato de gálio foi estudada em relação à reabsorção óssea e a sua administração tornou a matriz óssea mais resistente à reabsorção (LAKATOS; MONG, STERN, 1991). Efeitos da administração do nitrato de gálio sobre a reabsorção radicular ainda não foram estudados. Apesar de inibir a reabsorção óssea, assim como a indometacina (ZHOU; HUGES; KING, 1997), o nitrato de gálio é capaz de aumentar a resistência à reabsorção dos cristais de hidroxiapatita presentes no osso (LAKATOS; MONG; STERN, 1991). A presença destes cristais também é verificada no cimento radicular (BASKAR, 1978) e estudos futuros poderiam esclarecer melhor possíveis interações, uma vez que, a possibilidade de incorporar seletivamente o nitrato de gálio nos cristais de hidroxiapatita, do cimento ou dentina, poderia representar para a ortodontia um meio de prevenir as reabsorções radiculares (CHRISTIANSEN, 1994).

A administração de aspirina (anti-inflamatório não esteróide) mostrou-se eficaz em inibir a reabsorção radicular em animais de laboratório (KAMEYAMA;

NAKANE; MAEDA et al., 1993). Os efeitos deste tipo de anti-inflamatório sobre os tecidos ósseos são conhecidos e parece retardar o movimento dentário durante o tratamento ortodôntico (REITAN; RYGH, 1996). A administração de anti-inflamatórios esteróides durante curtos intervalos inibiu o processo de reabsorção radicular em animais de laboratório (ONG; WALSH; HARBROW et al., 2000). Estudos futuros podem esclarecer melhor os benefícios da aplicação desta substância durante o movimento dentário em humanos, em relação aos danos causados as estruturas radiculares.

Durante a aplicação de forças ortodônticas, a administração de indometacina pode interferir no recrutamento de osteoclastos, reduzindo o número destas células e, conseqüentemente, a extensão do movimento dentário. As reabsorções radiculares são estimuladas por esta substância, porém, a partir da ativação de outras células, possivelmente os odontoclastos (ZHOU; HUGES; KING, 1997).

A administração de esteróides anabolizantes e hormônios sexuais é considerada fator de risco para as reabsorções (SILVA FILHO et al., 1993). Maior número de lesões foram observadas em animais após a aplicação de progesterona e estrógeno (RUELLAS, 1999).

É possível que pacientes usuários de drogas ansiolíticas, como o diazepam, possam apresentar maiores alterações radiculares durante o movimento dentário ortodôntico, uma vez que a administração deste fármaco produziu efeitos indesejados em animais de laboratório (PAIVA, 2001).

Condições patológicas de natureza inflamatória, que se prolongam durante muito tempo, podem provocar uma resposta inflamatória espontânea e tornar o

indivíduo hiper-reativo em algumas situações. O risco de reabsorções é maior nestas condições (DAVIDOVITCH, 1995).

As alterações sistêmicas e patológicas, bem como a administração de substâncias que interferem no movimento dentário e podem causar reabsorções radiculares, devem ser identificadas previamente ao tratamento ortodôntico, desta forma, uma anamnese criteriosa deve ser realizada. Medidas preventivas incluindo a regulação das taxas de hormônio ou a suspensão do uso de certas substâncias, sempre que possível, estão indicadas durante o tratamento ortodôntico.

Tipo de maloclusão

A mordida aberta associada ao padrão muscular anormal da língua parece induzir um aumento do número de lesões na superfície radicular (NEWMAN, 1975).

Pacientes que apresentam transpasse horizontal aumentado podem apresentar maiores níveis de reabsorção radicular (LINGE; LINGE, 1991; HARRIS, BUTLER, 1992; SAMESHIMA; SINCLAIR, 2001a). A maior predisposição nestes casos pode ser explicada, em parte, pelo fato de estes dentes encontrarem-se freqüentemente envolvidos com traumas, ou devido a utilização de elásticos com orientação de Classe II e arcos retangulares com torques ativos, durante a correção desta maloclusão (LINGE; LINGE, 1983; LINGE; LINGE, 1991). Entretanto, nem todos os estudos registram maior

susceptibilidade para este tipo de maloclusão (MIRABELLA; ARTUN, 1995b; LEE; ARTUN; ALONZO, 1999).

Alguns autores não encontram diferenças em relação à frequência de reabsorções em diferentes tipos de maloclusões (HARRIS; BAKER, 1990; BAUMIRIND; KORN; BOYD, 1996; THONGUDOMPOR; FREER, 1998; LEE; ARTUN; ALONZO, 1999). Graus semelhantes de reabsorção foram observados em casos de mordida aberta e sobremordida exagerada. A severidade da maloclusão foi considerada fator de risco para as reabsorções independentemente da maloclusão, dentre elas; grande inclinação do plano palatal ou oclusal; e grande discrepância entre bases ósseas (HARRIS; BUTLER, 1992). Em outro estudo, a complexidade da maloclusão não interferiu nos resultados observados em relação às reabsorções (WICKWIRE et al., 1974).

A angulação reduzida entre a coroa e raiz dentária pode aumentar as chances de reabsorções durante o movimento dentário de extrusão, intrusão e torques, uma vez que, a raiz deste dente encontra-se em maior proximidade com as corticais. Tal angulação foi verificada mais freqüentemente em maloclusões de Classe III (HARRIS; HASSANKIADEH; HARRIS, 1993), sendo esta Classe de maloclusão identificada como a mais freqüente em um grupo de pacientes que apresentaram reabsorções severas (KALEY; PHILLIPS, 1991). Outros resultados apontaram maior frequência de reabsorções em indivíduos com maloclusões de Classe I de Angle, tratados sem extrações (MARTINS, 2000).

As reabsorções parecem ocorrer independentemente do tipo ou severidade das alterações dento-esqueléticas, dessa forma, em qualquer tipo de maloclusão,

mesmo na ausência de qualquer outra variável que possa interferir no processo de reabsorção, os riscos devem ser sempre considerados.

Fatores extrínsecos

Nutrição

Dietas deficientes de alguns nutrientes podem estimular o processo de reabsorção radicular (MARSHALL, 1935). A deficiência de cálcio em animais de laboratório induziu maior secreção do paratormônio, o que estimulou a atividade osteoclástica em animais (GLODIE; KING, 1984; ENGSTRÖM; GRANSTÖM; THILANDER, 1988). Entretanto, maior frequência e severidade de reabsorções radiculares em animais com baixos níveis de cálcio no sangue não foram citadas com unanimidade pelos autores. Em alguns casos, a hipocalcemia não resultou em maiores danos (ENGSTRÖM; GRANSTÖM; THILANDER, 1988).

Opiniões divergentes também são encontradas em relação à influência do paratormônio sobre as alterações radiculares. Alguns autores consideram este hormônio pouco influente sobre o processo de reabsorção. Apesar disso, sugerem que o aumento da taxa de remodelação óssea e a menor densidade óssea favorecem o movimento dentário e reduzem os efeitos adversos sobre a raiz (GOLDIE; KING, 1984). Por outro lado, a ocorrência de reabsorções foi associada a maior atividade de remodelação óssea e ao aumento dos níveis de paratormônio (ENGSTRÖM; GRANSTÖM; THILANDER, 1988).

Apesar das opiniões divergentes, o acompanhamento radiográfico mais freqüente pode evitar maiores alterações radiculares, quando as reabsorções são identificadas precocemente. Em situações onde o risco é presumido este método de prevenção está indicado.

Hábitos

Reabsorções radiculares severas foram associadas aos indivíduos portadores de hábitos como a onicofagia (ODENRICK; BRATTSTRÖM, 1985), deglutição, fonação atípicas (ODEBRECHT; CANTO, 2001).

A persistência de hábitos como a projeção de língua após a remoção do aparelho pode provocar reabsorções radiculares, devido ao constante trauma a que são submetidas as estruturas dentárias (LINGE; LINGE, 1991). Tal afirmação é consistente com os resultados encontrados por outros autores (NEWMAN, 1975; HARRIS; BUTLER, 1992). A projeção lingual pode ainda exacerbar a tendência à reabsorção radicular quando já existe uma predisposição individual (REITAN, RYGH, 1996).

A remoção de hábitos inadequados podem minimizar as chances de reabsorção durante e após o tratamento ortodôntico, contribuindo de forma significativa para o sucesso da terapia ortodôntica. A correção da maloclusão, assim como o encaminhamento do paciente para outra especialidade como a fonoaudiologia, deve ser considerado para a remoção de hábitos como a projeção de língua.

Traumas e tratamento endodôntico

O movimento ortodôntico de dentes traumatizados envolve maiores riscos de reabsorções radiculares (PHILLIPS, 1955; MALMGREN et al., 1982; LINGE; LINGE, 1983; LINGE; LINGE, 1991).

O tratamento endodôntico, no entanto, parece não comprometer o comportamento radicular durante o movimento ortodôntico (SPURRIER et al., 1990; REITAN; RYGH, 1996; MIRABELLA; ARTUN, 1995a). A maior densidade da dentina destes dentes parece ser um fator de proteção contra as reabsorções (REITAN; RYGH, 1996). Entretanto, dentes endodonticamente tratados podem exibir maiores alterações se comparados aos dentes vitais, quando história de traumas estão envolvidas, dentre elas, reimplante, fraturas, intrusão ou extrusão (WICKWIRE et al., 1974).

Maiores cuidados são necessários durante o movimento dentário de dentes traumatizados, nestes casos, devem ser empregadas forças leves e utilizados intervalos maiores de ativação. O controle radiográfico constante deve ser realizado, principalmente quando reabsorções são identificadas nestes dentes antes do tratamento ortodôntico.

Magnitude e direção da força ortodôntica

Existe uma preocupação em relação ao emprego de forças pesadas para o movimento dentário. Acredita-se que as reabsorções radiculares sofram influência

do tipo de força aplicada e considera-se que forças pesadas devem ser evitadas (OPPENHEIM, 1936; REITAN, 1960; SASSOUNI; FORREST, 1971; MAYORAL; MAYORAL, 1971). É provável que tais forças causem maiores alterações no ligamento periodontal (OPPENHEIM, 1936; ALMEIDA, 2001), o que pode ser considerado um efeito indesejado, uma vez que a formação do tecido de hialinização é freqüentemente associada às reabsorções radiculares (MORITA et al., 1970; KVAM, 1972; RYGH, 1977). Entretanto, variações individuais são descritas na literatura e níveis semelhantes de reabsorção são encontrados em resposta a forças de magnitude diferentes (OWMAN-MOLL; KUROL; LUNDGREN, 1995a; OWMAN-MOLL; KUROL; LUNDGREN, 1996; KUROL; OWMAN-MOLL; LUNDGREN, 1996). O tempo de aplicação da força ortodôntica é dito ser mais prejudicial quando realizada por períodos prolongados, principalmente quando associado a forças pesadas (REITAN, 1974; MAYORAL, MAYORAL, 1976; HARRY; SIMS, 1982).

Intervalos reduzidos (1 semana) de ativações das forças aplicadas parecem aumentar a freqüência de reabsorções de forma significativa (KUROL; OWMAN - MOLL; LUNDGREN, 1996), entretanto, outros estudos sobre a aplicação de forças interrompidas em comparação as forças contínuas de mesma magnitude não revelam diferenças em relação a quantidade ou severidade das reabsorções (OWMAN - MOLL; KUROL; LUNDGREN, 1995a). Variações individuais são bastante comuns na ocorrência das reabsorções, em resposta a diferentes regimes de aplicação de forças leves ou pesadas (OWMAN - MOLL; KUROL; LUNDGREN, 1996; OWMAN - MOLL; KUROL; LUNDGREN, 1995a). Tais resultados encontram-se sumarizados no Quadro 02, página 126.

Parece válida a afirmação de que forças leves devem ser utilizadas. A determinação de uma força ótima, no entanto, deve ser considerada individualmente em cada paciente, após a análise de características mecânicas e biológicas particulares de cada caso. Em pacientes adultos, os intervalos de ativação das forças devem ser prolongados, de forma a permitir maior capacidade de reparo (ALMEIDA, 2001).

Quadro 02 - Reabsorções radiculares observadas após o movimento dentário de pré-molares, com direção vestibular.

AUTOR	FORÇA (grama)	DURAÇÃO E TIPO DE FORÇA	RESULTADOS
OMAN-MOLL; KUROL; LUNDGREN, 1995a	50	4 semanas (contínua*) 4 semanas (interrompida) 7 semanas (contínua*) 7 semanas (interrompida)	1) Não houve diferença em relação à quantidade e severidade das reabsorções entre os grupos. 2) Grande variação individual.
OMAN-MOLL; KUROL; LUNDGREN, 1996	50 200	7 semanas (contínua*)	
KUROL; OWMAN-MOLL LUNDGREN, 1996	50	7 semanas (contínua*)	1) Maior severidade ao final das 7 semanas (20 vezes maior em relação ao controle). 2) Grande variação individual.

* Reativação semanal.

Direção do movimento dentário

Muitos movimentos dentários são associados à ocorrência de reabsorções, dentre eles encontram-se os movimentos produzidos por dobras de *tip-back* (HUETTNER; WHITMAN, 1958), torques (KALEY, PHILLIPS, 1991; MIRABELLA;

ARTUN, 1995a), movimento de inclinação (REITAN, 1960), intrusão dentária (DERMAUT; MUNCK, 1986; BECK; HARRIS, 1994; REITAN; RYGH, 1996); protrusão (GOLDIN, 1989), translação em massa de dentes anteriores (REITAN; RYGH, 1996), bem como as extrusões de incisivos em pacientes que exibem largura alveolar reduzida (HORIUCHI; HOTOKEZAKA; KOBAYASHI, 1998).

A extensão do movimento de intrusão parece não influenciar a quantidade de reabsorção (DERMAUT; MUNCK, 1986; McFADDEN et al., 1989), porém, este tipo de movimento inspira maiores cuidados quando realizado em indivíduos adultos (REITAN; RYGH, 1996) ou envolvendo dentes com ângulos reduzidos entre a coroa e raiz dentária (HARRIS; HASSANKIADEH; HARRIS, 1993). Outros estudos apontam correlações entre a frequência de reabsorções e extensão do movimento de intrusão (COSTOPOULOS, 1996), entretanto, reduções do comprimento radicular de graus variados são encontradas após o movimento de intrusão (DERMAUT; MUNCK, 1986; McFADDEN et al., 1989; COSTOPOULOS, 1996), tais resultados são demonstrados no Quadro 03, página 128.

É possível que a utilização de forças leves durante o movimento dentário em diferentes direções reduza a formação do tecido de hialinização, prevenindo os efeitos indesejados do tratamento ortodôntico, principalmente durante movimentos extensos.

Períodos prolongados de tratamento ortodôntico podem aumentar a frequência das reabsorções radiculares (ODENRICK; BRATTSTRÖM, 1985; SHARPE et al., 1987; BAUMIRIND; KORN; BOYD, 1996; SAMESHIMA; SINCLAIR; 2001b). Para grande parte dos pacientes jovens entre 12 e 13 anos, os efeitos adversos são observados após 1 ano e meio do tratamento e a

freqüência das reabsorções parece aumentar gradualmente à medida que o tratamento progride, alcançando valores significativos após 3 anos de tratamento (RUDOLPH, 1940). Outros autores não demonstram diferenças estatisticamente significativas, em relação à freqüência de reabsorções em pacientes submetidos a tratamentos ortodônticos de duração variável (PHILIPHS, 1955; WICKWIRE et al., 1974; LINGE; LINGE, 1983; LEVANDER; MALMGREN, 1988; HENDRIX et al., 1994; MALMGREN; ELIASSON, 1994; BECK; HARRIS, 1994; MIRABELLA; ARTUN, 1995b; THONGUDOMPOR; FREER, 1998; LEE; ARTUN; ALONZO, 1999; MARTINS, 2000).

Quadro 3 – Reabsorções radiculares após movimento de intrusão de extensão e magnitude de força variáveis.

AUTOR	FORÇA (grama)	EXTENSÃO DO MOVIMENTO (milímetro)	RESULTADOS
DERMAUT; MUNCK, 1986	100	3,6 (incisivos superiores)	1) Reabsorções radiculares de 2,5 mm (em média). 2) Ausência de correlação entre extensão do movimento e freqüência de reabsorção.
McFADDEN et al., 1989	25 (por dente)	0,70 (incisivos superiores) 0,85 (incisivos inferiores)	1) Reabsorções radiculares de 1,84 mm nos incisivos superiores; 0,61 mm nos incisivos inferiores (em média). 2) Ausência de correlação entre extensão do movimento e freqüência de reabsorção.
COSTOPOULOS, 1996	15 (por dente)	1,9 (incisivos superiores)	1) Reabsorções radiculares de 0,6 mm (em média). 2) Correlação significativa entre extensão do movimento e freqüência de reabsorção.

Tempo de tratamento e extensão do movimento dentário

Grandes extensões de movimento dentário são associadas a maior frequência de reabsorções (SASSOUNI; FORREST, 1971, BAUMIRIND; KORN; BOYD, 1996; MIRABELLA; ARTUN, 1995b; SAMESHIMA; SINCLAIR; 2001b). A quantidade do movimento dentário, durante o movimento de retração, parece influenciar de forma significativa o grau e frequência das reabsorções radiculares, no entanto, tais associações não foram encontradas em relação ao movimento de intrusão (BAUMIRIND; KORN; BOYD, 1996; McFADDEN et al., 1989), extrusão e protrusão (BAUMIRIND; KORN; BOYD, 1996). Resultados de outros estudos apontam maior envolvimento radicular durante movimentos extensos de intrusão (COSTOPOULOS, 1996). Acredita-se que para cada 1 mm de retração dos incisivos ocorra 0,49 mm de reabsorção radicular (BAUMIRIND; KORN; BOYD, 1996). No entanto, outros estudos não apontam relação entre quantidade de movimento dentário e reabsorções radiculares (WICKWIRE et al., 1974; ODENRICK; BRATTSTRÖM, 1985).

Tratamentos ortodônticos envolvendo extrações dentárias podem exigir maior deslocamento dentário e, portanto, estão associados a maior frequência de reabsorções radiculares (McNAB et al., 2000). Um programa de extrações seriadas, quando devidamente indicado, pode trazer benefícios ao paciente ao evitar extrações futuras e tratamentos ortodônticos com movimentos extensos (KENNEDY; JOONDEPH; LITTLE, 1983).

Outros fatores do tratamento ortodôntico

A utilização de arcos retangulares é citada na literatura como fator de risco para as reabsorções (LINGE; LINGE, 1983; LINGE; LINGE, 1991). Os níveis de fricção aumentam quando arcos espessos são utilizados, oferecendo resistência ao movimento dentário, podendo causar reabsorções (MAYORAL; MAYORAL, 1971). Tais associações não foram encontradas em alguns estudos (LEVANDER; MALMGREN, 1988; MALMGREN; ELIASSON, 1994; MIRABELLA; ARTUN, 1995b; SAMESHIMA; SINCLAIR, 2001b).

A utilização de aparelhos extra-orais no arco superior, para promover o movimento distal dos primeiros molares permanentes, deve considerar a posição relativa do segundos molares permanentes não erupcionados. Em alguns casos, o padrão anormal de erupção destes dentes, em direção mesial, pode causar reabsorções radiculares dos primeiros molares que estão sendo movimentados para distal (LANGFORD; SIMS, 1981).

Alguns procedimentos ortodônticos parecem influenciar o grau de reabsorções: o uso de aparelhos extra-orais, associado aos elásticos com orientação de Classe II (De SHIELDS, 1969); a expansão rápida da maxila (BARBER, SIMS, 1981); extrações dentárias (KENNEDY; JOONDEPH; LITTLE, 1983; SHARPE et al., 1987; BLAKE; WOODSIDE; PHAROAH, 1995; PIZZATO, 1997; MARTINS, 2000; McNAB et al., 2000; SAMESHIMA; SINCLAIR, 2001b); a utilização de elásticos com orientação de Classe II por tempos prolongados (LINGE; LINGE, 1983; LINGE; LINGE, 1991; MIRABELLA; ARTUN, 1995b); e cirurgia maxilar (KALEY, PHILLIPS, 1991). Entretanto, não foram considerados

fatores de risco por todos os autores, o uso de elásticos intra-orais (LEVANDER; MALMGREN, 1988; MALMGREN; ELIASSON, 1994; SAMESHIMA; SINCLAIR; 2001b) e a realização de extrações (McFADDEN et al., 1989; HENDRIX et al., 1994; MALMGREN; ELIASSON, 1994; BAUMIRIND; KORN; BOYD, 1996; LEE; ARTUN; ALONZO, 1999).

A utilização de diferentes mecânicas de tratamento não parece interferir no processo de reabsorção (LEVANDER; MALMGREN, 1988; BECK; HARRIS, 1994; BLAKE; WOODSIDE; PHAROAH, 1995; ALEXANDER, 1996). Acredita-se que a resposta biológica ao tratamento ortodôntico não seja dependente da mecânica utilizada em um tipo de aparelho (WICKWIRE et al., 1974; ALEXANDER, 1996), mas sim, da natureza da força liberada por estes, a qual é controlável pelos ortodontistas (OPPENHEIM, 1936). Entretanto, maior freqüência de reabsorções foi encontrada em pacientes que utilizavam aparelho de Begg (McNAB et al., 2000) ou aparelhos fixos em geral, quando comparados aos removíveis (LINGE; LINGE, 1983).

A liberação de forças pelos aparelhos de contenção foi apontada como possível fator de contribuição para a continuidade do processo de reabsorção, após o término da fase ativa de tratamento (BARBER; SIMS, 1981). Entretanto, a manutenção do aparelho expensor como contenção, nos casos de expansão rápida da maxila, parece estimular o processo de reparo radicular após os três primeiros meses (LANGFORD, 1982).

É provável a liberação de forças durante a contenção, no entanto, estas tendem a estabilização com o tempo, possivelmente através da alteração das posições dentárias. Os aparelhos de contenção utilizados após a finalização dos

tratamentos ortodônticos devem ser adaptados de forma passiva para evitar alterações indesejadas nas posições dos dentes, bem como evolução do processo de reabsorção radicular, quando forças são liberadas por estes aparelhos.

DIAGNÓSTICO DAS REABSORÇÕES

Algumas características anatômicas que podem ser observadas radiograficamente auxiliam o diagnóstico das reabsorções radiculares. Grandes discrepâncias entre o comprimento radicular de raízes vestibulares e linguais de molares superiores, raízes dos molares inferiores menores do que a dos pré-molares adjacentes, e caninos com raízes de tamanho igual ou menor do incisivos laterais podem estar relacionados a processos de reabsorção radicular (WORTH, 1963 apud NEWMAN, 1975). O envolvimento de muitos dentes sugere a existência de um fator sistêmico associado (STAFNE; GIBILISCO, 1982).

Embora o processo de reabsorção possa reduzir o comprimento radicular em alguns casos, normalmente, a lâmina dura e o espaço periodontal são preservados e os dentes respondem positivamente aos testes de vitalidade, quando o fator etiológico é o tratamento ortodôntico (WUERMAN; MANSON-HING, 1977).

As radiografias convencionais, digitais, panorâmicas, cefalométricas e a laminografia podem ser utilizadas para o estudo e diagnóstico das reabsorções radiculares (TEN HOEVE; MULIE, 1976; COPELAND; GREEN, 1986; HARRIS;

BAKER, 1990; LEVANDER; BAJKA; MALMGREN, 1998; BERGENHOLTZ; HASSELGREN, 1999; SAMESHIMA; ASGARIFAR, 2001). Entretanto, a utilização de radiografias cefalométricas parece estar restrita a avaliação de apenas alguns dentes, como os incisivos e caninos (COPELAND; GREEN, 1986; HARRIS; BAKER, 1990), sendo as radiografias panorâmicas utilizadas durante a avaliação do comprimento radicular dos molares (HARRIS; BAKER, 1990). Alguns autores consideram limitada a utilização de radiografias panorâmicas para diagnóstico das reabsorções radiculares, devido a magnificação de aproximadamente 20% da imagem que pode ser verificada principalmente na região de incisivos, além da pobre nitidez da imagem da raiz dentária (SAMESHIMA; ASGARIFAR, 2001). A sensibilidade das radiografias digitais foi considerada semelhante a das radiografias convencionais em relação à detecção de alterações radiculares e, além disso, apresentam vantagens como facilidade de obtenção da imagem e menor dose de radiação para o paciente, permitindo um controle radiográfico mais freqüente (LEVANDER; BAJKA; MALMGREN, 1998). A laminografia apresenta vantagens sobre a radiografia cefalométrica, eliminando a sobreposição de imagens (TEN HOEVE; MULIE, 1976), no entanto, as radiografias mais acessíveis e comumente utilizadas são as radiografias periapicais convencionais, através de técnicas padronizadas como a do paralelismo.

O método histológico de detecção de reabsorções permite uma avaliação precisa da localização e extensão do dano causado. Alguns estudos utilizaram este método em animais de laboratório (BRUDVIK; RYGH, 1993; ZHOU; HUGES; KING, 1997), outros para a avaliação de dentes e estruturas de suporte provenientes de indivíduos submetidos a autópsia (HENRY; WEINMANN, 1951) ou para a avaliação da reabsorção radicular em humanos, após a aplicação de

forças ortodônticas em dentes que seriam posteriormente extraídos (OWMAN - MOLL; KUROL; LUNDGREN, 1995b). No entanto, o método de diagnóstico histológico não é aplicável em seres humanos para o acompanhamento periódico de controle das reabsorções radiculares, durante o tratamento ortodôntico.

A detecção radiográfica das reabsorções radiculares torna-se mais sensível à medida que a extensão da cavidade aumenta (LEVANDER; BAJKA; MALMGREN, 1998). Algumas cavidades de reabsorção podem não ser diagnosticadas até que uma certa extensão seja alcançada e lacunas de reabsorção, localizadas nas faces vestibular ou lingual da superfície radicular, são de difícil visualização (BERGENHOLTZ; HASSELGREN, 1999).

O acompanhamento radiográfico periódico dos pacientes ortodônticos pode ser capaz de aumentar a possibilidade de detecção precoce das reabsorções e indicar a necessidade de novas condutas durante o tratamento ortodôntico, no sentido de evitar a progressão destas lesões. Dessa forma, melhores resultados do tratamento ortodôntico poderão ser alcançados.

MÉTODOS DE PREVENÇÃO

A expansão do arco dentário, quando estão presentes caninos impactados ameaçando a integridade radicular dos dentes adjacentes, pode evitar reabsorção ao prover espaço suficiente para erupção dos caninos (KETCHAM, 1927). No entanto, resultados de estudos radiográficos revelam a ocorrência de reabsorções radiculares em pacientes submetidos a tratamento ortodôntico com expansões da

maxila (BARBER; SIMS, 1981; LANGFORD, 1982). Em alguns casos, pode ser necessário o tracionamento ortodôntico de dentes impactados e, de acordo com a literatura, tais dentes também ofereceriam riscos aos dentes adjacentes em função da ancoragem que oferecem (LINGE; LINGE, 1991). Apesar destes fatores, o tratamento ortodôntico com expansões e tracionamento ortodôntico, nestes casos, pode oferecer benefícios estéticos e funcionais para o paciente, os quais devem ser considerados.

A observação do grau de reabsorções radiculares nos exames iniciais de pacientes que serão submetidos a tratamento ortodôntico é considerado um bom método para prever a tendência de reabsorções característica destes pacientes (MASSLER; MALONE, 1954). Inúmeros outros fatores podem influenciar este comportamento, de forma que, caso não sejam identificadas reabsorções prévias, estas poderão também ser observadas durante ou ao final do tratamento e, portanto, o risco não deve ser desprezado em nenhuma hipótese.

O tratamento endodôntico de dentes com severas reabsorções, que exibem reabsorção radicular progressiva antes do tratamento ortodôntico, pode evitar a progressão do processo de reabsorção. A utilização de forças leves está indicada para o movimento dentário destes dentes (MALMGREN et al., 1982).

Aumentando-se os intervalos de ativação dos aparelhos ortodônticos, prolonga-se também o tempo de tratamento, que é considerado um fator de risco para as reabsorções (BAUMIRIND; KORN; BOYD, 1996). Apesar disso, intervalos de ativação das forças ortodônticas entre 2 ou 3 meses mostrou-se eficaz em prevenir o progresso de reabsorções durante o tratamento ortodôntico (LEVANDER; MALMGREN; ELIASSON, 1994). Outros métodos citados na

literatura para evitar reabsorções extensas incluem a utilização de forças leves e interrompidas e uso de placas de mordida, associados ao acompanhamento radiográfico periódico (REITAN; RYGH, 1996). A inclusão de dentes com reabsorções prévias numa fase mais avançada do tratamento ortodôntico parece reduzir os riscos de continuidade do processo de reabsorção. Alguns autores consideram necessário um replanejamento da terapêutica ou até mesmo a interrupção temporária ou definitiva do tratamento, de acordo com a gravidade do problema, caso sejam detectadas reabsorções radiculares durante o curso do tratamento (TAVARES; SAMPAIO, 1997).

A administração do hormônio da tireóide (T4) mostrou-se efetiva em inibir o processo de reabsorção em animais de laboratório e em pacientes submetidos a tratamento ortodôntico (POUMPROS; LOBERG; ENGSTRÖM, 1994; LOBERG; ENGSTRÖM, 1994). No entanto, este hormônio também foi associado a uma maior liberação de substâncias que estimulam a reabsorção radicular, a partir de monócitos humanos (ROSSI; WHITCOMB; LINDELMANN, 1996). É considerada prematura a indicação de uso deste hormônio para o controle da reabsorção radicular, devido aos seus efeitos adversos sobre as estruturas ósseas (CHRISTIANSEN, 1994).

O controle radiográfico nos primeiros 6 a 9 meses de tratamento parece ser efetivo para a identificação do risco de reabsorção radicular provável de ocorrer ao final do tratamento (LEVANDER; MALMGREN, 1988). O custo e os efeitos adversos das doses de radiação devem, no entanto, ser considerados. O acompanhamento radiográfico através de radiografias digitais, a cada 3 ou 6

meses, é considerado efetivo e oferece maior proteção ao paciente contra a radiação (LEVANDER; BAJKA; MALMGREN 1998).

É importante estabelecer medidas preventivas frente às reabsorções radiculares em todos os casos submetidos a tratamento ortodôntico, principalmente em pacientes que sofreram traumas dentários. Tais medidas incluem o controle radiográfico periódico a cada três ou seis meses e, de acordo com a gravidade do problema, a interrupção da aplicação de forças ortodônticas, redução do movimento dentário dos dentes com reabsorções, imposição de limites aos objetivos do tratamento e, em casos mais severos, pode ser necessária até a interrupção do tratamento (RITTER et al., 1999).

A eliminação de hábitos parece ser de vital importância para o sucesso do tratamento ortodôntico, uma vez que representa uma forma de evitar efeitos indesejáveis como as reabsorções radiculares, quando o hábito permanece após o tratamento (HARRIS; BUTLER, 1992) e, além disso, pode reduzir as chances de progresso das reabsorções durante a realização dos movimentos dentários (ODEBRECHT; CANTO, 2001).

O processo de reabsorção e reparo radicular sofre influência de inúmeras variáveis. A etiologia multifatorial das reabsorções torna a compreensão da atividade de reabsorção radicular um processo bastante complexo e ainda pouco elucidado. Um maior entendimento dos mecanismos envolvidos é capaz de aumentar as chances de prevenção deste efeito adverso durante a realização dos tratamentos ortodônticos, através de procedimentos clínicos mais adequados.

SUPORTE PERIODONTAL

O processo de reabsorção radicular é normalmente acompanhado pela destruição das fibras periodontais do ligamento periodontal e, dessa forma, compromete o suporte dentário oferecido por estas fibras (COOLIDGE, 1931). Quando a região apical da raiz é reabsorvida, o dano causado é menos significativo do que a perda da óssea alveolar na região cervical, já que o maior número de fibras encontra-se localizado nesta área (BRODIE apud JACOBSON, 1952). A perda radicular associada à perda óssea é bastante destrutiva em relação à estabilidade da dentição (PLETS et al., 1974), podendo inclusive induzir maior número de recidivas (SHARPE et al., 1987). Considera-se a perda óssea de 1 mm na região cervical equivalente a uma redução apical de 3 mm da raiz (KALKWARF; KREJCI; PAO, 1986).

Acredita-se que uma redução do comprimento radicular de 1 a 2 mm cause um prejuízo de 5 a 10% em relação ao suporte periodontal, o que foi considerado clinicamente insignificante (PHILLIPS, 1955; KALKWARF; KREJCI; PAO, 1986). Reduções radiculares na ordem de 0,5 mm a 1,8 mm foram consideradas insignificantes do ponto de vista clínico, pois os benefícios alcançados com o tratamento ortodôntico compensam tais efeitos (SJOLIEN; ZACHRISSON, 1973).

MOBILIDADE

A mobilidade pode ocorrer após uma redução significativa do comprimento radicular resultando numa proporção coroa e raiz desfavorável (NEWMAN, 1975;

GOULTSCHIN; NITZAN; AZAZ, 1982). No entanto, esta conseqüência indesejada parece estar limitada a poucos casos citados na literatura, geralmente, associada às reabsorções severas (REMINGTON et al., 1989). Reduções maiores do que 9 mm do comprimento radicular original foram associadas à ocorrência de reabsorções (LEVANDER, MALMGREN, 2000).

Poucos casos de insucessos são relatados na literatura. Acredita-se que raramente seja necessária a extração de dentes após uma reabsorção extrema com prejuízos a função dentária (NEWMAN, 1975).

SEVERIDADE DA REABSORÇÃO RADICULAR

Diversos autores classificam as reabsorções quanto a severidade, de diferentes formas (MASSLER; MALONE, 1954; PHILLIPS, 1955; NEWMAN, 1975; MALMGREN et al., 1982; COPELAND, GREEN, 1986; SHARPE et al., 1987).

A quantidade de reabsorções pode ser avaliada em milímetros ou proporções. Considera-se reabsorções envolvendo até 2 mm como leves (MASSLER; MALONE, 1954; NEWMAN, 1975). Graus moderados incluem reabsorções que envolvem de 2 a 4 mm do comprimento radicular. Maior severidade estaria associada a reabsorções com perda de mais de 4 mm da estrutura radicular (MASSLER; MALONE, 1954).

A classificação por proporção determina tipos de reabsorções leves, quando apresentam apenas um arredondamento do ápice (NEWMAN, 1975; PHILLIPS, 1955). Reabsorções moderadas são representadas pelo envolvimento

radicular de até um quarto do seu comprimento (PHILLIPS, 1955; SHARPE et al., 1987), porém, há que considere reduções menores do que um terço do comprimento radicular original, uma reabsorção de grau moderado (NEWMAN, 1975). As reabsorções severas normalmente envolvem perda radicular de pelo menos um terço do comprimento (NEWMAN, 1975; MALMGREN et al., 1982) ou mais do que um quarto (PHILLIPS, 1955; SHARPE et al., 1987). A utilização de medidas de proporção durante a classificação parece ser mais apropriada, uma vez que o comprimento radicular é variável e, dessa forma, os valores numéricos absolutos poderiam não expressar o significado das reabsorções que ocorrem em dentes de diferentes tamanhos.

Durante os tratamentos ortodônticos, a ocorrência de reabsorção radicular é um achado comum, no entanto, na maioria dos casos as reabsorções não são severas. O processo de reabsorção pode se estender além da fase ativa de tratamento, quando forças são liberadas pelo aparelho de contenção, entretanto, mínimas alterações são evidenciadas (COPELAND; GREEN, 1986). De maneira geral, os efeitos do tratamento ortodôntico superam os efeitos adversos decorrentes (HARRIS; KINERET; TOLLEY, 1997).

Muito pouco se conhece a respeito do prognóstico dos dentes com reabsorções severas devido ao número reduzido de publicações a este respeito. Existem registros de alguns casos onde dentes severamente reabsorvidos persistem funcionalmente na boca por muitos anos. Nestes casos, o acompanhamento radiográfico foi realizado durante 12 ou 33 anos no máximo (KETCHAM, 1927; PARKER, 1997).

ALTERNATIVAS PARA O TRATAMENTO DAS REABSORÇÕES RADICULARES

Algumas formas de tratamento para as reabsorções radiculares extensas têm sido sugeridas. A aplicação intracanal de hidróxido de cálcio parece ser efetiva para o tratamento destes casos (SAAD, 1989; GHOLSTON; MATTISON, 1983), podendo ser necessária a imobilização dentária em algum momento (GHOLSTON; MATTISON, 1983). O movimento ortodôntico parece não interferir na ação do hidróxido de cálcio (SAAD, 1989).

O tratamento endodôntico e a colocação de um implante de estabilização através do osso são recursos utilizados para a recuperação de dentes severamente reabsorvidos (ARENS, 1995). No entanto, o tratamento endodôntico associado a remoção cirúrgica do tecido presente na lacuna de reabsorção, seguido do reparo radicular imediato com compósito, não apresentou resultado satisfatório em relação à saúde periodontal (ISIDOR; STOKHOLM, 1992).

Apesar de existirem opiniões divergentes em relação às variáveis envolvidas no processo de reabsorção radicular, a susceptibilidade individual parece ser um aspecto relevante em relação a este problema. Mesmo na ausência de qualquer fator de risco identificado, qualquer indivíduo é passível de apresentar reabsorções radiculares. Dessa forma, os riscos devem ser sempre considerados durante o tratamento ortodôntico. Os métodos propostos para o tratamento de reabsorções extensas, sem dúvida, constituem um ótimo recurso a ser utilizado sempre que necessário. No entanto, todo esforço deve ser realizado

no sentido de evitar que estas lesões ocorram, sendo a prevenção deste problema o objetivo mais importante durante o tratamento ortodôntico.

4 CONCLUSÕES

A partir dos dados obtidos nesta revisão, algumas condutas são sugeridas em relação aos pacientes que serão submetidos a tratamentos ortodônticos:

a - Anamnese criteriosa do paciente, buscando evidências de casos de reabsorção radicular na família, distúrbios sistêmicos, uso de quaisquer substâncias que possam interferir com o processo de reabsorção, patologias de natureza inflamatória, bem como história de traumas e hábitos deletérios;

b - Exame clínico detalhado, incluindo avaliação da saúde periodontal, como também de ausências dentárias ou alterações morfológicas da dentição;

c - Avaliação radiográfica antes, durante e após o tratamento ortodôntico, em intervalos de 6 meses, ou a cada 3 meses quando identificados fatores risco envolvidos. Evidências de reabsorções prévias, trajetos anormais de erupção dos dentes, principalmente de caninos e segundos molares superiores. A altura das cristas ósseas deve ser observada nas radiografias iniciais;

d - Utilização de forças leves, remoção de hábitos, instalação de aparelhos de contenção passivos e ajuste oclusal ao final do tratamento;

e - Maior intervalo de ativação das forças ortodônticas quando reabsorções radiculares forem identificadas durante a fase ativa de tratamento, de forma a permitir reparo da superfície radicular;

f - Replanejamento do tratamento ortodôntico, quando verificadas reabsorções progressivas que não são interrompidas depois de ampliados os intervalos de ativação com forças leves. Deve-se considerar, em casos severos, a interrupção do tratamento de forma a evitar perdas dentárias;

g - A inclusão de dentes em estágios mais avançados do tratamento, quando as reabsorções são previamente identificadas, pode minimizar os efeitos deletérios do movimento ortodôntico, sempre que possível, este recurso deve ser utilizado.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. R. Entrevista. **Rev. Dental Press Orthodon. Ortop. Facial**, Maringá, v. 6, n. 5, p. 1 - 17, set./out. 2001.
- ANDREASEN, J. O. Review of root resorption systems and models. Etiology of root resorption and the homeostatic mechanisms of the periodontal ligament. In: INTERNATIONAL CONFERENCE, 1., 1988, Ohio. **Anais...** Alabama: EBSCO Media, 1988. p. 9-22.
- ALEXANDER, S. A. Levels of root resorption associated with continuous arch and sectional arch mechanics. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 110, n. 3, p. 321 - 324, Sep, 1996.
- ARENS, D. E. An alternative treatment for the severity resorped maxillary lateral incisors: a sequela of ectopic eruption. **J. Endodon.**, Baltimore, v. 21, n. 2, p. 95 - 100, Feb. 1995.
- BARBER, A. F.; SIMS, M. R. Rapid maxillary expansion and external root resorption in man: A scanning electron microscope study. **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v. 79, n. 6, p. 630-652, June 1981.
- BAUMRIND, S.; KORN, E. L.; BOYD, R. L. Apical root resorption in orthodontically treated adults. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 110, n. 3, p. 311 - 320, Sep. 1996.
- BECK, B. W.; HARRIS, E. F. Apical root resorption in orthodontically treated subjects: analysis of edgewise and light wire mechanics. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 105, n. 4, p. 350 - 361, Apr. 1994.
- BECKS, H. Orthodontic prognosis: Evaluation of routine dento-medical examinations to determine "good and poor risk". **Am. J. Orthod. Oral Surg.**, St. Louis, v. 25, n. 7, p. 610 - 624, Jul. 1939.
- BECKS, H.; COWDEN, R. C. Root resorption and their relation to pathologic bone formation. Part II. Classification, degrees, prognosis and frequency. **Am. J. Orthod. Oral Surg.**, St. Louis, v. 28, n. 8, p. 513 - 526, Aug. 1942.
- BECKS, H.; MARSHALL, J. A. Resorption or absorption?. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 19, n. 9, p. 1528 - 1537, Sep. 1932.

BERGENHOLTZ, G., HASSELGREN, G. Endodontia e periodontia. In: LINDHE, J.; KARRING, T.; LANG, N. P. **Tratado de periodontia clínica e implantodontia oral**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. cap. 9, p. 208 - 320.

BHASKAR, S. N. **Histologia e embriologia oral de Orban**. 8. ed. São Paulo: Artes Médicas, 1978. 484 p.

BLAKE, M.; WOODSIDE, D. G.; PHAROAH, M. J. A radiographic comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with the edgewise and Speed appliances. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 108, n. 1, p. 76 - 84, Jul. 1995.

BREZNIAK, N.; WASSERSTEIN, A. Root resorption after orthodontic treatment: Part I. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v.103, n. 1, p. 62 - 66, Jan. 1993.

BRUDVIK, P.; RYGH, P. Multi-nucleated cells remove the main hyalinized tissue and start resorption of adjacent root surfaces. **Eur. J. Orthod.**, Oxford, v. 16, n. 4, p. 265 - 273, Aug. 1994.

BRUDVIK, P.; RYGH, P. Non-clast cells start orthodontic root resorption in the periphery of hialinized zones. **Eur. J. Orthod.**, Oxford, v. 15, n. 6, p. 467 - 480, Dec. 1993.

BRUDVIK, P.; RYGH, P. Root resorption after local injection of prostaglandin E₂ during experimental tooth movement. **Eur. J. Orthod.**, Oxford, v. 13, n. 4, p. 255 - 263, Aug. 1991.

BRUDVIK, P.; RYGH, P. The repair of orthodontic root resorption: an ultrastructural study. **Eur. J. Orthod.**, Oxford, v. 17, n. 3, p. 189 - 198, June 1995a.

BRUDVIK, P.; RYGH, P. Transition and determinants of orthodontic root resorption-repair sequence. **Eur. J. Orthod.**, Oxford, v. 17, n. 3, p. 177 - 188, June 1995b.

COOLIDGE, E. D. The reaction of cementum in the presence of injury and infection. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 18, n. 3, p. 499-525, May 1931.

COPELAND, S.; GREEN, L. J. Root resorption in maxillary central incisors, following active orthodontic treatment. **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v. 89, n. 1, p. 51 - 55, Jan. 1986.

COSTOPOULOS, G.; NANDA, R. An evaluation of root resorption incident to orthodontic intrusion. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 109, n. 5, p. 543 - 548, May 1996.

CHRISTIANSEN, R. L. Commentary: Thyroxine administration and its effects on root resorption. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 64, n. 5, p. 399 - 400, Oct. 1994.

DAVIDOVITCH, Z. Etiologic factors in force-induced root resorption. In: INTERNATIONAL CONFERENCE, 2., 1995, Massachusetts. **Anais...** Alabama: EBSCO Media, 1995. p. 349 - 355.

DAVIDOVITCH, Z.; LYNCH, P.; SHANFELD, J. L. Immunohistochemical localization of interleukins in dental and paradental cells during tooth eruption and

root resorption in kittens. In: INTERNATIONAL CONFERENCE, 1., 1988, Ohio. **Anais...** Alabama: EBSCO Media, 1988. p. 355 - 364.

DAVIDOVITCH, Z.; NICOLAY, O.; NGAN, P. W.; SHANFELD, J. Neurotransmitters, cytokines and the control of alveolar bone remodeling in orthodontics. **Dent. Clin. North. Am.**, Philadelphia, v. 32, n. 3, p. 411 - 435, July 1988.

DERECH, C. D. **Avaliação das resostas teciduais do periodonto durante o movimento ortodôntico em ratos com hipotireoidismo.** 2000. 134 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

DERMAUT, L. R.; DE MUNCK, A. Apical root resorption of upper incisors caused by intrusive tooth movement: a radiographic study. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 90, n. 4, p. 321 - 326, Oct. 1986

DeSHIELDS, R. W. A study of root resorption in treated class II division 1 malocclusion. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 39, n. 4, p. 231 - 245, Oct. 1969.

ENGSTRÖM, C.; GRANSTÖM, G.; THILANDER, B. Effect of orthodontic force on periodontal tissue metabolism. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 93, n. 6, p. 486 - 495, June 1988.

GOLDIE, R. S.; KING, G. J. Root resorption and tooth movement in orthodontically treated, calcium-deficient, and lactating rats. **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v. 85, n. 5, p. 424 - 430, May 1984.

GOLDIN, B. Labial root torque: effect on the maxilla and incisor root apex. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 95, n. 3, p. 209 - 219, Mar. 1989.

GOULTSCHIN, J.; NITZAN, D.; AZAZ, B. Root resorption: Review and discussion. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v. 54, n. 5, p. 586 - 590, Nov. 1982.

HANDELMAN, C. S. The anterior alveolus: its importance in limiting orthodontic treatment and its influence on the occurrence of iatrogenic sequelae. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 66, n. 2, p. 95 - 110, Apr. 1996.

HARRIS, E. F.; BAKER, W. C. Loss of root length and crestal bone height before and during treatment in adolescent and adult orthodontic patients. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 98, n. 5, p. 463 - 469, Nov. 1990.

HARRIS, E. D.; BUTLER, M. L. Patterns of incisor root resorption before and after orthodontic correction in cases with anterior open bites. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 101, n. 2, p. 112 - 119, Feb. 1992.

HARRIS, E. F.; HASSANKIADEH, S.; HARRIS, J. T. Maxillary incisor crown-root relationships in different angle malocclusions. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 103, n. 1, p. 48 - 53, Jan. 1993.

HARRIS, E. F.; KINERET, S. E.; TOLLEY, E. A. A heritable component for external apical root resorption in patients treated orthodontically. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 111, n. 3, p. 301 - 309, Mar. 1997.

HARRY, M. R.; SIMS, M. R. Root resorption in bicuspid intrusion: a scanning electromicroscopic study. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 52, n. 3, p. 235 - 258, July 1982.

HAWLEY, C. A. A removable retainer. **Int. J. Orthod. Oral Surg.**, St. Louis, v. 5, n. 6, p. 291 - 305, June 1919.

HEMLEY, S. The incidence of root resorption of vital permanent teeth. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 20, n. 1, p. 133 - 141, Jan. 1941.

HENDRIX, I.; CARELS, C.; KUIJPERS-JAGTMAN, A.; VAN'T HOF, M. A radiographic study of posterior apical root resorption in orthodontic patients. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 105, n. 4, p. 345 - 349, Apr. 1994.

HENRY, J. L.; WEINMANN, J. P The pattern of resorption and repair of human cementum. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 42, n. 3, p. 270 - 290, Mar. 1951.

HORIUCHI, A.; HOTOKEZAKA, H.; KOBAYASHI, K. Correlation between cortical plate proximity and apical root resorption. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, Appleton, v. 114, n. 3, p. 311 - 318, Sep. 1998.

HUETTNER, R. J.; WHITMAN, C. L. Tissue changes occurring in the macaque rhesus monkey during orthodontic movement. **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v. 44, n. 5, p. 328 - 345, May 1958.

ISIDOR, F.; STOKHOLM, R. A. A case of progressive external root resorption treated with surgical exposure and composite restoration. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v. 8, n. 5, p. 219 - 222, Oct. 1992.

JACOBSON, O. Clinical significance of root resorption. **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v. 38, n. 9, p. 687 - 698, Sep. 1952.

JONES, S.; BOYDE, A. The resorption of dentine and cementum. In: INTERNATIONAL CONFERENCE, 1., 1988, Ohio. **Anais...** Alabama: EBSCO Media, 1988. p. 335-354.

KALEY, J.; PHILLIPS, C. Factors related to root resorption in edgewise practice. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 61, n. 2, p. 125 - 132, Summer 1991.

KALKWARF, K. L.; KREJCI, R. F.; PAO, Y. C. Effect of apical root resorption on periodontal support. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 56, n. 3, p. 317 - 319, Sep. 1986.

KAMEYAMA, Y.; NAKANE, S.; MAEDA, H.; FUJITA, K.; TAKESUE, M; SATO, E. Inhibitory effect of aspirin on root resorption induced by mechanical injury of the soft periodontal tissues in rats. **J. Periodont. Res.**, Copenhagen, v. 29, n. 2, p. 113 - 117, Mar. 1994.

KENNEDY, D. B.; JOONDEPH, D. R.; LITTLE, R. M. The effect of extraction and orthodontic treatment on dentoalveolar support **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v. 84, n. 3, p. 183 - 190, Sep. 1983.

KETCHAM, A. H. A preliminary report of an investigation of apical root resorption of vital permanent teeth. In: INTERNATIONAL ORTHODONTIC CONGRESS, 1., 1926, New York. **Anais...** St. Louis: Mosby, 1927. p. 372 - 401.

KETCHAM, A. H. A progress report of an investigation of apical root resorption of vital permanent teeth. In: HEMLEY, S. The incidence of root resorption of vital permanent teeth. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 20, n. 1, p. 133 - 141, Jan. 1941.

- KJAER, I. Morphological characteristics of dentitions developing excessive root resorption during orthodontic treatment. **Eur. J. Orthod.**, Oxford, v. 17, n. 1, p. 25 - 34, Feb. 1995.
- KUROL, J.; OWMAN - MOLL, P.; LUNDGREN, D. Time-related root resorption after application of a controlled continuous orthodontic force. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 110, n. 3, p. 303 - 310, Sep. 1996.
- KVAM, E. Scanning electron microscopy of tissue changes on the pressure surface of human premolars following tooth movement. **Scand. J. Dent. Res.**, Copenhagen, v. 80, n. 5, p. 357 - 368, Apr. 1972.
- LAINO, A.; MELSEN, B. Orthodontic treatment of a patient with multidisciplinary problems. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 111, n. 2, p. 141 - 148, Feb. 1997.
- LAKATOS, P.; MONG, S.; STERN, P. H. Gallium nitrate inhibits bone resorption and collagen synthesis in neonatal mouse calvariae. **J. Bone Miner. Res.**, Cambridge, v. 6, n. 10, p. 1121 - 1126, Oct. 1991.
- LANGFORD, S. R. Root resorption extremes resulting from RME. **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v. 81, n. 5, p. 371 - 377, May 1982.
- LANGFORD, S. R.; SIMS, M. R. Upper molar root resorption because of distal movement. **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v. 79, n. 6, p. 699 - 679, June 1981.
- LEE, R. Y.; ARTUN, J.; ALONZO, T. A. Are dental anomalies risk factors for apical root resorption in orthodontic patients?. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 116, n. 2, p. 187 - 195, Aug. 1999.
- LEE, W. Experimental study of the effect of prostaglandin administration on tooth movement - with particular emphasis on the relationship to the method of PGE₁ administration. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 98, n. 3, p. 231 - 241, Sep. 1990.
- LEIKER, B. J.; NANDA, R. S.; CURRIER, G. F. Et al. The effects of exogeneous prostaglandins on orthodontic tooth movement in rats. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 108, n. 4, p. 380 - 388, Oct. 1995.
- LEVANDER, E.; BAJKA, R.; MALMGREN, O. Early radiographic diagnosis of apical root resorption during orthodontic treatment: a study of maxillary incisors. **Eur. J. Orthod.**, Oxford, v. 20, n. 1, p. 57 - 63, Feb. 1998.
- LEVANDER, E.; MALMGREN, O. Evaluation of the risk of root resorption during orthodontic treatment: a study of upper incisors. **Eur. J. Orthod.**, Oxford, v. 10, n. 1, p. 30 - 38, Feb. 1988.
- LEVANDER, E.; MALMGREN, O. Long-term follow-up of maxillary incisors with severe apical root resorption. **Eur. J. Orthod.**, Oxford, v. 22, n. 1, p. 85 - 92, Feb. 2000.
- LEVANDER, E.; MALMGREN, O.; ELIASSON, S. Evaluation of root resorption in relation to two orthodontic treatment regimes. A clinical experimental study. **Eur. J. Orthod.**, Oxford, v. 16, n. 3, p. 223 - 228, June 1994.

LEVANDER, E.; MALMGREN, O.; STENBACK, K. Apical root resorption during orthodontic treatment of patients with multiple aplasia: a study of maxillary incisors. **Eur. J. Orthod.**, Oxford, v. 20, n. 4, p. 427 - 434, Aug. 1998.

LINDSKOG, S.; BLOMLOF, L.; HAMMARSTROM, L. Comparative effects of parathyroid hormone on osteoblasts and cementoblasts. **J. Clin. Periodontol.**, Copenhagen, v. 14, n. 7, p. 386 - 389, Aug. 1987.

LINDSKOG, S.; BLOMLÖF, L.; HAMMARSTRÖM, L. Repair of periodontal tissue *in vivo* and *in vitro*. **J. Clin. Periodontol.**, Copenhagen, v. 10, n. 2, p. 188 - 205. Mar. 1983.

LINGE, B. O.; LINGE, L. Apical root resorption in upper anterior teeth. **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v. 5, n. 3, p. 173 - 183, Aug. 1983.

LINGE, L.; LINGE, B. O. Patient characteristics and treatment variables associated with apical root resorption during orthodontic treatment. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 99, n. 1, p. 35 - 43, Jan. 1991.

LOBERG, E. L.; ENGSTRÆM, C. Thyroid administration to reduce root resorption. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 64, n. 5, p. 595 - 599, Oct. 1994.

LUPI, J. E.; HANDELMAN, C. S.; SADOWSKY, C. Prevalence and severity of apical root resorption and alveolar bone loss in orthodontically treated adults. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 109, n. 1, p. 28 - 37, Jan. 1996.

MARTINS, M. M. **Avaliação da absorção radicular em indivíduos tratados com e sem extração dos primeiros pré-molares.** 2000. 89 f. Monografia (Especialização em Ortodontia) - Curso de Pós-Graduação em Ortodontia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

MALMGREN, O.; GOLDSON, L.; HILL, C.; ORWIN, A.; PETRINI, L.; LUNDBERG, M. Root resorption after orthodontic treatment of traumatized teeth. **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v. 82, n. 6, p. 487 - 491, Dec. 1982.

MARSHALL, J. A. Physiologic and traumatic apical resorption. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 22, n. 9, p. 1545 - 1558, Sep. 1935.

MARTINS, D. R.; CANSANÇÃO, J. M.; SANCHEZ, J. F. Avaliação radiográfica da reabsorção radicular, consecutiva ao tratamento ortodôntico (cinco anos após a remoção dos aparelhos). **Ortodontia**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 4-8, Set./Out./Nov./Dez. 1994.

MASSLER, M.; MALONE, A. J. Root resorption in human permanent teeth. **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v. 40, n. 8, p. 619 - 633, Aug. 1954.

MAYORAL, J.; MAYORAL, G. **Ortodoncia: principios fundamentales y práctica.** 2. ed. Buenos Aires: Labor, 1971. 588 p.

MAYORAL, J.; MAYORAL, G. **Técnica ortodôntica con fuerzas ligeras.** 1. ed. Barcelona: Labor, 1976. 201 p.

McFADDEN, W. M.; ENGSTRÖM, C.; ENGSTRÖM, H.; ANHOLM, J. M. A study of the relationship between incisor intrusion and root shortening. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 96, n. 5, p. 390 - 396, Nov. 1989.

- McNAB, S.; BATTISTUTTA, D.; TAVERNE, A.; SYMONS, A. L. External apical root resorption following orthodontic treatment. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 70, n. 3, p. 227 - 232, June 2000.
- MIRABELLA, A. D. ; ARTUN, J. Prevalence and severity of apical root resorption of maxillary anterior teeth in adult orthodontic patients. **Eur. J. Orthod.**, Oxford, v. 17, n. 2, p. 93 - 99, Apr. 1995a.
- MIRABELLA, A. D. ; ARTUN, J. Risk factors for apical root resorption of maxillary anterior teeth in adult orthodontic patients. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, v. 108, n. 1, p. 48 - 55, Jul. 1995b.
- MORITA, H.; YAMASHIYA, H.; SHIMIUZU, M.; SASAKI, S. The collagenolytic activity during root resorption of bovine deciduous tooth. **Archs. Oral. Biol.**, Elmsford, v. 15, n. 6, p. 503 - 508, June 1970.
- MOYERS, R. E. **Ortodontia**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991. 483 p.
- NE, R. F.; WHITHERSPOON, D. E.; GUTMANN, J. L. Tooth resorption. **Quintessence Int.**, Berlin, v. 30, n. 1, p. 9 - 25, Jan. 1999.
- NEVILLE, B. W.; DAMM, D. D.; ALLEN, C. M.; BOUQUOT, J. E. **Patologia oral & Maxilofacial**. 1. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. 705 p.
- NEWMAN, W. G. Possible etiologic factors in external root resorption. **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v. 67, n. 5, p. 522 - 539, May 1975.
- ODEBRECHT; R.; CANTO, G. L. Reabsorção radicular extrema apical: relato de caso clínico. **J. Bras. Ortodon. Ortop. Facial**, Curitiba, v. 6, n. 34, p. 270 - 276, jul./ago. 2001.
- ODENRICK, L.; BRATTSTRÖM, V. Nailbiting: frequency and association with root resorption during orthodontic treatment. **Br. J. Orthod.**, Oxford, v. 12, n. 2, p. 78 - 81, Apr. 1985.
- ONG, C. K. L.; WALSH, L. J.; HARBROW, D.; TAVERNE, A. A. R.; SYMONS, A. L. Orthodontic tooth movement in the prednisolone-treated rat. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 70, n. 2, p. 118 - 125, Apr. 2000.
- OPPENHEIM, A. Biologic orthodontic therapy and reality. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 6, n. 2, p. 69 - 116, Apr. 1936.
- OWMAN - MOLL, P.; KUROL, J.; LUNDGREN, D. Continuous versus interrupted orthodontic force related to early tooth movement and resorption. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 65, n. 6, p. 395 - 401, Dec. 1995a.
- OWMAN - MOLL, P.; KUROL, J.; LUNDGREN, D. Repair of orthodontically induced root resorption in adolescents. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 65, n. 6, p. 403 - 408, Dec. 1995b.
- OWMAN - MOLL, P.; KUROL, J.; LUNDGREN, D. The effects of a four-fold increased orthodontic force magnitude on tooth movement and root resorption. An intra-individual study in adolescents. **Eur. J. Orthod.**, Oxford, v. 18, n. 3, p. 287 - 294, June 1996.
- OSBORNE, J. W.; TEN CATE, A. R. **Histologia dental avançada**. 4. ed. São Paulo: Quintessence, 1983. 231.

PAIVA, D. C. B. **Influência clínica e tecidual do diazepam no periodonto de sustentação durante o movimento ortodôntico.** 2001. 209 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

PARKER, W. S. Root resorption-long-term outcome. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 112, n. 2, p. 119 - 123, Aug. 1997.

PHILLIPS, J. R. Apical root resorption under orthodontic therapy. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 25, n. 1, p. 1-22, Jan. 1955.

PIZZATO, J. **Estudo comparativo da absorção radicular em tratamentos ortodônticos com e sem extrações.** 1997. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.

PLETS, J. H.; ISAACSON JR, SPEIDEL, T. M.; WORMS, F. W. Maxillary central incisor root length in orthodontically treated and untreated patients. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 44, n. 1, p. 43 - 47, Jan. 1974.

POUMPROS, E.; LOBERG, L.; ENGSTRÖM, C. Thyroid function and root resorption. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 64, n. 5, p. 389 - 394, Oct. 1994.

PROFFIT, W. R. **Ortodontia contemporânea.** 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. 596 p.

REITAN, K. Initial tissue behavior during apical root resorption. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 44, n. 1, p. 68 -82, Jan. 1974.

REITAN, K. Tissue behavior during orthodontic tooth movement. **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v. 46, n. 12, p. 881 - 900, Dec.1960.

REITAN, K.; RYGH, P. Princípios e reações biomecânicas. In: GRABER, T. M.; VANARSDALL JÚNIOR, R. L. **Ortodontia: princípios e técnicas atuais.** 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996, cap. 2, p. 88 - 174.

REMINGTON, D. N.; JOONDEPH, D. R.; ARTUN, J.; RIEDEL, R. A.; CHAPKO, M. K. Long-term evaluation of root resorption occurring during orthodontic treatment. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 96, n. 1, p. 43 - 46, July 1989.

RITTER, D. E.; MENEZES, L. M.; LOCKS, A.; RIBEIRO, G. L. U.; ROCHA, R. Trauma e reabsorção radicular externa relacionados ao tratamento ortodôntico. **Ortodontia Gaúcha**, Porto Alegre, v. 3, n. 2, p. 97 - 108, jul./dez. 1999.

ROBERTS, W. E. Biomecânica, metabolismo, e fisiologia óssea na prática ortodôntica. In: GRABER, T. M.; VANARSDALL JÚNIOR, R. L. **Ortodontia: princípios e técnicas atuais.** 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996, cap. 3, p. 175 - 212.

ROSSI, M.; WHITCOMB, S.; LINDENMANN, R. Interleukin - 1b and tumor necrosis factor - a production by human monocytes cultured with L- thyroxine and thyrocalcitonin: Relation to severe root shortening. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 110, n. 4, p. 399 - 404, Oct. 1996.

RUDOLPH, C. E. An evaluation of root resorption occurring during orthodontic treatment. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 19, n. 4, p. 367 - 379, Aug. 1940.

RUELLAS, A. C. O. **Influência do uso de anovulatórios na movimentação ortodôntica - estudo em coelhos**. 1999. 160 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.

RUELLAS, A. C. O.; BOLOGNESE, A. M. Absorção radicular - revisão de literatura. **J. Bras. Ortodon. Ortop. Facial**, Curitiba, ano 5, n. 28, p. 49 - 56, jul./ago., 2000.

RYGH, P. Orthodontic root resorption studied by electron microscopy. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 47, n. 1, p. 1-16, Jan. 1977.

SAAD, A. Y. Calcium hydroxide in the treatment of external root resorption. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 118, n. 5, p. 579 - 581, May 1989.

SAITO, M.; SAITO, S.; NGAN, P.; SHANFELD, J.; DAVIDOVITCH, Z. Interleukin -I beta and prostaglandin E are involved in the response of periodontal cells to mechanical stress in vivo and in vitro. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 99, n. 3, p. 226 - 240, Mar. 1991.

SAMESHIMA, G. T.; ASGARIFAR, K. O. Assessment of root resorption and root shape: periapical vs panoramic films. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 71, n. 3, p. 185 - 189. June 2001.

SAMESHIMA, G. T.; SINCLAIR, P.M. Predicting and preventing root resorption: part I. Diagnostic factors. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 119, n. 5, p. 505 - 510, May 2001a.

SAMESHIMA, G. T.; SINCLAIR, P.M. Predicting and preventing root resorption: part II. Treatment factors. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 119, n. 5, p. 511 - 515, May 2001b.

SASSOUNI, V.; FORREST, E. J. **Orthodontics in dental practice**. 1st. ed. Saint Louis: Mosby, 1971. 573 p.

SHAFER, W. G.; HINE, M. K.; LEVY, B. M. **Tratado de patologia bucal**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1987. 837 p.

SHARPE, W.; REED, B.; SUBTELNY, J. D.; POLSON, A. Orthodontic relapse, apical root resorption, and crestal alveolar bone levels. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 91, n. 3, p. 252 - 258, Mar. 1987.

SILVA FILHO, O. G.; BERRETA, E. C.; CAVASSAN, A. O.; CAPELOZZA FILHO, L. Estimativa da reabsorção radicular em 50 casos ortodônticos bem finalizados. **Ortodontia**, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 24 - 37, jan./fev./mar/abr. 1993.

SJOLIEN, T.; ZACHRISSON, B. U. Periodontal bone support and tooth length in orthodontically treated and untreated persons. **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v. 64, n. 1, p. 28 - 37, July 1973.

SPURRIER, S. W.; HALL, S. H.; JOONDEPH, D. R.; SHAPIRO, P. A.; RIEDEL, R. A. A comparison of apical root resorption during orthodontic treatment in endodontically treated and vital teeth. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 97, n. 2, p. 130 - 134, Feb. 1990.

STAFNE, E. C.; GIBILISCO, J. A. **Diagnóstico radiográfico bucal**. 4. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1982. 434 p.

STUTEVILLE, O. H. Injuries of the teeth and supporting structures caused by various orthodontic appliances, and methods of preventing these injuries. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 14, n. 9, p. 1494 - 1507, Sep. 1937.

TAVARES, C. A. E.; SAMPAIO, R. K. L. Reabsorção dentária patológica externa. **Ortodontia Gaúcha**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 20 - 40, Abr. 1997.

TAHIR, E.; SADOWSKY, C.; SCHNEIDER, B. J. An assessment of treatment outcome in American Board of Orthodontics cases. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 111, n. 3, p. 335 - 342, Mar. 1997.

TAITHONGCHAI, R.; SOOKKORN, K.; KILLIANY, D. M. Facial and dentoalveolar structure and the prediction of apical root shortening. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 110, n. 3, p. 296 - 302, Sep. 1996.

TEN HOEVE, A.; MULIE, M. R. The effect of anteroposterior incisor repositioning on the palatal cortex as studied with laminography. **J. Clin. Orthod.**, Boulder, v. 10, n. 11, p. 804 - 822, Nov. 1976.

THONGUDOMPOR, U., FREER, T. Anomalous dental morphology and root resorption during orthodontic treatment: a pilot study. **Austr. Orthod. J.**, Brisbane, v. 15, n. 3, p. 162 - 167, Oct. 1998.

UEMATSU, S.; MOGI, M.; DEGUCHI, T. Cytokine levels are elevated in gingival crevicular fluid during human orthodontic tooth movement. In: INTERNATIONAL CONFERENCE, 2., 1995, Massachusetts. **Anais...** Alabama: EBSCO Media, 1995. p. 223 - 232.

WAINWRIGHT, W. M. Faciolingual tooth movement: its influence on the root and cortical plate. **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v. 64, n. 3, p. 278 - 302, Sep. 1973.

WICKWIRE, N. A.; MCNEIL, M. H.; NORTON, L. A.; DUELL, R. C. The effects of tooth movement upon endodontically treated teeth. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 44, n. 3, p. 235 - 242, July 1974.

WUERHRMANN, A. H.; MANSON-HING, L. R. **Radiologia dentária**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1977. 435 p.

YOUSEFIAN, J.; FIROUZIAN, F.; SHANFELD, J.; NGAN, P.; LANESE, R.; DAVIDOVITCH, Z. Response of periodontal ligament cells to hydrostatic pressure: a new experimental model for studying the response of periodontal ligament cells to hydrostatic pressure. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 108, n. 4, p. 402 - 409, Oct. 1995.

ZHOU, D.; HUGHES, B.; KING, G. J. Histomorphometric and biochemical study of osteoclasts at orthodontic compression sites in the rat during indomethacin inhibition. **Archs. Oral. Biol.**, Elmsford, v. 42, n. 10/11, p. 717 - 726, Oct./Nov. 1997.