**ANÁLISE MORFOLÓGICA COMPARATIVA DO
PERIODONTO DE SUSTENTAÇÃO SUBMETIDO A FORÇAS
BIOLOGICAMENTE EXCESSIVAS, EM RATAS ADULTAS SEM E
SOB O USO DE ANTICONCEPCIONAIS E RATAS PRENHES**

MARIA HELENA FERREIRA VASCONCELOS

**Dissertação apresentada à Faculdade de
Odontologia de Bauru, Universidade de São
Paulo, como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre em
Odontologia, área de Patologia Bucal.**

**Bauru
1996**

Ficha Técnica

Maria Helena Ferreira Vasconcelos (redação, digitação, formatação)
Alberto Consolaro (orientação, redação, revisão, ilustração)
Alessandro A. Costa Pereira (co-orientação, redação, digitação, formatação, ilustração, parte experimental)
Eduardo José Veras Lourenço (estatística)
Evelyn Almeida Lucas Gonçalves (abstract)
Juracy do Nascimento (histotécnica)
Luís Antônio de Assis Taveira (parte experimental)
Marcus Thame (cópias, encadernação)
Maria Cristina Carrara Felipe (histotécnica)
Maria Helena Souza Ronchesel (normatização técnica)
Renata Callestini (formatação)
Valdir João Afonso (revisão final e do vernáculo)

Capa: Fotomicrografia do ligamento periodontal e osso alveolar. Em destaque, osteoclastos em lacunas de Howship

Vasconcelos, Maria Helena Ferreira

V441a Análise morfológica comparativa do periodonto de sustentação submetido a forças biologicamente excessivas, em ratas adultas sem e sob o uso de anticoncepcionais e ratas prenhes / Maria Helena Ferreira Vasconcelos. -- Bauru, 1996.

148p. :il. ; 28cm

Dissertação. (Mestrado) -- Faculdade de Odontologia de Bauru. USP.

Orientador: Prof. Dr. Alberto Consolaro

Co-orientador: Prof. Alessandro A. Costa Pereira

Dados Curriculares

MARIA HELENA FERREIRA VASCONCELOS

30 de novembro de 1962 Araguari - MG	Nascimento
Filiação	Rubens Vasconcellos Sobrinho Maria Dilma Ferreira
1981-1984	Curso de Graduação em Odontologia, pela Universidade Federal de Uberlândia, MG.
1987	Especialização em Radiologia, pela Faculdade de Odontologia de Bauru -USP.
1889-1991	Especialização em Ortodontia, pela Faculdade de Odontologia de Bauru -USP.
1995-1996	Curso de Mestrado em Patologia Bucal, pela Faculdade de Odontologia de Bauru -USP.
Associações	Grupo Brasileiro do “Straight Wire” Sociedade Paulista de Ortodontia

AGRADEÇO

Ao Professor Doutor **ALBERTO CONSOLARO**,

pela orientação deste trabalho, e principalmente pelo estímulo e amizade constantes na minha vida profissional,

Ao Professor **ALESSANDRO A. COSTA PEREIRA**,

pela co-orientação, coleguismo e amizade demonstradas no dia-a-dia, e mais intensamente durante a realização deste trabalho.

A Deus, pela vida;

Aos meus pais, RUBENS e MARIA DILMA; pelos momentos de afetividade e de amor que me proporcionaram; e ao meu irmão ROBERTO;

À minha irmã MÁRCIA e aos meus sobrinhos FERNANDA e DANIEL, pelas reservas ilimitadas de amor e compreensão;

Ao Sr. LUÍS, Sra. AUGUSTA, RENATA e LUÍS AUGUSTO, pelo carinho familiar; e aos demais membros da família;

Aos meus estimados amigos ROSÂNGELA, MÁRIO, RAFAELA, CÂNDIDA E HENRIQUE, que, como irmãos, partilharam comigo momentos muito difíceis da vida;

À amiga MIREILE, pelo seu estímulo nesta jornada;

Ao amigo LUÍS ANTÔNIO, que com seu carinho e compreensão, se faz sempre presente;

À CELINA, DR. RENATO, PEDRO PAULO, demais colegas e funcionárias da clínica, com os quais gosto muito de conviver. Vocês me ajudaram muito nesta conquista;

Aos meus queridos colegas de pós-graduação, com os quais dividi momentos de muita felicidade e partilha, dizendo que vocês serão sempre lembrados com muito carinho, EVELYN, FRANCISCO, JAMES, KARINE, NILCE, RENATO e SIMONE, bem como os colegas do Doutorado, ALESSANDRO, DENIS, MÔNICA, RENATA e WASHINGTON;

Aos Professores do Departamento de Patologia, Professor Dr. ALBERTO CONSOLARO, Professor Dr. LUÍS ANTÔNIO DE ASSIS TAVEIRA, Professor Dr. SÉRGIO AUGUSTO CATANZARO GUIMARÃES, Professora Dra. DENISE TOSTES OLIVEIRA e Professora VANESSA SOARES LARA, pelos ensinamentos, pela amizade e apoio nunca negados;

A todos os Professores do curso de Mestrado, pertencentes a outros departamentos, pelos ensinamentos transmitidos; e aos colegas de outros cursos, representados por ÂNGELA e EDUARDO, pelo convívio;

Aos funcionários do Departamento de Patologia, Sr. VALDIR JOÃO AFONSO, Sr. JURACY DO NASCIMENTO, Sra. FÁTIMA APARECIDA SILVEIRA e Sra. MARIA APARECIDA DE PAULA, pelo carinho e atenção dados;

A todos os funcionários da Biblioteca, bem como os do Setor de Pós-Graduação, pela atenção;

À Direção da Faculdade de Odontologia de Bauru, na pessoa do Diretor, Prof. Dr. DAGOBERTO SOTTOVIA FILHO;

À Comissão de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Bauru, na pessoa do Presidente, Prof. Dr. JOSÉ CARLOS PEREIRA;

Ao CNPq, pelo auxílio pecuniário;

E a todos aqueles, que apesar de não ter citado nominalmente, permitiram que esta jornada chegasse ao fim.

Obrigada.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DA LITERATURA	5
3 PROPOSIÇÃO	55
4 MATERIAL E MÉTODOS	57
4.1 Amostragem	58
4.1.1 Caracterização	58
4.1.2 Distribuição	58
4.1.3 Confirmação da prenhez nas ratas selecionadas para os grupos P-7, P-14 e P-21	60
4.2 Medicação com anticoncepcional hormonal, via bucal	60
4.3 Anestesia dos animais	61
4.4 Instalação e ativação dos aparelhos para movimentação dentária induzida	61
4.5 Dosagem hormonal	63
4.6 Sacrifício dos animais e obtenção das peças cirúrgicas	64
4.7 Preparação histotécnica das peças cirúrgicas	65
4.8 Análise microscópica descritiva	66
5 RESULTADOS	72
6 DISCUSSÃO	115
7 CONCLUSÕES	135
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	137
ABSTRACT	146

RESUMO

Os objetivos deste trabalho foram: a) estudar morfológicamente o periodonto de sustentação submetido à ação de forças excessivas, em ratas em condições de normalidade, prenhez e sob uso de anticoncepcional hormonal, por via bucal e b) comparar a sensibilidade diferencial entre as faces externas do ligamento periodontal e as inter-radiculares septais. Utilizou-se 35 ratas, divididas em 7 grupos experimentais de 7, 14 e 21 dias de prenhez e sob medicação com anticoncepcional hormonal, por via bucal, durante 7 e 14 dias e em condições de normalidade. Os molares superiores foram movimentados durante 7 dias. A análise microscópica envolveu áreas de pressão e tensão, externas e inter-radiculares. Os resultados permitiram concluir que: 1) as alterações celulares e teciduais nas áreas inter-radiculares submetidas à pressão caracterizaram reabsorção óssea a distância. Os aspectos morfológicos mais evidentes foram: extensas áreas hialinas, com macrófagos associados promovendo sua fagocitose; ausência local de fibroblastos, cementoblastos e osteoblastos; exuberante presença de células clásticas, inclusive nas superfícies dentárias, especialmente na periferia das áreas hialinas e nos espaços endosteais; intensas e extensas áreas de reabsorção óssea e dentária, diretamente proporcionais à magnitude das áreas hialinizadas. Nas áreas de tensão, as alterações observadas ocorreram comparativamente em menor magnitude e extensão; 2) as áreas mais sensíveis às forças aplicadas, apresentando precocemente respostas celulares e teciduais, foram as localizadas na região do septo inter-radicular, comparativamente às áreas dentárias externas, tanto sob pressão, quanto tensão e 3) o estado de prenhez

e o uso de anticoncepcionais não alteraram, sem exacerbar ou reduzir as alterações celulares e teciduais observadas nas áreas de tensão e pressão, quando comparadas com as detectadas em ratas não prenhes e sem uso de anticoncepcionais.

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A compreensão da movimentação dentária induzida requer conhecimentos relativos à biologia celular, inflamação, microcirculação, biopatologia óssea e dentária, além de fatores físicos como tipo e intensidade de força aplicada. A condição de saúde do hospedeiro, no qual se insere o palco de tantos eventos biológicos, também constitui um dos fatores determinantes do sucesso da movimentação dentária.

O conhecimento técnico e biológico sofreu grande evolução, havendo entretanto muitos pontos desconhecidos e controvertidos quanto aos fenômenos envolvidos na movimentação dentária:

- na instalação e ativação do aparelho para movimentação dentária, qual é a força ideal quanto à intensidade a ser aplicada?
- qual o limite de uma força para se constituir em estímulo para a movimentação dentária e remodelação óssea e não uma agressão, representada pela reabsorção óssea desordenada e reabsorção dentária indesejada?
- quando e como ocorre o reparo destas áreas; qual o destino das áreas hialinas necróticas e/ou desorganizadas quando uma força intensa é aplicada?
- no modelo experimental da movimentação dentária do primeiro molar superior do rato, como se distribuem as forças sobre o periodonto de sustentação: uniformemente ou determinadas áreas apresentam maior

sensibilidade quanto à intensidade da agressão tecidual e da sua precocidade de manifestação?

Estes questionamentos são acompanhados de evidências e hipóteses apresentadas na literatura, mas a definição delineadora ainda está por vir. Muitas dúvidas estão suscitadas, necessitando estudos que possam colaborar para seus esclarecimentos.

Aplicando-se forças biologicamente excessivas, os fenômenos celulares, circulatórios e teciduais se amplificam: a hiperemia e trombose se evidenciam, as áreas de necrose e hialinização se ampliam e a remodelação óssea se acentua, podendo associar-se à reabsorção dentária. As células ósseas e do ligamento periodontal, quanto ao seu número, função e morfologia também ficam hiperdimensionadas. Nas condições mencionadas, se algum fator sistêmico modificar significativamente a evolução do quadro por alterar a fisiopatologia da movimentação dentária, as evidências ficarão marcantes pela magnitude que assumirão.

A relação entre distúrbios endócrinos, movimentação dentária induzida e reabsorções dentárias revela-se antiga; de comprovação quase sempre adiada para “futuros trabalhos”. O advento dos anticoncepcionais trouxe preocupações clínicas a este respeito, e apreensões não fundamentadas em metodologias seguras têm surgido no meio clínico.

A anticoncepção medicamentosa e a gravidez promovem modificações nos níveis séricos e teciduais, modificando circunstancialmente a fisiologia. Teoricamente, por extrapolação, modificaria a movimentação dentária, influenciando o índice de reabsorção dentária?

Existem poucas pesquisas tentando correlacionar estes fenômenos. Em 1954, STOREY⁶⁸ realizou um trabalho, para observar as diferenças na velocidade da movimentação dentária, relacionando-as ao ciclo menstrual. Em 1986, HIRAIDE³³ investigou os efeitos do estrógeno, na movimentação dentária em ratos Wistar de ambos os sexos, inclusive em ratas ovariectomizadas. Em 1988, encontrou-se a publicação de MOLLENHAUER⁴², uma carta mencionando possíveis danos quando da associação de esteróides anabólicos e tratamento ortodôntico. Em 1989, CADELL¹¹ publicou também uma carta sobre o caso de uma paciente submetida a tratamento ortodôntico e simultaneamente ao uso de altas doses de progesterona, através do medicamento de nome comercial Provera, onde exame radiográfico revelou reabsorções dentárias nos incisivos superiores, nos quais estavam sendo utilizados elásticos verticais, já reconhecidamente comprovado, serem os responsáveis por reabsorção dentária mais acentuada.

Além destas quatro comunicações não científicas, com limitações do modelo experimental, não foi possível, de forma definitiva e irrefutável, responder a todos os questionamentos efetuados sobre o assunto. Um número maior de investigações a este respeito, abarcando e limitando cada vez mais variáveis experimentais, contribuirá para um conhecimento mais apurado.

Em 1995, PEREIRA⁴⁵, em sua tese de mestrado, observou que o uso de anticoncepcional e a gravidez não interferem nos fenômenos da movimentação dentária induzida.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo referenciamos apenas os trabalhos pertinentes ao assunto, com metodologias diretamente relacionadas com o propósito deste trabalho.

CELSUS¹⁶ apud DAVIDOVITCH¹⁹, médico enciclopedista romano, em I a.C., foi o primeiro autor, segundo relato, a sugerir a pressão digital com o intuito de promover o alinhamento dentário; sendo o primeiro dispositivo mecânico para transmissão de forças aos dentes, empregado por PIERRE FAUCHARD²⁷ apud DAVIDOVITCH¹⁹, em 1728.

Em 1815, DELLABARE²⁰ apud DAVIDOVITCH¹⁹ relatou a ocorrência de dor e edema relacionados aos dentes movimentados ortodonticamente, fenômenos estes atribuídos ao processo inflamatório decorrente da indução do movimento.

O conceito de elasticidade óssea foi introduzido por FARRAR²⁵ apud DAVIDOVITCH¹⁹, em 1888, como hipótese explicativa da movimentação dentária induzida, denominando este fenômeno de deflexão ou flexibilidade óssea. A transformação óssea por meio da elasticidade fundamenta-se na capacidade do osso curvar-se frente às forças aplicadas aos dentes, estimulando as células da área envolvida. Clinicamente, para a obtenção da curvatura óssea, utilizaram-se na época forças intensas, as quais produziram resultados dramáticos, impopularizando a prática ortodôntica.

A primeira observação microscópica dos tecidos periodontais submetidos à movimentação induzida, foi realizada por SANDSTEDT⁶⁰ apud DAVIDOVITCH¹⁹, em 1904 e 1905, quando da movimentação dos incisivos e caninos superiores de um cão. Com a utilização de forças leves, as alterações teciduais nas áreas de pressão verificadas foram reabsorção marginal do osso alveolar e superfície radicular intacta. Sob forças intensas, houve perda de vitalidade do ligamento periodontal e reabsorção óssea nos espaços medulares, denominada de reabsorção a distância. Nas áreas de tensão, notou-se neoformação óssea na parede alveolar, com presença de espículas ósseas recém-formadas seguindo a orientação do estiramento das fibras periodontais, em amostras submetidas tanto a forças leves quanto intensas. À luz destas observações, formulou-se a hipótese de aplicação de tensão e pressão no ligamento periodontal, causando reabsorção e aposição ósseas, por mecanismo biopatológico.

A transformação óssea completa foi sugerida por OPPENHEIM⁴⁴ apud DAVIDOVITCH¹⁹, em 1911, ao trabalhar em dentição decídua de macaco babuíno, movimentando os dentes durante quarenta dias, obtendo resultados diferentes dos verificados por SANDSTEDT. Nenhuma demarcação entre osso antigo e recém-formado foi encontrada, sugerindo uma completa transformação óssea, com osso alveolar compacto transformando-se em esponjoso transicional sob atuação de forças leves. Devido ao fato do modelo experimental ter sido com dentição decídua, as forças utilizadas serem intermitentes e a análise realizada após inativação das forças, suas observações não foram totalmente aceitas.

A reação dos tecidos submetidos a intensidades diferentes de força foi pesquisada por SCHWARZ⁶¹, em 1932, utilizando cães como modelo experimental. Nestes, os pré-molares foram movimentados com molas digitais. A análise microscópica evidenciou quatro graus de efeitos biológicos: 1º - nenhuma reação do periodonto frente às forças suaves e breves; 2º - reabsorção óssea contínua com força suave, inferior à da pressão capilar, ao redor de 20 a 26 gramas por centímetro quadrado de superfície radicular. Cessada esta força, observou-se reconstituição do periodonto e do osso alveolar, sem reabsorção dentária; 3º - compressão dos capilares sangüíneos, com isquemia e reabsorção das partes necrosadas, além de possível comprometimento da superfície radicular, sob a atuação de força relativamente intensa; 4º - contato do dente com o osso alveolar, ocorrendo reabsorção óssea à distância, nos espaços medulares, tornando a superfície dentária mais propensa à reabsorção, quando da utilização de força muito intensa. Interrompendo-se a força, possibilidade de ocorrer as alterações do 3º grau, além de necrose pulpar e anquilose alveolodentária.

O primeiro e o segundo molar superior de ratos foram movimentados no experimento de WALDO; ROTHBLATT⁷⁶ em 1954, por meio de um elástico inserido entre estes dentes. A partir daí, examinaram microscopicamente a área; sendo este o primeiro trabalho utilizando estes animais experimentais. Após 24 horas, aconteceu alteração na largura do ligamento periodontal, infiltração celular nas imediações do osso adjacente ao ligamento periodontal, além de alterações vasculares. Em áreas de pressão observaram estreitamento do ligamento periodontal e vasoconstrição localizada. Em áreas de tensão o oposto ocorreu: alargamento do espaço periodontal, com aumento moderado da vascularização. Após três dias notou-

se intensificação dos fenômenos nas áreas de pressão, ocorrendo hemorragia e compressão de ligamento periodontal, bem como reabsorção óssea solapada, com grande número de clastos. Com cinco a sete dias, presença de reabsorção radicular ocasional, possivelmente devido a um estresse excessivo.

Neste mesmo ano, MACAPANPAN; WEINMANN; BRODIE³⁸ movimentaram o primeiro e o segundo molar superior de ratos também utilizando elástico, efetuando observações nos períodos de uma a 72 horas. No lado de tensão, observaram em todos os animais experimentais, alargamento do ligamento periodontal, sendo que na região apical em mais de 1,2 vezes, comparando-se aos animais do grupo controle. Além disto, ocorreu diferença na atividade mitótica dos fibroblastos. Nas áreas de pressão, encontraram poucas mitoses, restritas às áreas não hialinas. Decorridas 24 e 36 horas, as mitoses no lado experimental eram 3 a 4 vezes mais intensas. Com 12 horas, no lado de pressão, houve picnose do núcleo dos fibroblastos, desorganização das fibras periodontais, hialinização do ligamento periodontal e desaparecimento de osteoblastos. Com apenas uma hora de aplicação da força, no lado de pressão, as fibras periodontais encontravam-se desorganizadas e irregularmente arranjadas, e após três horas havia áreas hialinas. Na superfície distal do primeiro molar, o osso alveolar, que normalmente sofre reabsorção fisiológica, mostrou-se com interrupção deste processo em 12 horas, e após 24 a 36 horas passou a apresentar aposição óssea. Na face mesial, decorridas 60 a 72 horas, houve reabsorção frontal do osso alveolar. Com relação às reabsorções cementárias, estas foram encontradas no primeiro, segundo e também no terceiro molar de todos os animais, inclusive do grupo controle, sendo mais comuns no lado distal das raízes, não havendo diferenças de incidência, localização e tipo.

STOREY⁶⁸, também em 1954, observou as mudanças associadas com o movimento dentário, numa tentativa de relacionar a influência do ciclo menstrual à velocidade do movimento. A partir de suas observações, concluiu existir uma variação cíclica na velocidade do movimento, relacionada ao ciclo menstrual. Durante a primeira fase do ciclo, houve uma diminuição significativa na velocidade do movimento, e durante a segunda metade do ciclo, a velocidade do movimento aumentou, seguida por uma ausência de movimento ocorrendo antes ou quando da menstruação. O autor pôde observar também a maior excreção de ácido cítrico, associada à maior fase de movimentação dentária, atribuindo ambos os fenômenos à mesma causa, qual seja as variações hormonais decorrentes do ciclo menstrual, capazes de interferir no ciclo do ácido tricarboxílico. Neste trabalho, o autor discutiu também os efeitos hormonais sobre o tecido ósseo, tal como o fato dos estrógenos encurtarem os ossos de alguns animais, salientando a limitação da metodologia empregada.

REITAN, estudou durante aproximadamente 30 anos a movimentação dentária induzida, tendo sido considerado um dos maiores pesquisadores sobre o assunto. Conduziu trabalhos isoladamente^{48,49} e também com outros pesquisadores da sua equipe^{50,51}. A partir de 1947, esta equipe realizou diversos experimentos, conduzidos principalmente em humanos, em dentes com exodontias indicadas e em animais, utilizando vários sistemas de forças: leve, moderada, intensa, contínua, intermitente, além de observações concernentes à idade, características do tecido ósseo, duração e direção das forças^{48,49,50,51}.

Segundo REITAN; RYGH⁵¹ as reações teciduais mais importantes são a formação de áreas livres de células e as mudanças nos feixes de fibras do ligamento periodontal. As áreas livres de células, ditas áreas hialinas, acontecem devido ao estreitamento do ligamento periodontal nas áreas de pressão, sendo dependentes da intensidade de força. Quanto maior a força, maior a sua ocorrência. Nestas regiões, ocorre reabsorção óssea a distância, devido à necrose. A partir do momento em que há alívio da força nas áreas de pressão, novas células e vasos sangüíneos reaparecem, restabelecendo a normalidade. As áreas hialinas são mais características nos movimentos de inclinação, comparadas àquelas do movimento de corpo, sendo dificilmente evitadas, ocorrendo no mínimo uma hialinização inicial. O estiramento e o deslocamento dos feixes de fibras do ligamento periodontal no lado de tensão implicam em outro fator de resistência ao movimento, tornando necessária a retenção do dente em sua nova posição, pois as fibras necessitam acomodarem-se, além do osso permanecer instável por um tempo.

Em 1961, REITAN⁴⁸ verificou o comportamento dos restos epiteliais de Malassez durante os vários tipos de movimentos. No lado de tensão, estas células encontraram-se pressionadas entre as fibras do ligamento periodontal, deslocadas em direção ao osso alveolar. No lado de pressão, encontravam-se deslocadas em direção à raiz. Durante o processo de hialinização, osteoblastos e outras células conjuntivas desapareceram mais rapidamente que os restos epiteliais de Malassez. Após o período de hialinização, os restos epiteliais de Malassez foram os únicos elementos a desaparecerem definitivamente da área.

Com a finalidade de estudar as áreas livres de células, decorrentes da movimentação dentária experimental, KVAM³⁴, em 1970, utilizando 24 ratos machos, realizou um trabalho movimentando o primeiro molar superior direito destes animais, com força variando de 17 a 22 gramas e tendo o molar do lado contrário como controle. Os tempos de observação foram 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 dias, com 3 animais em cada grupo. Os dentes foram movimentados com força ativa, lateralmente, por 2 dias, e após este período removeram-se os aparelhos de todos os animais. As colorações de van Gieson, Mallory e tricrômio de Masson foram efetuadas, além de hematoxilina e eosina de Harris (H.E.) e técnica auto-radiográfica e microrradiográfica, visando melhor caracterização morfológica das áreas hialinas. O autor verificou que o estreitamento do ligamento periodontal persistiu cerca de 2 dias após removida a força. No geral, as modificações nas regiões comprimidas marginais foram inicialmente a presença de áreas livres de células. Posteriormente, estas áreas induziram modificações reabsortivas e o tecido hialinizado foi então substituído por invasão de elementos celulares, denotando uma fase reparativa.

As áreas livres de células eram delineadas, claras e homogêneas em hematoxilina e eosina e em auto-radiogramas. Na fase reabsortiva, macrófagos localizavam-se ao redor, enquanto que na fase reparativa houve aumento no número de células e perda de fibras principais. Em coloração H.E., tais áreas apareceram sem coloração e nenhum detalhe morfológico pôde ser observado, além de núcleos celulares picnóticos, a maioria localizada perifericamente. Vasos sangüíneos vazios estavam uniformemente localizados nas porções central e apical. Na região apical, houve menor incidência de áreas livres de células, além de mais irregulares. Nas colorações especiais, notou-se próximo ao cemento e ao osso, tecido mais denso em relação ao centro do

ligamento periodontal. Em aumento maior, viram-se feixes desintegrados em unidades menores. A separação longitudinal de feixes individuais pareceu ocorrer inicialmente, resultando em quebra da continuidade das fibras. Os aspectos vistos em microrradiografia são concordantes. Em autorradiogramas, os aspectos morfológicos mais característicos foram células marcadas ao redor das áreas hialinas, em ambos os lados. Os macrófagos estavam regularmente presentes, próximos ou dentro das áreas hialinas, conforme o tempo de evolução. Em alguns casos, células multinucleadas eram vistas em íntima relação com o tecido hialino, não distinguíveis dos osteoclastos das lacunas de Howship. Em poucos casos, viram-se células gigantes tipo corpo estranho fora das áreas hialinas. Os macrófagos eram uniformes e característicos na fase reabsortiva. Os feixes de fibras principais abaixo da área hialina possuíam coloração e aspecto normais. Em muitos casos, partes destas fibras foram substituídas por elementos celulares formativos, e também células lembrando macrófagos³⁴.

Em 1971, REITAN; KVAM⁵⁰ compararam a reação tecidual durante a movimentação dentária, em humanos e em animais (macacos, cães e ratos). As observações incluíram as características morfológicas e a espessura do osso alveolar, o arranjo das estruturas fibrosas e o número de elementos celulares. Em humanos, macacos e cães, a movimentação no sentido mesiodistal estava acompanhada de reabsorção a distância mais rapidamente do que no sentido vestibulolingual. Nesta, seguiu-se à reabsorção a distância, uma neoformação óssea no lado periosteal.

Os autores puderam notar respostas variadas, atribuindo-as às diferenças estruturais, como a densidade óssea, frequência e distribuição dos

espaços medulares, fibras do ligamento periodontal e às células. O osso alveolar de animais mostrou-se mais denso do que o de humanos, no qual os espaços medulares são mais amplos, principalmente em jovens. Nos ratos, observou-se falta de espaços medulares e escassez de tecido osteóide ao longo da superfície óssea alveolar, podendo isto gerar atraso na deposição óssea no lado de tensão. Os ossos de ratos sugerem grande atividade remodeladora, vista por linhas de reversão e áreas de reabsorção regulares, além das alterações ocorrerem nas estruturas endosteais e periosteais. Em ratos, encontraram-se muitos casos de reabsorção radicular, com lacunas presentes tanto em animais controle como experimentais. As fibras supra-alveolares revelaram diferenças na espessura e distribuição nas diferentes espécies, observadas no primeiro molar superior⁵⁰.

Neste trabalho, puderam também notar a presença de poucos restos epiteliais no ligamento periodontal de ratos, talvez por serem monofiodontes, razão possível de explicar uma maior predisposição à reabsorção radicular na região cervical dos molares. Os restos epiteliais variam nas espécies, sendo encontrados somente elementos arredondados em macacos e cães. A hialinização formou-se precocemente nos ratos, em períodos muito curtos de observação. Por este estudo, demonstrou-se a importância da avaliação da densidade óssea em experimentos com animais, muito embora experimentos de curta duração sejam plenamente comparáveis àqueles realizados em humanos⁵⁰.

Para investigar as alterações vasculares no lado de pressão do ligamento periodontal, durante o movimento dentário ortodôntico, RYGH⁵³, em 1972, utilizou 55 ratos Wistar de ambos os sexos, além de 11 animais

controle, nos quais não adaptou qualquer aparelho. Nos animais experimentais, o autor empregou forças de 5, 10 e 25 gramas para movimentar mesialmente um dos primeiros molares, nos tempos experimentais de 30 minutos, 2, 6, 12, 24, 48 e 60 horas, 5, 7, 14 e 28 dias.

Em uma das séries de 11 animais, utilizaram-se 10 gramas de força, obtendo material para a observação em microscopia óptica. Nos animais não tratados, a largura do ligamento periodontal variou entre 80 a 140 micrometros. Os vasos sangüíneos eram de diâmetros variados, contendo poucos eritrócitos, localizados principalmente próximos ao osso alveolar. Aos 30 minutos, os animais experimentais tiveram a largura do ligamento periodontal variando de 70 a 90 micrometros, onde capilares com eritrócitos eram ocasionalmente observados. Em 2 horas, a largura do ligamento periodontal foi de 50 micrometros, mostrando acentuada dilatação dos vasos sangüíneos próximos às regiões coronária e apical. Após 24 horas, houve acentuada alteração na região cervical, preservando as baías do osso alveolar e concavidades das raízes. Após 48 e 60 horas, a largura do ligamento periodontal era de 15 a 40 micrometros, com áreas quase livres de células. Os vasos sangüíneos corados pela hematoxilina e eosina apareceram com coloração vermelho-escura e em azul de toluidina, castanho-escura. Após 5 dias, o tecido observado estava totalmente sem células, com elementos vasculares em degradação. Aconteceu reabsorção óssea à distância, e a remoção do tecido hialino iniciou-se pelas bordas, antes de se estabelecer um contato direto entre cimento e osso. Aos 7 dias ou mais, a área estava livre de hialinização, encontrando-se em fase reparatória, com proliferação de células e vasos. Nos animais, onde a força utilizada foi de 5 gramas, observaram-se

alterações semelhantes; nos de 25 gramas, as alterações foram mais extensas, com hemorragia ocasionalmente observada⁵³.

Em microscopia eletrônica de transmissão, os animais controle exibiram arteríolas, capilares e vênulas isolados ou em grupos, contendo cordões de filamentos finos e fibrilas entrelaçadas entre estes vasos. Nos animais experimentais, os elementos vasculares foram observados em diferentes estádios: 1. vasos intactos, com eritrócitos agrupados (estase) após 30 minutos, 2. desintegração parcial em 2 horas, com eritrócitos fora do vaso, exibindo forma alterada ou fragmentados (de 2 horas a 2 - 3 dias) e 3. desintegração completa após 1 - 7 dias. O processo de regeneração predominou após 7 - 28 dias⁵³.

Neste mesmo ano, RYGH⁵² pesquisou as reações celulares em áreas de pressão dos molares de ratos Wistar, em microscopias óptica e eletrônica. Nesta pesquisa, utilizou 67 animais de ambos os sexos no grupo experimental e 11 no grupo controle, os quais foram submetidos às mesmas forças e aos mesmos períodos experimentais do trabalho anterior.

Em microscopia óptica, aos 30 minutos, o ligamento periodontal apareceu comprimido. Com 2 horas, algumas células mostraram núcleo picnótico, outras sem citoplasma visível. Após 6 a 12 horas, áreas localizadas de hialinização apareceram, e após 24 horas, presença de hialinização adjacente às espículas ósseas, com células nas superfícies ósseas e dentárias bem preservadas. Após 2 - 3 dias, a área estava destituída de células, com ocasionais núcleos desnudos. Com 5 a 7 dias, a região apresentou-se em reparo, com proliferação e aumento dos elementos celulares e vasculares. Esta

seqüência foi similar em todos os espécimes, com áreas de pressão progressivamente mais extensas com o aumento da força⁵².

As reações celulares observadas em microscopia eletrônica nos osteoblastos, cementoblastos e fibroblastos, seguiram um padrão relativamente consistente: 1. mudanças precoces não envolvendo o núcleo, tais como dilatação do retículo endoplasmático e edema em mitocôndrias, ocorreram em 30 minutos com força de 10 gramas; 2. extensas alterações celulares, representadas por tumefação das células, contendo largos vacúolos no citoplasma e aumento considerável de mitocôndrias, bem como enrugamento do núcleo, com extensas invaginações da membrana nuclear e cromatina fortemente corada, ocorreram após 2 horas; e 3. desintegração e perda da identidade das células, representadas por ruptura da membrana celular, com ocorrência de núcleos isolados em vários estádios de decomposição. As células da proximidade sofreram mais alterações, tendo isto ocorrido em 2 horas ou mais. Esta necrose estava limitada a áreas circunscritas do ligamento periodontal. Glóbulos dispersos e fragmentos nucleares foram ocasionalmente observados com áreas hialinas em 2 a 7 dias. Os processos regenerativos prevaleceram em 7 a 28 dias⁵².

Ainda em 1972, KVAM³⁷, pesquisando o assunto, realizou observações em 23 pré-molares de pacientes com 10 a 12 anos de idade, sob tratamento ortodôntico. Após os dentes terem sido extraídos, observou os tecidos moles perirradiculares em microscopia eletrônica de varredura. Tais dentes encontravam-se clínica e radiograficamente normais, tendo sido submetidos a uma força de 50 gramas, por meio de mola com fio de .016 polegadas, unida ao molar. Os tempos experimentais foram de 5, 10, 15, 20,

25, 30, 35, 45 e 76 dias, com 3 dentes em cada tempo, exceto o último com somente um dente. Após isto, observou as raízes desnudas, nos terços cervical e médio. Após isto, observou as raízes desnudas, nos terços cervical e médio.

O grupo controle constou de 15 pré-molares somente bandados, extraídos, quando possível, ao mesmo tempo, além de 2 dentes não bandados. Neste grupo, uma camada fibrosa, consistindo de fibras principais e finas entrelaçadas, cobria o cimento. Nas raízes movimentadas, presença de áreas circunscritas de tecido hialinizado, sem estruturas normais, após 5 dias, na área de pressão. Em uma delas, ocorrência de uma pequena área, em outra, três destas áreas e na última, extensa área. Aos 10 dias ocorreu remoção da área hialina e início de reabsorção do cimento. Houve diferenças entre os grupos e maior envolvimento da raiz com o passar do tempo, estando as lacunas de reabsorção cobertas por fibras nos experimentos mais longos. A primeira área afetada foi a porção coronária, seguida pela média³⁷.

Ao remover-se o tecido conjuntivo do ligamento periodontal, revelaram-se cavidades menores com 6 micrometros e maiores com o passar do tempo. As paredes das lacunas eram homogêneas, contendo orifícios onde as fibras se inseriam. A dentina apresentou túbulos regulares, contendo prolongamentos odontoblásticos. O aspecto geral lembrava favos de mel. As reabsorções observadas antes da remoção do tecido conjuntivo tinham, com frequência, padrão de fibras finas, de onde os minerais foram removidos antes do componente orgânico. Em alguns dentes, as áreas eram planas e lisas, diferença também vista numa mesma lacuna extensa, nas quais certas regiões denotavam reabsorção ativa. Com 5 dias não houve diferenças, pois raízes do

grupo controle também apresentaram reabsorções fracas. Em 15 dias, raízes do grupo experimental apresentaram várias lacunas pequenas. Aos 20 dias, numerosas pequenas cavidades foram vistas, além de um espécime com extensa reabsorção. Após períodos maiores, presença de reabsorção geralmente extensa, circundadas por pequenas cavidades, sendo que com mais de 35 dias, todas as raízes apresentaram-se com reabsorção extensa. Após 25, 35, 45 e 76 dias, a reabsorção também envolveu a dentina, sem profundidade. Os aspectos observados possibilitaram correlacionar as áreas de lacuna ao aspecto do tecido fibroso, antes de sua remoção³⁷.

KVAM³⁵, interessado na dinâmica celular do movimento ortodôntico, realizou também em 1972 um experimento em 38 ratos machos, divididos em 3 grupos, nos quais os animais tiveram seus primeiros molares superiores do lado direito movimentados com 20 gramas de força na direção vestibular. O grupo controle constituiu-se dos molares contralaterais. Para a avaliação, utilizou marcação com timidina tritiada, cujo método é pertinente para estudo da proliferação celular. Após a contagem, os dados foram tratados estatisticamente. No grupo 1, com tempos experimentais de 1 hora, 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 dias após a remoção do aparelho, os animais receberam a injeção de timidina 60 minutos antes do sacrifício. No grupo 2, os tempos experimentais foram de 12 horas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 11 dias, simultâneos à remoção do aparelho e à injeção de timidina. No grupo 3, a injeção foi dada após 3 dias da remoção do aparelho aos 1, 2, 3, 4 e 5 dias.

No grupo controle, os feixes de fibras encontravam-se funcionalmente arranjados, os vasos sangüíneos na área central e presença de numerosos núcleos celulares. Nos animais experimentais, as áreas hialinas

tinham aspectos característicos dos períodos curtos de duração. No grupo 3, com a observação após 3 dias, não se observaram estas áreas hialinas. Em animais com 1, 2, 3, 4 e 5 dias, alguns ainda apresentavam área hialina; dois dos quais com reabsorção óssea direta, sendo que outros não mais³⁵.

Com relação às células marcadas, o primeiro aumento ocorreu ao redor das áreas hialinizadas e o segundo em células invadindo o tecido hialinizado. O número de osteoblastos e fibroblastos aumentou inicialmente, enquanto que de cementoblastos diminuiu, indicando diferença na resposta à pressão. A marcação de clastos somente foi observada nos grupos 2 e 3, onde os animais foram conservados 1, 2, 3, 4, 6 e 7 dias após a injeção³⁵.

BUCK; CHURCH¹⁰, neste mesmo ano, realizaram um estudo microscópico da movimentação dentária induzida em pré-molares de 10 mulheres e 2 homens entre 11 - 15 anos, indicados para extração. Nestes, foi adaptado um aparelho lingual para inclinação vestibular, com força aproximada de 70 gramas. Os tempos experimentais foram de 7, 14, 21 e 28 dias, com remoção de 5 milímetros de osso alveolar junto com o dente. Aos 7 dias, houve compressão média do ligamento periodontal de 64 micrometros e área com ausência de células, além de condensação de fibras colágenas, localizadas próxima à crista alveolar. Reabsorção a distância foi um aspecto comumente observado. Mais apicalmente, reabsorção frontal. Aos 14 dias, área livre de células muito limitada, com presença de osso imaturo fibroso, e alargamento do ligamento periodontal, com reabsorção ativa frontal estendendo-se para os espaços medulares. Aos 21 dias houve variações individuais mais pronunciadas, em um ligamento periodontal alargado, com pouca ou nenhuma evidência de reabsorção frontal ou à distância; atividade osteoblástica e áreas

de osso imaturo foram vistos, além de reorganização do ligamento periodontal, com capilares em ascensão, fibroblastos com citoplasma basofílico, fibras com basofilia e feixes menos compactos ou separados. Evidência de reabsorção radicular. Com 28 dias, o principal aspecto morfológico era reorganização de células e fibras, com reabsorção óssea não aparente e poucos osteoclastos. A reabsorção radicular lateral era relativamente extensa, com aumento acentuado de elementos vasculares e macrófagos em várias localizações.

Durante a movimentação dentária com forças suaves, notaram-se áreas com ausência de células nas regiões de pressão. Somente nas regiões de compressão extrema, onde ocorreu a alteração do metabolismo do colágeno, considerou-se hialinização. As alterações microscópicas encontradas foram reversíveis e a velocidade da reorganização celular e fibrilar conferiu uma situação insignificante para o tempo clínico de movimentação dentária. No período mais curto do experimento, de 7 dias, não se observou reabsorção óssea, entretanto, a movimentação dentária ocorreu, provavelmente, devido à compressão do ligamento periodontal ou flexibilidade óssea¹⁰.

Em 1973, KVAM³⁶ estudou, por meio de microscopia eletrônica de varredura, as estruturas orgânicas na superfície radicular de 40 pré-molares, obtidos de pacientes com 10 - 12 anos de idade. Destes dentes, 23 foram movimentados com aparelhos fixos exercendo força de 50 gramas para vestibular, 15 só receberam bandas e 2 não foram tratados. Os tempos experimentais foram: 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 45 e 76 dias, com 3 dentes em cada um e 2 no último. Os dentes tiveram seus ápices cortados, sendo divididos em metades lingual e vestibular, esta última objeto de análise. Os

resultados mostraram lado de pressão com áreas comprimidas, ovais ou redondas irregulares. Embora com a mesma força aplicada, encontraram-se extensões variadas em grupos com o mesmo período de observação. Houve mais de uma destas áreas com freqüência na lado de pressão, tanto mínimas quanto prontamente observáveis. Com freqüência, a porção central das áreas comprimidas estava completamente desestruturada, mostrando somente uma substância amorfa. Em outros dentes, observou feixes principais de fibras sem organização estrutural, ou fibras coalescidas, às vezes sem estriação transversal. Reabsorção de cemento e dentina foi vista próximo às áreas de pressão, particularmente entre 20 e 35 dias; eritrócitos normais e em áreas de pressão, além da presença de células sangüíneas desorganizadas, reduzidas de tamanho. Embora processos degenerativos de reabsorção fossem típicos no lado de pressão, características de formação também foram observadas na forma de fibras finas formando um plexo diferente do controle. Tal tecido tendia a recobrir a lacuna de reabsorção nos grupos de longa duração. Em poucos casos, células lembrando fibroblastos estavam próximas ao tecido hialinizado.

STOREY⁶⁹, em 1973, descreveu os processos da movimentação dentária induzida, consistindo de três fenômenos diferentes: 1) fenômeno bioelástico; 2) comportamento adaptativo bioplástico e 3) deformação biorruptora dos tecidos. O autor observou que o ligamento periodontal e o osso alveolar podem ser deformados elasticamente por estresse mecânico externo, com mudanças nas atividades celulares. Atingindo-se o limite elástico, inicia-se a deformação plástica, com reações adaptativas e remodeladoras no tecido conjuntivo e no sistema vascular. O processo biorruptor, com isquemia, morte celular, inflamação e reparo, ocorre quando forças prolongadas

excedem o limite bioplástico. Desta forma, a deformação bioelástica ocorre com forças oscilando rapidamente, como as oclusivas, induzindo movimentação dentária intra-alveolar. Forças contínuas sobre os dentes resultam em alterações bioplásticas nos tecidos de suporte do dente, seguidas de deslocamento dos dentes através do osso. Para definir os limites bioplásticos do deslocamento dentário requer-se medição prévia das seguintes variáveis: tempo, espaço e tipos de forças, e então correlacioná-las às mudanças observadas durante o movimento dentário.

Estudando 11 pré-molares movimentados para vestibular com aparelho fixo, RYGH⁵⁴, neste ano, observou as modificações em zonas de pressão do ligamento periodontal, utilizando microscopia óptica e eletrônica. Dois dentes serviram de controle, e os tempos experimentais foram: 2, 21 e 50 dias, sendo 2 dias com 70 gramas, 21 dias com 70, 120 e 140 gramas e 50 dias com 100 gramas. Todos os dentes eram de pacientes com 13 anos de idade.

Em microscopia óptica, aos 2 dias, o ligamento periodontal estava comprimido próximo à margem alveolar, com áreas homogêneas próximas ao osso alveolar, onde muitas células haviam desaparecido. Ao longo da superfície radicular presença de estruturas enrugadas e densamente coradas, indicando picnose do núcleo. Os vasos sangüíneos comprimidos apareceram como cordões escuros. Aos 21 dias, o ligamento submetido à força de 70 gramas media 20 - 40 micrometros, possuindo estruturas não identificáveis, com pontos muito corados, aparentemente núcleos. As áreas comprimidas estavam bordejadas por atividade osteoclástica, com o ligamento periodontal medindo de 250 - 350 micrometros. Com 120 gramas, a área hialina foi mais extensa, porém com a largura do ligamento periodontal não muito maior. Aos

50 dias, estabeleceu-se a fase de reparação, com área remanescente de 5 - 10 micrometros adjacente à superfície do cimento. No osso alveolar, os osteócitos adjacentes à área de compressão pareciam pontos escuros, freqüentemente rodeados por zona clara dentro de lacunas com paredes escuras⁵⁴.

Em microscopia eletrônica, as células do ligamento periodontal aos 2 dias possuíam aspecto variável. Em áreas de compressão, osteoblastos, fibroblastos e cementoblastos tinham o retículo endoplasmático dilatado, possuindo vacúolos de vários tamanhos com algum material corado no citoplasma, além de células com extensa tumefação. As células situadas entre as fibras, mais próximas ao cimento, possuíam núcleo desnudo ou com remanescentes de citoplasma e em áreas mais distantes, desintegração da membrana citoplasmática, além de núcleos isolados, com variação considerável de contorno, alguns com enrugamento e agregação próxima à membrana. Entre 21 a 50 dias, havia remanescentes de núcleos em áreas comprimidas. A vascularização do ligamento periodontal aos 2 dias mostrou estase parcial ou completa em áreas comprimidas, com eritrócitos preenchendo o lume dos vasos e células endoteliais em estádios variados de desintegração. Desintegração das paredes dos vasos também foi observada freqüentemente. Dos 21 aos 50 dias, houve identificação dos elementos vasculares não definida. As fibras do ligamento periodontal aos 2 dias possuíam menos espaço entre elas, porém sem alteração daquelas próximas ao dente. O diâmetro e as bandas estavam intactas. Aos 21 dias, presença de acentuados pacotes de fibras e perda da orientação funcional de muitos grupos e também grupos de filamentos finos sem o padrão de estriação. Em alguns locais, espaços aumentados entre as fibras do ligamento. Aquelas inseridas no

cimento e no osso pareciam intactas. Com 50 dias as fibras adjacentes à superfície dentária e do centro do ligamento permaneceram com estriações e intactas. Os osteócitos adjacentes à área comprimida estavam intactos⁵⁴.

O autor considerou que o número limitado de espécimes e os poucos tempos experimentais requerem cautela na análise dos resultados. Os aspectos morfológicos encontrados indicam que as alterações celulares e vasculares precedem as fibrilares. A cristalização de eritrócitos não foi observada, talvez por se ter poucos experimentos em humanos ou pelas diferenças entre as hemoglobinas⁵⁴.

Em uma outra pesquisa, em 1973, RYGH⁵⁵ estudou as alterações das fibras colágenas do ligamento periodontal durante a movimentação dentária induzida, particularmente suas projeções para o cimento adjacente e osso durante a hialinização, e o estabelecimento de nova união ao dente. Em microscopia óptica, observou progressiva compressão do ligamento periodontal, com a redução deste relacionada à duração do experimento.

Após 6 e 12 horas as áreas adjacentes às espículas ósseas estavam livres de células, apresentando aspecto homogêneo, com hialinização extensa após 2 - 3 dias. As fibras da área comprimida estavam orientadas quase paralelas à superfície radicular. Após 3 - 7 dias as regiões estavam em reparo, caracterizadas por proliferação celular e vascular, com o restabelecimento das fibras funcionais em 28 dias⁵⁵.

Em microscopia eletrônica, as reações das fibras colágenas sugeriram um padrão consistente, sem diferenças com relação à variação na força. Foi possível verificar os seguintes estádios: 1- reações fibrilares: a)

adaptação precoce, onde após 24 horas apareceram os primeiros sinais de perda da orientação funcional, permanecendo a união ao osso e cimento intacta. As fibras eram uniformes na largura e estriação, com ocasionais filamentos sem estriação; b) compressão e reorientação, com destruição parcial. Após 3 - 7 dias, ocorreu a perda da orientação funcional e arranjo denso. Nos animais do grupo controle as fibras eram transversais do cimento ao osso, Nas regiões comprimidas, orientavam-se paralelamente à raiz e ao osso. Algumas fibras mantiveram curso ondulatório, e as estriações se mantiveram; c) feixes de fibras sem estriações, aparecendo separadamente, inseridas entre as fibras colágenas. Com 14 dias ocorrência maior de filamentos não estriados nos remanescentes de tecido hialinizado. Algumas áreas de osso sem união com fibras. 2- estabelecimento de nova união, em períodos mais longos. Após 28 dias o ligamento periodontal encontrava-se renovado da compressão de 5 - 14 dias, com os feixes possuindo orientação funcional, de aspecto semelhante a áreas não comprimidas⁵⁵.

Por meio deste trabalho, o autor concluiu que o aspecto da área hialina vista em microscopia óptica não se deve primariamente à alteração das fibras, e sim à mera compressão das fibras e modificações dos elementos circundantes, como ruptura de membrana e elementos vasculares fora do vaso⁵⁵.

Ainda em 1973, em um de seus trabalhos, RYGH; SELVIG⁵⁸, utilizando microscopia óptica e eletrônica, pesquisaram a localização, a estrutura, a composição e o mecanismo de formação de partículas poligonais semelhantes a cristal, aparecendo quando da movimentação do primeiro molar superior para vestibular, de 55 ratos Wistar. Os dentes foram movimentados

com aparelho fixo, aplicando força de 5, 10 e 25 gramas e tempos experimentais de 30 minutos a 28 dias. Tais estruturas apareceram em 4 espécimes. Os resultados mostraram as partículas dentro e ao redor dos vasos sangüíneos, às vezes preenchendo completamente os vasos, de paredes preservadas. Além desta localização, ocorreram em menor quantidade ao longo da parede do vaso; quantidades consideráveis extravascular, freqüentemente paralelas às fibras, às vezes também desorientadas; não ocorrendo dentro do citoplasma. Só ocorreram após 2 horas, utilizando-se 10 gramas de força, sendo predominante em espécimes de 24 - 48 horas, não tendo sido observadas em períodos mais longos que 60 horas. Os autores concluíram tratar-se de cristalização de eritrócitos, ocorrendo em um processo de degeneração, em estágio intermediário.

Em 1974, RYGH⁵⁶ estudou em microscopia óptica e eletrônica, a seqüência morfológica durante a reorganização da área hialina, intencionando saber se seria possível precisar quais as células envolvidas neste processo, bem como saber se as características do tecido hialino influenciariam a diferenciação das células invasoras, verificando se toda esta área seria removida; com isto tentando dar nova luz aos mecanismos de quebra do tecido hialino. Para tal, utilizou 67 ratos Wistar de ambos os sexos, mesializando seus primeiros molares superiores, com forças de 5, 10 e 25 gramas nos seguintes períodos: 30 minutos, 2, 6, 12, 24, 48 e 60 horas, 5, 7, 14 e 28 dias.

Em microscopia óptica, a área hialina apareceu durante os 2 primeiros dias, tendo o ligamento periodontal de 15 a 40 micrometros, permitindo delinear a área perifericamente. Entre 48 horas e 14 dias ocorreu a

remoção da área hialina. Após 7 dias, a área estava restaurada, tendo ocasionalmente remanescentes. Com frequência, as primeiras células invasoras eram semelhantes a fibrócitos do ligamento periodontal. Em alguns espécimes, o tecido invasor pareceu ser primeiramente os vasos sangüíneos, vindos dos espaços medulares do osso adjacente. Células gigantes foram ocasionalmente vistas aos 5 - 7 dias⁵⁶.

Em microscopia eletrônica, o autor verificou a ocorrência de duas etapas: 1ª: Invasão celular inicial e vasos sangüíneos- as células pioneiras eram mononucleares, de tamanhos e formas variadas, ricas em mitocôndrias e pobres em retículo endoplasmático, com o citoplasma mais corado que o dos fibrócitos, além de muitos processos celulares, conferindo-lhes aspecto estrelar. Pequenas inclusões próximas da membrana e algumas maiores, contendo material, indicavam fagocitose. Nas invaginações, havia longos feixes de fibrilas. Rodeando os processos, material floculento ou poucas fibrilas colágenas, determinando uma zona clara. Células perivasculares ou da parede endotelial penetravam o tecido conjuntivo, com numerosos processos, além de vários tipos celulares revelando invasão contínua. 2ª: Invasão a partir da margem mais posterior- À distância de 30 - 50 micrometros das células pioneiras, a característica mais marcante era a presença de diferentes tipos celulares mononucleares, com retículo endoplasmático de superfície rugosa, sendo uma área de migração de células dos vasos, além de filamentos não estriados e fibrilas colágenas, indicando reparo. As células gigantes encontravam-se adjacentes aos vasos sangüíneos comprimidos, cujo conteúdo coalesceu na massa amorfa. Partículas com 10 - 30 micrometros achavam-se dentro de células individuais⁵⁶.

Estes aspectos morfológicos permitiram-lhe sintetizar que o tecido hialino foi substituído por células e vasos sangüíneos do ligamento periodontal sadio em volta dos espaços medulares. Aconteceu reabsorção óssea a distância, antes da quebra completa do tecido hialinizado, cuja remoção ocorreu por diferentes tipos celulares invasores. As estruturas vasculares foram removidas por enzimas dos leucócitos, com subsequente fagocitose por macrófagos e fibroblastos. As células gigantes removeram a extensa massa amorfa e partículas grandes de células sangüíneas, não sendo possível pela simples investigação morfológica, determinar a origem destas células. Este estudo também mostrou que não só macrófagos removeram a área hialina, podendo os fibroblastos, sob certas condições, exibirem atividade fagocitária⁵⁶.

HELLER; NANDA³¹ estudaram, em 1979, a movimentação dentária, adaptando uma mola expansora para movimentar o primeiro molar superior de ratos para mesial, com força aproximada de 50 gramas. Os animais experimentais possuíam alteração metabólica das fibras periodontais, induzida por latirógeno. Os pesquisadores descreveram a resposta biológica nos movimentos dentários envolvendo um lado de pressão, com alterações principais de compressão das fibras colágenas, formação de áreas livres de células e reabsorção óssea; enquanto do lado oposto, de tensão, houve estiramento das fibras periodontais e aposição óssea. O objetivo principal do trabalho foi investigar o papel das fibras colágenas periodontais na transmissão do estresse gerado pelas forças aplicadas ao osso, medido por nova aposição óssea. A conclusão obtida foi de que as forças ortodônticas podem ser aplicadas em periodonto alterado química e fisicamente, e as fibras periodontais, tensionadas sobre o alvéolo, podem não ser absolutamente

necessárias para estimular a formação óssea, desempenhando um papel passivo na transferência de forças ortodônticas para o osso alveolar.

SIMS⁶², em 1980, realizou movimento de intrusão e extrusão em molares de camundongos com latirismo e normais, para observar o comportamento das fibras colágenas, através da medição do ângulo formado por dez fibras, aleatoriamente escolhidas, com o cimento. Estas fibras localizavam-se em 500 micrometros a partir da junção cimento-esmalte. Como resultado encontrou modificações acentuadas, variando progressivamente de oclusal para apical. Em animais normais, a intrusão do molar resultou em um ângulo mais agudo para a superfície do cimento. A extrusão produziu um padrão contrastante de gradação angular na interface. Nos animais com latirismo a intrusão resultou em deslocamentos dentários semelhantes aos dos animais normais, sendo que a extrusão produziu maior movimento, em consequência de amplificação das mudanças angulares, com um ângulo mais obtuso.

Este mesmo material havia sido examinado anteriormente, observando-se as fibras oxitalânicas, permitindo verificar seu comportamento oposto e complementar, durante ambos os movimentos; ou seja, quando as fibras colágenas estão sob tensão durante a intrusão, as oxitalânicas orientadas ocluso-apicalmente tendem a relaxar. A extrusão inverte o padrão de mudanças angulares para ambos os tipos de fibras na interface cimento-periodontal⁶².

O movimento de intrusão também foi estudado por STEIGMAN et al.⁶⁶, quando em 1981, utilizou 21 ratas Wistar, às quais aplicou forças leves (1,5 a 8g/cm²), forças médias (12 a 18,5 gramas/cm²) e forças pesadas (30,5 a 32 gramas/cm²) na intrusão de incisivos. Todos os animais tiveram seus

incisivos cortados para prevenir a influência de forças oclusais, inclusive o grupo controle, nos quais repetiu-se o desgaste a cada 2 dias. Forças leves não causaram intrusão ativa dos incisivos; forças médias causaram um grau considerável de intrusão, seguido por um período de descanso. Na segunda semana o movimento manteve uma média diária de 25 micrometros. Com forças pesadas a intrusão ativa só começou após 8 dias, permitindo concluir que a magnitude de forças concorda com aquelas usadas para os molares, devendo-se observar a pressão capilar sangüínea, que em ratas adultas é de aproximadamente 16 gramas por centímetro quadrado.

Em 1986, RYGH et al.⁵⁹ estudaram o comportamento da vascularização e suas células no ligamento periodontal, bem como o comportamento das estruturas fibrosas durante a movimentação dentária experimental, com interesse particular nas células da linhagem monocitária, pois estudos pilotos haviam revelado aumento da atividade vascular, além de macrófagos, mesmo em áreas de tensão.

Neste experimento, os autores utilizaram ratos Wistar machos, divididos em 2 grupos: grupo 1, com 20 ratos, onde movimentou-se o primeiro molar superior direito com 30 gramas de força, dispendida por mola aplicada contra a fissura oclusal e ancorada nos incisivos, nos seguintes períodos de tempo: 2, 7, 14 e 28 dias. No grupo 2, com 25 ratos, a força de mesma intensidade foi aplicada com a mola instalada na face distal do primeiro molar, após desgaste mesial no segundo molar. Os tempos experimentais foram 2, 7, 14, 21 e 28 dias. Os grupos controle foram 8 e 10 animais, respectivamente para os grupos 1 e 2. O material foi preparado com fixação por imersão, sem perfusão, para não interferir nos resultados vasculares. Os

cortes longitudinais no sentido mésio-distal foram corados com hematoxilina e eosina e aldeído-fucsina-Halmi após oxidação com Oxone. Coloração oxitalânica foi usada para melhor caracterização dos vasos. Metade do material foi processado para exame em microscopia eletrônica. As áreas observadas foram: área interradicular entre as raízes mésio e disto-lingual do primeiro molar, representando lado de pressão e tensão expostos à mesma força, ligamento periodontal mesial do segundo molar (área de pressão) e ligamento periodontal distal do primeiro molar (área de tensão). No grupo 2, a mola lesou os tecidos moles, portanto desprezaram-se estas áreas na observação⁵⁹.

Os resultados mostraram aumento de monócitos/macrófagos, tanto adjacentes quanto distantes dos vasos, em reabsorções ósseas frontais e também em áreas de tensão. Houve aumento na atividade vascular em áreas de tensão e pressão, além de quebra e neoformação de fibras colágenas extensa e rapidamente. Fibrilas colágenas eram esparsas após uma semana ou mais da tensão experimental, particularmente próximo aos monócitos/macrófagos. Durante o movimento dentário rápido, a remodelação das fibras de Sharpey não ocorreu somente no ligamento periodontal. Observou-se reação dentro do osso alveolar, de onde proliferação de vasos e células sangüíneas, pareceram eliminar a cortical óssea alveolar e fibrilas. Uma reação que não deve ser confundida com reabsorção óssea a distância, a qual ocorre atrás de zonas hialinas em áreas de alta pressão⁵⁹.

Os macrófagos encontrados em grande número continham muitos corpúsculos granulares e corpos lipídicos, porém não continham colágeno fagocitado intracelularmente, podendo isto indicar que em áreas de tensão no ligamento periodontal, os macrófagos contribuem para a quebra do colágeno

através de outros mecanismos que não a fagocitose. Há evidências de que estas células podem modular a síntese de colágeno pelos fibroblastos. Os macrófagos são, provavelmente os maiores produtores de prostaglandinas E_1 e E_2 , capazes de influenciar a síntese e crescimento dos fibroblastos. Não foram encontrados nem linfócitos, nem neutrófilos⁵⁹.

Neste mesmo ano, HIRAIDE³³ realizou um estudo comprometido em investigar os efeitos do estrógeno (estradiol-17 beta: E_2) no tecido periodontal durante movimentação dentária experimental, usando ratos Wistar (60 machos, pesando em média 92,2 gramas e 70 fêmeas pesando em média 133,6 gramas.). Os ratos machos foram divididos em 6 grupos com 10 ratos, e as fêmeas em 7 grupos, incluindo 60 ratas ovariectomizadas. Em 5 grupos tanto nas fêmeas quanto nos machos injetou-se E_2 em doses de 0,01; 0,1; 1; 10 e 100 microgramas por 0,5 mililitro de solução salina por dia, respectivamente. O movimento dentário experimental foi efetuado por 3 dias antes do término do experimento, inserindo-se um elo elástico entre os primeiros e segundos molares superiores. Com o propósito de estimar os efeitos deste hormônio, as mudanças no tecido periodontal foram observadas e o número de osteoclastos foi contado em uma área de 400 x 800 micrometros quadrados do septo interradicular, além de medição das variações do peso. Os resultados foram os seguintes: 1. a administração de E_2 em ratos machos e fêmeas mostrou efeitos inibitórios do crescimento corporal (peso) relacionados à dose; 2. não se observaram aspectos morfológicos proeminentes no tecido periodontal em grupos tratados e movimentados tanto em ratos machos quanto em fêmeas; 3. em grupos de ratas ovariectomizadas, mudanças nítidas foram observadas como aumentos de osteoclastos e reabsorção óssea alveolar avançada dependente da dose de E_2 administrada; 4. diferenças significantes na presença

de osteoclastos entre machos controle e fêmeas ovariectomizadas e controle, assim como diminuição das células em fêmeas ovariectomizadas e controle sugeriram diferenças entre os sexos na movimentação dentária.

Em 1987, CADET et al.¹² verificaram as reações teciduais provocadas por movimento dentário experimental em hamsters dourados. Vinte animais machos da mesma idade foram aleatoriamente separados em dois grupos de 10 animais, um dos quais recebeu dieta alterada, do tipo hiperglicemiante, com a finalidade de promover lise periodontal. Após este período, sobreviveram 6 animais com dieta normal, passando a constituir o grupo controle e 5 animais com dieta especial, constituindo o grupo experimental. Ambos receberam molas adaptadas entre o primeiro e o segundo molar inferior direito, para promover a mesialização destes dois dentes, com força de 200 gramas, além de injeção de calceína no momento da instalação do aparelho e após 8 dias. O material foi fixado em formol a 10% e incluído em metilmetacrilato sem desmineralização, com os cortes sendo realizados horizontais a partir da bifurcação do dois primeiros molares a uma altura de 400µm. 6 deles foram examinados em luz ultravioleta, 6 corados com azul de toluidina e 6 com tricrômio de Goldner. As fotos dos campos foram projetadas sobre uma lente de 800 diâmetros, tendo cada uma das quatro raízes dos primeiros molares coincidindo com o centro da lente, e o eixo distomesial ficando horizontal. A lente dividiu o campo em 16 setores iguais, onde se mediu os efeitos mecânicos pela largura do espaço desmodontal. As reações teciduais foram observadas no lado de tensão, pressão e nas áreas hialinas, além das reações da parede óssea em aposição, reabsorção, na periferia das áreas hialinas em remodelação e em repouso.

Os resultados observados mostraram no grupo controle, no lado de tensão, elementos teciduais nitidamente individualizados, fibras colágenas orientadas na direção da tensão, perpendiculares à parede, células alongadas e vasos deformados, seguindo este padrão. No lado de pressão, feixes fibrosos comprimidos, paralelos à parede, com células alongadas em espaço mais reduzido, com aumento da densidade e vasos deformados paralelamente à parede. A área hialinizada com desaparecimento de células, fibras e vasos e parede óssea com reabsorção periférica¹².

Nos animais experimentais, observou-se infiltrado linfoplasmocitário, com inflamação do periodonto marginal. A densidade óssea pareceu diminuída. Uma observação geral dava a impressão de contorno ósseo mais liso do que no grupo controle. Do contrário, o aspecto geral do desmodonto não pareceu diferente nos dois grupos. A reabsorção periférica com remodelação foi menos identificável em animais acometidos pela lise periodontal, o que retardou a remoção da área hialina nos animais experimentais, pela remodelação ser mais dificilmente ativada. O período de 8 dias ainda não permite haver a remoção completa destas áreas nos dois grupos¹².

Sob condições gerais alteradas dos ratos, encontra-se o trabalho de ENGSTRÖM; GRANSTRÖM; THILANDER²³, em 1988. Neste, os autores observaram as reações teciduais da movimentação dentária em ratos normais e em ratos com hipocalcemia induzida, a fim de avaliar possíveis diferenças. A reabsorção radicular foi avaliada, citando sua ocorrência nas regiões próximas às áreas do ligamento periodontal em reorganização, com atividade degradativa e de osso reabsorvido. As reabsorções radiculares

estavam vinculadas à atividade fagocitária de eliminação das áreas hialinas do ligamento periodontal, relacionando-se com sua reorganização, assim como do osso alveolar. O aumento de reabsorções radiculares, associadas à hipocalcemia, relaciona-se com reabsorção óssea aumentada sob esta condição. A regulação total do metabolismo ósseo está parcialmente determinada por fatores controladores da hemostasia do cálcio, tais como o hormônio da paratireóide e a vitamina D.

Ainda de 1988, resgatou-se a publicação de MOLLENHAUER⁴², onde o autor mencionou possíveis danos advindos da associação do tratamento ortodôntico ao uso de anabolizantes esteróides, atuando sobre o osso alveolar de forma prejudicial.

Em 1989, COOPER et al.¹⁸ investigaram, em microscopia eletrônica, a hemodiapedese em vênulas pós-capilares do ligamento periodontal, fenômeno indicativo de força não fisiológica, representada por 100 gramas continuamente, visando extrair o primeiro molar superior direito de 8 ratos, durante 30 minutos, tendo o lado contrário como controle. Os 4 melhores blocos onde os cortes seccionaram o canal mesial e o forame apical foram morfometricamente analisados, a partir de um marcador iônico e coloração com azul da Prússia. Em 2 dos 4 animais observados, notou-se ocasionalmente hemodiapedese, como resultado da aplicação da força pesada, resultando na extrusão dos dentes, permitindo concluir que uma linha demarcatória entre movimento ortodôntico patológico e fisiológico ainda está por ser estabelecida para o homem.

Neste mesmo ano, CADELL¹¹ comenta um caso de uma paciente submetida a tratamento ortodôntico e durante os últimos cinco meses do

tratamento a doses exageradas de progesterona, a qual sofreu reabsorções nos incisivos superiores. Estes dentes estavam sendo submetidos ao uso de elásticos verticais. Diante deste fato, o autor alertou para uma possível associação, levando em consideração o fato de altas doses de progesterona levarem à diminuição do nível de cálcio, muito embora não tenha observado nenhum envolvimento ósseo. Altas doses de progesterona podem inibir a função ovariana, e baixas dosagens podem prevenir perdas ósseas pós-menopausa, tal como os estrógenos.

A partir deste caso, o autor sugere que o profissional questione suas pacientes sob o uso de terapia hormonal antes do início do tratamento. Nesta publicação, o editor sugere uma pesquisa sobre o assunto, verificando a influência do uso dos elásticos, pois sabe-se de seu envolvimento em reabsorções dentárias¹¹.

HELLSING; HAMMARSTROM³², em 1991, pesquisaram os efeitos da gravidez e do flúor na movimentação dentária de 16 ratas Sprague-Dawley. As ratas foram divididas em três grupos: não prenhes, prenhes e não prenhes usando fluoreto de sódio. Todos os animais tiveram seus primeiros molares movimentados para vestibular, com força de 150 miliNewton, e a velocidade do movimento foi calculada em radiografias. No exame microscópico, observaram-se áreas hialinas e reabsorções radiculares e ósseas em todos os animais, estando relacionadas à eliminação das áreas hialinas. Em nenhum animal, ocorreu reabsorção óssea indireta. O número de osteoclastos foi calculado, observando-se variação nos três grupos. Os números menos significantes foram encontrados nas ratas não prenhes usando flúor, se

comparadas às ratas não prenhes, não existindo diferenças significantes entre as ratas não prenhes e prenhes.

As ratas prenhes tiveram seus dentes mais movimentados, numa explicação desconhecida, talvez atribuível ao maior teor de água no ligamento periodontal, efeito dos hormônios associados à gravidez, ficando desta forma, mais facilmente comprimível³².

BRUDVIK; RYGH^{3,4,5,6,7,8,9} iniciam a partir de 1993 uma série de experimentos sobre as alterações associadas com o movimento dentário experimental em ratos Wistar. No primeiro³, utilizando 73 animais machos, exploraram a possibilidade de estabelecer um modelo no desenvolvimento e reparação de uma área hialinizada, estudando as células que invadem e reabsorvem o tecido necrótico, bem como as que iniciam a reabsorção, além de estudarem as interações celulares na sequência reabsorção-reparação. Nestes animais, movimentaram os molares superiores do lado direito para mesial, com mola fechada, dissipando 50 gramas de força. O grupo controle foi representado pelos segmentos não tratados. Os resultados foram avaliados em microscopia óptica com coloração TRAP (fosfatase ácida resistente ao ácido tartárico) e em microscopia eletrônica em 6 e 12 horas, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 14 e 21 dias, revelando uma associação entre a reabsorção radicular e a remoção ativa do tecido hialinizado, num padrão de eventos: 1. As células mononucleadas fibroblastos-“like” TRAP negativas foram as que iniciaram a reabsorção radicular, a partir da periferia da área necrótica; 2. A reabsorção radicular abaixo da área hialina principal ocorreu em fase posterior, com células TRAP positivas multinucleadas removendo a área hialina e a superfície

radicular; 3. cessada a força, ainda houve reabsorção radicular em áreas onde existia hialinização.

A reparação da lacuna aconteceu a partir da periferia. Aos autores foi permitido fazer uma correspondência entre a extensão das áreas hialinas presentes nos dias 3 e 4 e a extensão da superfície radicular reabsorvida após 21 dias, indicando que a região completa da raiz será reabsorvida se força ativa for mantida por longo período de tempo, além do fato de que se a força for reativada durante a reabsorção ativa, o processo continuará. O tempo de descanso necessário para a reparação é desconhecido³.

Ainda em 1993, estes autores pesquisaram, em detalhe de microscopia óptica, os acontecimentos da fase inicial da reabsorção radicular em áreas de pressão, numa tentativa de especificar quais as células invasoras da raiz. Nesta etapa, utilizaram 21 ratos machos, além de 31 camundongos fêmeas, em um estudo piloto, já que estes animais permitem, pelo seu tamanho reduzido, a inclusão de mais estruturas para a observação em microscopia eletrônica³.

Os ratos tiveram seus primeiros molares superiores do lado direito movimentados para mesial, com mola dissipando 50 gramas de força. No grupo controle, foi incluído 1 animal sem aparelho, além dos lados contrários dos animais experimentais. Os tempos experimentais foram: 1, 2, 3, 4 e 5 dias, onde a força foi remensurada. Aos 3 dias era de 59% e após 5 dias levemente reduzida, de 57%. Nos camundongos movimentou-se o primeiro molar inferior esquerdo com “alastik”, cuja força inicial de 70 a 75 gramas não foi remensurada. Os tempos experimentais para estes animais foram: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 dias, já que se utilizou força maior³.

Os resultados observados para ratos e camundongos tiveram seqüência e aspecto microscópico semelhantes, porém a reabsorção óssea e radicular ocorreu antes em ratos. As áreas hialinas ocorreram, em ratos e camundongos, primeiramente no espaço inter-radicular no lado mesial da raiz distal, em 1 a 2 dias, constituindo as áreas estudadas. Após 3 a 4 dias, apareceram no centro e nas raízes mesiais³.

Nas áreas estudadas, em coloração de hematoxilina e eosina e TRAP, observou-se: 1. reabsorção da parede alveolar a partir da periferia da área hialina por células da periferia e dos espaços medulares atrás do centro da área, isto ocorrendo após 1 - 2 dias, anteriormente à reabsorção radicular. O tecido hialino foi removido por diferentes tipos de atividades celulares.; 2. reabsorção radicular, iniciando-se na periferia da área hialina. Em ratos após 2 - 3 dias e em camundongos após 4 - 6 dias, parecendo iniciar-se por células viáveis da vizinhança. Na parte central, 3 - 4 dias depois, por células em parte originadas dos espaços medulares, acontecendo em 1 - 2 dias no rato e 1 - 5 dias no camundongo. Não se encontraram mais clastos e precursores que no grupo controle. Muitas células mononucleadas iniciadoras da reabsorção eram TRAP negativas. Após 3 dias, no rato e 6 no camundongo observaram-se múltiplas células TRAP positivas mono e multinucleadas, não só no ligamento periodontal, como também próximas às raízes adjacentes à área hialina³.

Algumas células fracamente coradas de amarelo ou levemente marrons foram observadas no ligamento periodontal previamente comprimido, bem como na periferia da área hialina e nas lacunas de Howship, levando ao questionamento da eficácia do método de coloração, já que diferenças em procedimentos laboratoriais, na escolha de agentes químicos, bem como

procedimentos histoquímicos de coloração têm levado a diferentes colorações. Entretanto, os autores, fundamentados em outras pesquisas, consideraram ser este um método razoável para se pesquisar clastos³.

Em outro trabalho, datado de 1993, BRUDVIK; RYGH⁴ examinaram o material de 21 ratos machos em microscopia eletrônica para melhor entender as primeiras modificações na raiz ao redor da área hialina durante o prelúdio e subsequente processo de reabsorção do cimento mineralizado. O interesse estava principalmente focado na interação entre o pré-cimento e as células adjacentes, bem como as da vizinhança do ligamento periodontal, na tentativa de identificar as células envolvidas e verificar se as primeiras células que penetram são macrófagos, como anteriormente sugerido⁴.

Os ratos tiveram seus primeiros molares superiores do lado direito movimentados para mesial, com força de 50 gramas sem reativação, sendo remensurada aos 3 e 5 dias, acusando respectivamente 29 gramas e muito próxima disto. O grupo controle foi 1 rato sem aparelho e os lados contrários dos animais experimentais, que foram observados em 6 e 12 horas, 1, 2, 3, 4 e 5 dias. A área estudada foi a porção coronária do lado mesial da raiz distal, mais especificamente acima e abaixo da crista, por ser a área inicial de reabsorção radicular neste modelo experimental, e também por estar coberta de cimento acelular com pouca infiltração de células para o pré-cimento, além de ser a área de hialinização completa e tecido viável do ligamento periodontal⁴.

Nos animais controle, o ligamento periodontal possuía de 80 a 120 micrometros. O cimento estava coberto por pré-cimento com 0,5 a 0,8

micrometros. As células próximas eram planas, ricas em retículo endoplasmático. Macrófagos e fibroblastos-“like” eram muito raros, situando-se não próximos à raiz. Restos epiteliais de Malassez estavam presentes⁴.

Os animais experimentais evidenciaram aspectos morfológicos concordantes com trabalhos anteriores, corroborando que o ataque inicial à raiz ocorre o mais próximo da área hialina, onde células viáveis estão próximas ao pré-cimento e cimento. Quando a área hialina é muito fina, ocorre reabsorção de cimento mineralizado após 72 horas. Quando é mais espessa, 1 ou 2 dias mais tarde. Foi notável a reabsorção iniciando simultaneamente à mesma distância da área hialina principal, onde havia pouca ou nenhuma hialinização. Com 2 dias o ligamento periodontal tinha de 40 a 50 micrometros. Numa seqüência, observou-se: 1. Células macrófagos-“like” fagocitaram tecido necrótico no meio do ligamento periodontal após 6 horas, e próximo à superfície radicular íntima à área hialina após 24 horas; 2. Células fibroblastos-“like” pareceram quebrar por atividade fagocitária e colagenolítica o pré-cimento próximo da área hialina após 24 horas; 3. as camadas superficiais de cimento mineralizado foram removidas por células mononucleadas após 3 dias; 4. células multinucleadas sem borda em escova ocorreram no ligamento periodontal à mesma distância da superfície radicular após 24 horas. Células multinucleadas com borda em escova em direção à superfície mineralizada radicular foram raras em 5 dias, não podendo ser descartada a possibilidade destas células sem borda em escova serem também clastos⁴.

Em 1994, BRUDVIK; RYGH⁶ estudaram o segundo estágio da reabsorção radicular ortodôntica em ratos e camundongos, mais especificamente uma possível associação entre a ocorrência de tecido

necrótico e atividade reabsortiva na superfície radicular. Usando microscopia óptica convencional em colorações hematoxilina e eosina e TRAP, pesquisaram os tipos celulares envolvidos na remoção do tecido necrótico do ligamento periodontal e a remoção/ reabsorção dos tecidos na superfície radicular. Dez ratos Wistar machos e 15 camundongos Bomnice fêmeas constituíram os animais experimentais. Os camundongos foram utilizados para verificar se existe a mesma associação entre tecido necrótico e reabsorção radicular vista nos ratos.

Nos ratos, movimentou-se o primeiro molar superior direito para mesial, com mola fechada, aplicando 50 gramas de força, sendo o material examinado em 7 e 10 dias. Não houve reativação, e a força após 7 dias era de 27 gramas. Aos 10 dias era de 18,6 gramas. O grupo controle foi 1 animal sem aparelho, ambos os lados, além dos lados contrários dos animais experimentais. A área observada foi a de compressão mesial das raízes distal, média ou mesial, que possuía maior comprimento. Nos camundongos, o primeiro molar inferior esquerdo foi movimentado para mesial, com “alastik”, liberando de 70 a 75 gramas, sem condições de remensuração. Os tempos experimentais foram: 8, 9, 10 e 14 dias. O grupo controle foi o lado contrário. Nestes animais, a área observada foi a mesial das raízes mesial e distal⁶.

A seqüência de alterações foi semelhante entre as espécies, porém houve diferença de reação tecidual, devido provavelmente ao “turnover” diferente. Aos 7 dias, o ligamento periodontal dos ratos estava reduzido para 1/4 do seu tamanho normal na área mais comprimida. O tecido necrótico apareceu em muitas partes, e não em uma área contínua. Nenhuma fibra de Sharpey ou estrutura fibrilar estava aderida ao cimento, o qual apareceu

desnudo, fortemente corado em hematoxilina e eosina. Muitas células mononucleares foram vistas nas margens da área hialina, a maioria TRAP negativa. No grupo controle não se encontrou célula TRAP positiva nesta localização. Aos 10 dias, o ligamento periodontal estava recuperado, com remanescentes de tecido necrótico, entremeados de células multinucleadas. Estas, também estavam presentes nas superfícies radiculares. Lacunas de reabsorção eram extensas onde havia tecido hialino. O material dos camundongos mostrou aos 8 - 9 dias redução do ligamento periodontal para $\frac{1}{3}$ a $\frac{1}{4}$ do seu tamanho, com hialinização. Após este período, houve reconstrução tanto por células mono como multinucleadas, com reabsorção óssea interradicular, com muitas células TRAP positivas nos espaços medulares adjacentes ao tecido necrótico. Aos 10 dias, presença de remanescentes do tecido necrótico e aos 14 dias, remoção quase completa do tecido hialino, com a maioria das lacunas em reparação. Para os autores, os aspectos observados podem indicar que durante a fase mais tardia da hialinização, macrófagos maduros originários dos espaços medulares produzem enzima TRAP, embora não provem que osteoclastos dos espaços medulares migrem para o ligamento periodontal necrótico após o desaparecimento do osteóide. Além disto, sugerem cuidado na extrapolação dos resultados baseados no material do rato, pois a ausência de segunda dentição pode predispor à maior reabsorção, desde que camundongos não têm a mesma prevalência alta de reabsorção radicular⁶.

Com a finalidade de estudar em maior detalhe as células envolvidas na remoção da massa principal do tecido hialinizado, assim como aquelas iniciadoras da reabsorção na superfície radicular adjacente, BRUDVIK; RYGH⁷, neste mesmo ano, observaram em microscopia

eletrônica, o material de 12 ratos Wistar machos, os quais tiveram seus primeiros molares superiores do lado direito movimentados para mesial com mola fechada, utilizando 50 gramas de força. O maior interesse era comparar as células multinucleadas de remoção do tecido hialino com aquelas encontradas nas lacunas de reabsorção. A área estudada foi a região inter-radicular, no lado mesial da raiz distal.

No grupo controle não se observaram células multinucleadas, sendo que a força aos 7 e 10 dias era respectivamente de 27 e 19 gramas. Aos 7 dias, observaram-se vasos sangüíneos à distância da raiz, com mastócitos próximos e também muitas células macrófago-“like” com projeções citoplasmáticas semelhantes a dedo. Células multinucleadas, ocasionalmente mononucleadas, eram freqüentes. Suas organelas lembravam clastos, porém não apresentavam borda em escova ou zona clara. Havia muitas células mononucleadas, algumas em íntima proximidade da membrana citoplasmática de células multinucleadas. As fibras colágenas estavam modificadas ou desorganizadas, poucas inserindo-se no cimento. A superfície radicular apresentou-se irregular, com células macrófago-“like” próximas ao cimento, exibindo citoplasma no formato de xícara, em direção ao cimento normal, sem borda em escova. Ocasionalmente células com borda em escova encontravam-se em superfícies reabsorvidas da raiz. Com 10 dias, observou-se presença de angiogênese no centro do ligamento periodontal, assim como próxima à raiz. Houve um maior número de células multinucleadas e macrófagos-“like”, além de lacunas de reabsorção radicular, com dois tipos de células grandes; mono e multinucleadas, sem e com borda em escova. Estas últimas eram as mais comuns na dentina. As células sem a borda em escova lembravam as que circundam osso morto. Pela conclusão dos autores, talvez as células adquiram

a borda em escova com o passar do tempo, porém isto não pôde ser observado neste estudo⁷.

As alterações no fluxo sanguíneo, decorrentes do movimento dentário experimental, foram avaliadas em 1994 por VANDEVSKA-RADUNOVIC et al.⁷⁴, no material obtido de 45 ratos machos Wistar, aos quais foram aplicados 50 gramas de força no molar superior direito, com mola. O lado contrário serviu como controle, além de mais 10 animais não operados. Os períodos de observação foram: 1,3,7,14 e 21 dias. O método utilizado foi a injeção de microesferas fluorescentes, contadas em microscópio de fluorescência, com vantagens sobre outros métodos já anteriormente utilizados, tais como “laser” Doppler e microesferas radiomarcadas.

No primeiro dia, o lado experimental apresentou menor número de microesferas por milímetro cúbico no ligamento periodontal do 1º e 2º molares. No 3º e 7º dias houve um aumento significativo nos tecidos periodontais e pulpare, bem como no osso alveolar⁷⁴.

Em 1995, WEHRBEIN; FUHRMANN; DIEDRICH⁷⁷ fizeram observações microscópicas, comparadas aos aspectos radiográficos, modelos de estudo e fotografias de uma paciente de 19 anos de idade, falecida em um acidente. O material foi processado horizontalmente, permitindo avaliar em vários planos, desde a porção coronal até a apical, a relação dos diferentes tipos de movimentos realizados, tais como: giroversão, translação e inclinação, com as estruturas adjacentes, tábuas ósseas vestibular, lingual, distal e mesial, bem como com o seio maxilar. O tratamento estava sendo realizado utilizando-se a técnica “edgewise”, com braquetes pré-angulados e torqueados, há 19 meses.

Os resultados foram apresentados para cada dente individualmente, considerando os movimentos realizados. De uma forma geral, as alterações microscópicas observadas foram substancialmente mais pronunciadas do que sugeridas nas avaliações radiográfica e macroscópica. O aspecto bidimensional fornecido pelas radiografias não possibilita verificar danos teciduais localizados vestibular ou lingualmente, nem perfuração do seio maxilar, que a microscopia mostrou ocorrer. Da mesma forma, os aspectos clínicos foram pobres em oferecer dados, pois estas perfurações vestibular ou lingual observadas microscopicamente não estavam acompanhadas de retrações gengivais⁷⁷.

Os autores sugeriram que uma diminuição no volume do tecido mole pode indicar uma perfuração óssea já existente e que as alterações microscópicas são fortemente dependentes do tipo de movimento e da estrutura óssea. Translação pura resultou em lesões relativamente menores para os tecidos duros da raiz. No caso de translação mesializada de dentes multirradiculares, os processos de reabsorção foram mais pronunciados na raiz mesiobucal do que na distobucal. Reparação extensiva também ocorreu⁷⁷.

BRUDVIK; RYGH⁸, neste ano, realizaram um trabalho para registrar e analisar fatores que pudessem influenciar a extensão da superfície radicular reabsorvida durante o movimento dentário induzido, bem como a transição de um processo de reabsorção ativa em reparação/deposição na lacuna. Usando o modelo experimental simulador do 1º ciclo da ativação, com força de 50 gramas em 23 ratos Wistar machos, 1 animal controle, além dos lados contrários dos animais experimentais, efetuaram observações em microscopia óptica com coloração TRAP foram efetuadas nos tempos de 2,

3, 7, 10, 14 e 21 dias. Em radiografias de campos microscópicos, realizaram-se as seguintes medidas: 1. largura entre raiz e osso no local mais comprimido do ligamento periodontal; 2. comprimento da área hialina e 3. comprimento total das lacunas de reabsorção na direção corono-apical.

A força após 3, 7 e 10 dias media, respectivamente, 29, 27 e 19 gramas. O grupo controle tinha o ligamento periodontal com 116 micrometros, sem hialinização e células TRAP positivas. O grupo experimental aos 2 - 7 dias tinha o ligamento periodontal com 25 a 60% do seu tamanho. Aos 10 - 14 dias o ligamento periodontal estava maior que o controle e aos 21 dias estava normal. A hialinização era extensa aos 2 - 10 dias e a reabsorção radicular ocorreu após 3 dias, estando aumentada aos 7 dias. Com 10 dias a área hialina havia diminuído e a reabsorção atingiu o seu pico máximo, com lacunas situadas na área correspondente à área hialina dos 2 - 3 dias. Havia muitas células TRAP positivas na área hialina remanescente e nas lacunas, com células fibroblastos-“like” próximas ao novo cimento. Aos 14 dias, sem força ativa, notava-se a presença de remanescentes da área hialina, com redução da extensão de reabsorção radicular. As células TRAP positivas na raiz e no ligamento periodontal eram poucas, com reabsorção radicular sem correspondência de reabsorção óssea. Células TRAP positivas presentes entre os remanescentes da área hialina, além de cimento reparador em áreas distantes, bem como células, fibras e vasos onde havia a área hialina. Aos 21 dias, remoção completa da área hialina e extensão da reabsorção era igual aos 14 dias. As lacunas tinham cimento depositado e o ligamento periodontal estava recomposto. O comprimento das lacunas correspondeu com o das áreas hialinas após 2 - 7 dias⁸.

Em outro experimento, realizado em 1995⁹, utilizando microscopia eletrônica, os mesmos autores observaram a reparação das lacunas de reabsorção, além das células envolvidas e os tecidos depositados, a partir do material de 12 ratos Wistar, com movimentação do primeiro molar superior direito para mesial, com 50 gramas de força. Um animal sem aparelho foi utilizado como controle, além dos lados contrários dos animais experimentais, cujos tempos de observação foram: 10, 14 e 21 dias.

No grupo controle, o cimento estava coberto por área clara de material não estruturado, com fibras de Sharpey inseridas no cimento. As fibras colágenas eram abundantes, paralelas ou transversalmente cortadas. Células macrófago-“like” eram muito raras, não vistas próximas à raiz e células multinucleadas não foram vistas. Nos animais experimentais, aos 10 dias, a força era de aproximadamente 20 gramas e ausente aos 14 e 21 dias. Aos 10 dias, ocorrência de cementoclastos-“like” multinucleados com borda em escova e zonas claras, enquanto cementoblastos (fibroblastos-“like”) ocorreram nas áreas periféricas da mesma lacuna. Entre os cementoblastos e a dentina reabsorvida, havia acúmulo de fibrilas colágenas curtas. Nas lacunas sem clastos, encontrou-se zona de 1 - 2 micrometros de fibras colágenas curtas orientadas ao acaso. Considerável quantidade de fibrilas no ligamento periodontal. Após 14 dias, ocorreu ausência da células com borda em escova e lacunas cobertas com fibras colágenas irregulares. Células com variedade de formas nucleares e contorno externo com projeções, sendo que aquelas próximas da dentina exibiam riqueza de retículo endoplasmático, com corpos densos ocasionais extracelularmente. Presença de células fibroblastos-“like” entre as fibrilas da matriz na segunda camada da superfície radicular. Ocasionalmente, células largas, sem vacúolos, próximas da dentina

reabsorvida e fibrilas colágenas curtas eram freqüentes no compartimento extracelular em íntimo contato com os processos da membrana. Na lacuna, densa camada de fibrilas (0,8 a 1 micrometro) separada por uma camada mais clara ou menos densa. Após 21 dias, o ligamento periodontal possuía maior quantidade de fibras colágenas que aos 14 dias, com feixes paralelos de fibras colágenas inseridas no cimento. Adjacente à superfície radicular reabsorvida, camada densa de 1 - 2 micrometros, e em alguns espécimes camada menos densa. Entre a camada densa e as células do ligamento periodontal, existia uma camada irregular de fibras colágenas de 1 - 5 micrometros e fibrilas da matriz em algumas áreas semelhantes ao controle e fibroblastos-“like” entre os feixes de colágeno. Ocasionalmente, ilhotas de células com membrana basal foram encontradas a 10 micrometros da raiz, sugerindo serem os restos epiteliais de Malassez⁹.

A presença de clastos e fibroblatos-“like” invadindo a lacuna aos dez dias sugere uma transição entre reabsorção ativa e reparação. Pelos aspectos morfológicos, a reabsorção ocorreu nas partes periféricas, mesmo na presença de força ativa, enquanto reabsorção ativa foi registrada adjacente ao tecido hialinizado persistente. As células fibroblastos-“like”, com rico retículo endoplasmático e pequenos grânulos, indicam síntese e secreção de proteínas. O cimento pode conter uma substância mediadora da união dos fibroblastos a ele. Especula-se que a deposição de matriz não mineralizada quebre o selamento da lacuna e altere o pH, destacando o clasto. A reparação inicial parece estar associada com a deposição de fibrilas colágenas, semelhante ao processo do desenvolvimento dentário⁹.

Em 1995, PEREIRA⁴⁵ avaliou em microscopia óptica, em cortes corados em hematoxilina e eosina, a influência de anticoncepcionais e gravidez na movimentação dentária induzida, com especial atenção para os fenômenos de reabsorção dentária. Seus experimentos foram realizados em 35 ratas Wistar, de 90 a 120 dias, divididas em 7 grupos: controle, com movimentação dentária sem medicação ou prenhez, sob o uso de anticoncepcionais nas duas metades do ciclo reprodutivo, além de três grupos de ratas prenhes. Após movimentar os primeiros molares superiores do lado direito para mesial, com molas espiraladas durante 7 dias, o autor analisou comparativamente os grupos, quanto às áreas de pressão e tensão. As áreas de pressão foram representadas pela face mesial da raiz mesial na porção cervical e a porção apical da raiz distal. As áreas de tensão corresponderam à face distal da raiz distal, na porção cervical e também à porção apical da raiz mesial.

Suas observações permitiram concluir que não houve diferenças nos fenômenos durante a movimentação dos dentes de ratas sem uso de medicação, prenhes ou sob o uso de anticoncepcional. Tanto a remodelação óssea como a reabsorção dentária aconteceram em eventos semelhantes, podendo ser descritos em:

Áreas de pressão: no grupo controle, na área de pressão da raiz mesial, observou-se crista óssea alveolar arredondada e superfície óssea periodontal uniforme e regular, com osteoblastos em paliçada, de forma pouco organizada e tecido osteóide presente em quase toda a extensão óssea. Nos animais experimentais, a crista óssea alveolar estava desorganizada, levemente pontiaguda, com a superfície óssea apresentando-se irregular, observando-se clastos em lacunas de Howship e justapostos à superfície óssea, mantendo-se

este padrão também nos grupos de ratas prenhes e no grupo de animais usando medicação anticoncepcional, com irregularidade da superfície óssea devido a áreas de reabsorções e presença de osteoblastos e tecido osteóide de forma descontínua⁴⁵.

No grupo controle, o ligamento periodontal destas áreas possuía largura uniforme, com os vasos sangüíneos apresentando-se geralmente distendidos, ocasionalmente hiperêmicos. As fibras colágenas eram nítidas, e os fibroblastos eram fusiformes, estando dispostos em fascículos. Não havia áreas hialinas. Nos grupos movimentados, notaram-se vasos sangüíneos colabados, associados a uma desorganização dos feixes de fibras colágenas e perda da fasciculação dos fibroblastos, com leve compressão do ligamento periodontal, ocasionando seu estreitamento. As áreas hialinas foram raras. Esta caracterização pouco variou entre os grupos de animais prenhes e sob o uso de anticoncepcionais⁴⁵.

A superfície radicular nestas áreas mostrou-se acelular, fina e uniforme. Em alguns animais o cemento do tipo celular iniciou-se próximo à região cervical das raízes mesiais. Os cementoblastos estavam dispostos em paliçada e justapostos, revestindo a superfície. Nos grupos de animais com movimentação dentária, esta descrição manteve-se quase constante, com leves modificações no formato dos cementoblastos. Áreas de reabsorção cementária foram insignificantes e distribuídas igualmente em todos os grupos experimentais, com algumas localizando-se acima do nível da crista óssea alveolar. O mesmo padrão foi observado nas outras áreas de pressão observadas na região apical da raiz distal⁴⁵.

Nas áreas de tensão, representadas pela porção apical da raiz mesial, notaram-se linhas de reversão por toda a superfície óssea periodontal, com neoformação óssea, não sendo observadas áreas de reabsorção, estando a superfície óssea revestida por osteoblastos dispostos em paliçada. No grupo com movimentação, notou-se neoformação óssea delineada por linha de reversão basofílica e irregular, com presença de tecido osteóide e osteoblastos dispostos em paliçada. Nos três grupos de animais prenhes, notou-se superfície óssea periodontal irregular, com lacunas de Howship sem clastos em seu interior. As linhas de reversão foram menos pronunciadas em relação aos grupos controle e com movimentação. Algumas áreas ocasionais de reabsorção eram encontradas. O mesmo padrão do grupo de ratas prenhes foi visto nos grupos com medicação anticoncepcional. Áreas de neoformação óssea predominaram em todos os grupos experimentais⁴⁵.

O ligamento periodontal das áreas de tensão, no grupo controle, exibiu fibras colágenas nítidas, fibroblastos fusiformes e vasos sangüíneos hiperêmicos, principalmente próximo ao ápice. No grupo com movimentação, os fibroblastos eram fasciculados e fusiformes, pouco diferindo do grupo controle. Os feixes de fibras colágenas estavam distendidos, notando-se vasos sangüíneos hiperêmicos, padrão também visto nos grupos de ratas prenhes e sob o uso de anticoncepcional⁴⁵.

No grupo controle, a superfície radicular, nas áreas de tensão, em regiões apicais das raízes mesiais, mostrou cemento bem celularizado de contorno irregular, revestido em toda sua extensão por cementoblastos dispostos em paliçada e justapostos à superfície. No grupo com movimentação notaram-se cementoblastos menos organizados e em menor número, às vezes

afastados da superfície, não existindo áreas de reabsorção cementária. Nos animais prenhes e sob o uso de medicação, a superfície radicular apresentou-se menos uniforme, com ocasionais lacunas, sem clastos no seu interior. A superfície radicular mostrou revestimento descontínuo, e os cementoblastos localizando-se em paliçada, justapostos e a distância⁴⁵.

Na porção cervical das raízes distais, as áreas de tensão mostraram-se comprometidas em todos os grupos, pela presença de infiltrado inflamatório polimorfonuclear, provavelmente devido ao acúmulo de restos alimentares no espaço interdentário do 1º e 2º molar, em função do posicionamento do aparelho instalado⁴⁵.

PIÑERA et al.⁴⁶, em 1996, efetuaram estudos comparativos da morfologia dos dentes e do periodonto de sustentação de ratos e de outros animais, mostrando a validade da utilização de ratos como modelo experimental para movimentação dentária induzida.

3 PROPOSIÇÃO

3 PROPOSIÇÃO

A partir dos questionamentos encontrados na literatura e os obtidos por análise reflexiva sobre o assunto, apresentados na introdução deste trabalho, propôs-se a:

1) estudar morfollogicamente as áreas periodontais de sustentação submetidas a forças biologicamente excessivas, após 7 dias em ratas Wistar adultas, do sexo feminino, considerando-se:

- as alterações celulares e teciduais do ligamento periodontal
- a intensidade e a extensão da reabsorção óssea
- a intensidade e a extensão da reabsorção dentária

2) comparar as alterações induzidas nas diversas áreas periodontais laterais e septais do primeiro molar inferior das ratas, a fim de determinar neste modelo experimental, qual a região de maior sensibilidade para ser utilizada como padrão em futuros trabalhos.

3) analisar comparativamente, em áreas submetidas a forças biologicamente excessivas, o maior ou menor ritmo de reabsorção óssea e dentária, bem como de remodelação periodontal, em ratas normais, submetidas à ação de anticoncepcional e em situação de prenhez.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 - Amostragem

4.1.1 - Caracterização

A amostragem constituiu-se de 35 ratas da linhagem Wistar (*Rattus norvegicus, albinus*) com 90 a 120 dias de idade, pesando em média 200 gramas, provindas do biotério da Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo (FOB - USP). Durante o período experimental, os animais permaneceram acondicionados em gaiolas plásticas, contendo cada uma cinco animais. A alimentação consistiu de ração de nome comercial Labina, da marca Purina e o fornecimento de água *ad libitum*. O ambiente de manutenção foi mantido com iluminação natural e temperatura ambiente, apresentando-se constantemente limpo e arejado. Durante todo o experimento, o controle, a manutenção e a observação dos animais foram executadas no biotério do Departamento de Patologia da FOB - USP.

4.1.2 - Distribuição

A amostragem foi dividida em sete grupos experimentais, com cinco ratas cada, caracterizados e denominados da seguinte maneira:

GRUPO CONTROLE ou CO - constituído por cinco ratas não prenhes, sem qualquer medicação ou uso de aparelhos;

GRUPO COM MOVIMENTAÇÃO DENTÁRIA INDUZIDA ou MDI - constituído por cinco ratas não prenhes, sem qualquer medicação, utilizando-se de aparelhos para obtenção da movimentação dentária induzida em um período experimental de sete dias;

GRUPO PRENHEZ - 7 DIAS ou P-7 - constituído por cinco ratas prenhes de 1 a 7 dias, utilizando-se aparelhos para indução da movimentação dentária;

GRUPO PRENHEZ - 14 DIAS ou P-14 - constituído por cinco ratas prenhes de 8 a 14 dias, com uso de aparelhos para obtenção de movimentação dentária induzida neste mesmo período de tempo;

GRUPO PRENHEZ - 21 DIAS ou P-21 - constituído por cinco ratas prenhes de 15 a 21 dias, com uso de aparelhos para obtenção de movimentação dentária induzida neste mesmo período de tempo;

GRUPO ANTICONCEPCIONAL - 7 DIAS ou AC-7 - com cinco ratas não prenhes recebendo dose diária de anticoncepcional hormonal, via bucal, e submetidas à indução de movimentação dentária simultaneamente, no período de 7 dias;

GRUPO ANTICONCEPCIONAL - 14 DIAS ou AC-14 - com cinco ratas não prenhes recebendo dose diária de anticoncepcional hormonal, via bucal, e submetidas à indução de movimentação dentária simultaneamente, nos últimos 7 dias deste período experimental.

4.1.3 - Confirmação da prenhez nas ratas selecionadas para os grupos P-7, P-14 e P-21

Os animais, após o período de cruzamento, tiveram as suas prenhez confirmadas com exame direto da vagina, por meio de colheita de líquido seminal, e de sua observação em microscópio óptico quanto à presença de espermatozóides. A condição de prenhez também foi confirmada após a morte dos animais, pelo exame direto da presença dos fetos.

O período de prenhez das ratas foi estimado em torno de 21 dias, de acordo com FARRIS²⁶ e com o obtido por HELLSING; HAMMARSTRÖM³². Considerando-se o período de 21 dias de prenhez em ratas, fez-se a divisão desta em três fases, cada uma com sete dias de duração, nas quais se induziu a movimentação dentária.

4.2 - Medicação com anticoncepcional hormonal, por via bucal

As ratas receberam diariamente a dosagem de anticoncepcional hormonal, por via bucal, sempre no mesmo período do dia, por meio de uma cânula introduzindo o medicamento diretamente no trato gastrintestinal.

A dosagem, calculada de acordo com a equivalência do peso dos animais ao peso médio de um humano adulto, equivaleu a 0,1 mililitro de um comprimido de anticoncepcional hormonal, por via bucal, dissolvido em 50 mililitros de água destilada. Para seu cálculo considerou-se o peso médio de uma mulher igual a 60 quilogramas, enquanto o peso médio das ratas utilizadas neste estudo foi de 200 gramas.

O anticoncepcional usado foi o de nome comercial Minulet, do Laboratório Fontoura Wyeth S/A, contendo em sua formulação 0,030 miligramas de componente estrogênico, representado pelo etinilestradiol e 0,075 miligramas de componente progestogênico, correspondendo ao gestodeno.

Em um grupo extra, cinco ratas receberam a dosagem de anticoncepcional hormonal, por via bucal, sendo colocadas para cruzamento durante cinco dias, com o intuito de observar-se o efeito da dosagem do medicamento na prevenção da prenhez, confirmando-se a ação contraceptiva.

4.3 - Anestesia dos animais

Para os procedimentos de instalação dos aparelhos ortodônticos, os animais foram anestesiados com pentobarbital sódico (Nembutal - Abbott Laboratórios do Brasil Ltda), diluído em água destilada, na dosagem de 30 miligramas por quilograma de peso corporal. A solução anestésica foi injetada por via intraperitoneal.

4.4 - Instalação e ativação dos aparelhos para movimentação dentária

Após as ratas estarem posicionadas na mesa operatória, procedeu-se à instalação das molas ortodônticas, constituídas de acordo com HELLER; NANDA³¹, usando-se molas espiraladas, fechadas, da marca comercial Unitek, de 0,06 x 0,22 polegadas, código 341-120. As molas foram unidas ao primeiro molar superior direito e ao incisivo do mesmo lado, por

meio de fio de amarrilho de .008 polegadas. Um fio de amarrilho foi passado pelo espaço interproximal do primeiro e segundo molar, prendendo uma extremidade da mola; a outra foi presa em outro fio de amarrilho, fixado no incisivo superior, na porção cervical de sua coroa (Figura 1).

As molas espiraladas usadas para promover o movimento dentário foram preparadas com comprimento de seis milímetros cada, sendo estiradas em dois milímetros quando de sua instalação, medida com um compasso de pontas secas calibrado. O estiramento de 2 milímetros, a partir da medida inicial de 6 milímetros liberou uma força inicial de aproximadamente 60 gramas, medida e padronizada com um dinamômetro da marca Dentaurem, 28-450g, número 0,06 - 0,13, devidamente calibrado e aferido.

Após a ativação inicial, o aparelho não recebeu nenhuma outra ativação adicional durante o período experimental, e seu correto posicionamento foi conferido diariamente. O procedimento descrito acima objetivou movimentar o primeiro molar superior direito no sentido mesial, e conseqüentemente, o incisivo superior no sentido lingual, não sendo este último movimento alvo de estudo.

FIGURA 1 - Ilustração da vista oclusal da maxila de rata, com o aparelho para movimentação dentária (seta), posicionado no primeiro molar e no incisivo (modificado a partir de HELLER; NANDA³⁰)

4.5 - Dosagem hormonal

Anterior ao sacrifício dos animais, ao final dos períodos experimentais, realizou-se a coleta de dez mililitros de sangue de cada animal, por meio de punção e sucção intracardíaca, usando-se seringas descartáveis. Após a coleta, o sangue foi colocado em tubos de ensaio, um para cada animal, sendo deixados em repouso para obtenção do soro, mantido acondicionado em vidros apropriados e armazenados sob refrigeração.

A dosagem hormonal para estrogênio, na sua forma 17 β -estradiol, foi realizada para todos os animais, exceto os do Grupo controle,

por meio de radioimunoensaio, usando-se o conjunto Coat-A-Count Estradiol, próprio para este tipo de dosagem, da Diagnostic Products Corporation (DPC - Medlab). Após seguir as indicações do fabricante do referido produto e preparar as amostras em duplicata para leitura, esta foi realizada em um aparelho contador Gamma 5500B, Beckman, pertencente à Faculdade de Medicina da Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, *campus* de Botucatu. Os resultados das leituras foram calculados pelo programa GW Basic - LGITO2.BAS, Word Star.

TABELA 1 - Resultados, em picogramas por mililitro, das dosagens séricas do estradiol por radioimunoensaio

Resultados das Dosagens Séricas do Estradiol por Radioimunoensaio		
Grupo	Total	Mediana
MDI	114,104	13,747
P-7	38,070	5,109
P-14	73,657	13,897
P-21	59,930	8,319
AC-7	69,720	11,922
AC-14	57,038	14,104

4.6 - Sacrifício dos animais e obtenção das peças cirúrgicas

Ao término dos períodos experimentais, os animais foram sacrificados pela inalação excessiva de éter sulfúrico, em seguida decapitados. Suas cabeças foram dissecadas, removendo-se os componentes epiteliais cutâneos e musculares. As maxilas foram colocadas em solução tamponada de

formol a 10% para fixação, permanecendo nesta solução até o final da obtenção de todos os espécimes do experimento. Ao término da fixação, os espécimes foram colocados em solução desmineralizadora de etilenodiaminotetracetatodissódico a 5% - EDTA, da Labormax Produtos Químicos Indústria e Comércio Ltda, tamponado em pH 7,0 com hidróxido de sódio a 40%, por um período de 30 dias. Os procedimentos operatórios do experimento foram realizados na Sala de Cirurgia Experimental do Departamento de Patologia da FOB-USP, sob condições de limpeza, anti-sepsia e desinfecção, com instrumentos esterilizados em autoclave.

4.7 - Preparação histotécnica das peças cirúrgicas

Após a desmineralização, os espécimes foram preparados no Laboratório de Anatomia Patológica do Departamento de Patologia Bucal, da FOB-USP. Realizou-se a macroscopia, com cada espécime sendo dividido na porção sagital do palato duro. Posteriormente, as metades maxilares foram submetidas aos procedimentos histotécnicos de rotina do Departamento, para posterior inclusão em parafina.

Os espécimes parafinizados foram incluídos para serem cortados no micrótomo, no sentido mesiodistal, paralelamente ao longo eixo dos primeiros molares. Os cortes dos blocos de parafina apresentavam cerca de cinco micrometros de espessura, sendo obtidos em micrótomo produzido pela American Optical Company, modelo Spencer 820. Os cortes foram corados pelo método de hematoxilina-eosina de Harris e Lison. A montagem das lâminas se fez com lamínulas de vidro em resina Harleco. Após a secagem das

lâminas e respectivos cortes corados, estas foram acondicionadas em caixas apropriadas e armazenadas em ambiente seco e fresco.

4.8 - Análise microscópica descritiva

Os cortes teciduais obtidos foram examinados em microscopia óptica, com microscópio binocular Olympus CH-2. As áreas de trabalho analisadas correspondem ao periodonto de inserção dos primeiros molares superiores movimentados, em todos os grupos experimentais.

As áreas de análise do periodonto de inserção foram diferentemente demarcadas, com finalidade comparativa. As raízes dentárias foram divididas em duas porções iguais, demarcadas por uma linha passando na metade do seu comprimento longitudinal, considerando-se seu início junto à crista óssea alveolar e o seu término junto ao forame apical (Figura 2).

Como primeira demarcação, escolheu-se para análise microscópica uma área correspondente à pressão e uma à tensão das raízes mesial e distal do primeiro molar superior (Figura 2).

- Região cervical da face externa da raiz mesial, correspondendo à área de pressão durante o movimento dentário induzido (A), e região cervical da face externa da raiz distal (B), correspondendo à área de tensão.

Em uma segunda demarcação, escolheram-se duas áreas de análise microscópica (Figura 2).

- região cervical mesial da raiz distal do primeiro molar (C), voltada para o septo inter-radicular, como área de pressão;
- região cervical distal da raiz mesial do primeiro molar (D), voltada para o septo inter-radicular, como área de tensão.

As mesmas áreas radiculares foram escolhidas também para análise nos dentes não movimentados, nos animais do Grupo Controle.

Os fenômenos observados nas áreas de trabalho selecionadas foram registrados em ficha confeccionada para esta finalidade (Figura 3). Destacaram-se todas as alterações comumente previstas em áreas envolvidas na movimentação dentária induzida.

FIGURA 2 - Representação esquemática das áreas periodontais correspondentes à primeira (linha contínua; A e B) e segunda (linha descontinua; C e D) demarcações para análise microscópica em movimentação dentária induzida no primeiro molar no sentido mesial

Os fenômenos analisados foram:

- Reabsorções e aposições cementária e óssea, quanto às suas presenças ou não e magnitudes correspondentes. A análise óssea envolveu as faces voltadas para o periodonto e as faces voltadas para o endósteo.
- Superfícies óssea e cementária, quanto à regularidade e à presença ou à ausência de tecidos osteóide e cementóide.
- Ligamento periodontal, em relação a sua espessura, às áreas de hialinização e às características das fibras periodontais presentes, quanto ao tipo e integridade.
- Vasos sangüíneos, quanto à forma e ao diâmetro.
- Alterações circulatórias, quanto às presenças de hiperemia, edema, hemorragia e trombose.
- Infiltrado inflamatório, quanto ao tipo celular e à intensidade.
- Alterações morfológicas celulares dos fibroblastos, cementoblastos, clastos em superfície cementária; osteoblastos e clastos em superfície óssea, bem como características de localização e distribuição.

Como critérios de análise descritiva de alguns fenômenos relatados, considerando-se a necessidade de graduar as intensidades, optou-se por estabelecer escores, representando graus discreto, moderado e intenso de severidade. Comparando-se ao esperado como normalidade do fenômeno em análise, estabeleceram-se o escore discreto equivalendo à situação mais próxima da normalidade; o escore moderado a uma situação de afastamento

moderado da normalidade e o escore intenso a um afastamento intenso da normalidade.

Os fenômenos morfológicos observados em alguns espécimes foram registrados em fotomicrografias como exemplos ilustrativos das alterações.

LOCALIZAÇÃO			ÁREA DE PRESSÃO												ÁREA DE TENSÃO											
			Externa						Interradicular						Externa						Interradicular					
Fenômenos		Fenôcimas	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T
	Largura	aumentada																								
		diminuída																								
	Fibras colágenas	perpendiculares																								
		anguladas																								
	Áreas hialinas	pequenas																								
		médias																								
		grandes																								
	Vasos sangüíneos	normais																								
		comprimidos																								
		colabados																								
		dilatados																								
	Alterações circulatorias	hiperemia																								
		edema																								
		trombose																								
		hemorragia																								
Infiltrado Inflamatório	neutrófilos																									
	macrófagos																									
	plasmócitos																									
	linfócitos																									
	CGMs																									
Restos epiteliais de Malassez																										
Face perio-dontal	regular																									
	irreg. c/ reabs.																									
	osteóide																									
Face endos - teal	regular																									
	irreg. c/ reabs.																									
	osteóide																									
Superfície cementária	regular																									
	irreg. c/ reabs.																									
	cementóide																									
Reabsorção Dentinária																										
Núcleo	mitótico																									
	picnótico																									
	cariorrexe																									
Quanto à disposição	fasciculados																									
	ao acaso																									
Núcleo	mitótico																									
	picnótico																									
	cariorrexe																									
Quanto à disposição	em palicada																									
	ao acaso																									
Quanto à superfície	ausente																									
	iustaposto																									
	a distância																									

continua

continuação

			1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T
	Núcleo(s)	mitótico																								
		picnótico																								
		cariorrexe																								
	Quanto à superfície	ausente																								
		a distância																								
		justapostos																								
		nas lacunas																								
	Núcleo	mitótico																								
		picnótico																								
		cariorrexe																								
	Quanto à disposição	em balçada																								
		ao acaso																								
	Quanto à superfície	ausente																								
		justaposto																								
		a distância																								
	Núcleo(s)	mitótico																								
		picnótico																								
		cariorrexe																								
	Quanto à superfície	ausente																								
		a distância																								
		justaposto																								
		nas lacunas																								

FIGURA 3 - Modelo de ficha idealizada para registro dos eventos microscópicos referentes aos fenômenos morfológicamente detectados na movimentação dentária induzida, nas áreas estabelecidas para análise microscópica

5 RESULTADOS

5 RESULTADOS

Neste capítulo, serão descritas, de forma geral, as características encontradas nas faces externas (Figuras: 5 e 12), e nas faces periodontais interseptais (Figuras: 6 a 11 e 13) das raízes do primeiro molar superior, submetidas às forças externas, independente do grupo experimental, pois não houve diferenças significativas entre eles. As diferenças detectadas intra e intergrupos decorreram da variação das forças, quanto à intensidade e à sensibilidade de cada animal.

Nas faces externas, encontraram-se alterações morfológicas celulares e teciduais de discretas a moderadas, estabelecidas nas faces ósseas periodontais e no ligamento periodontal. As faces ósseas endosteais e as superfícies dentárias não sofreram mudanças estruturais e organizacionais. Desta forma, podendo ser usadas como paradigma de alterações propícias do osso alveolar e ligamento periodontal, quando submetidos à ação de forças biologicamente aceitáveis.

Nas áreas inter-radiculares do periodonto de sustentação, as alterações em todos os grupos variaram de moderada a intensa. As modificações, caracterizadas pela presença acentuada de áreas hialinas, exuberante reabsorção óssea periodontal e endosteal, bem como pelas reabsorções dentárias, caracterizaram os efeitos de forças biologicamente excessivas. Esses eventos morfológicos puderam evidenciar a maior sensibilidade das superfícies periodontais inter-radiculares à ação de forças induzidas, visando a movimentação dentária.

Na análise microscópica de cada espécime de cada grupo experimental, além da descrição morfológica, procurou-se registrar cada fenômeno morfológico em Quadros (Figuras: 14 a 20), previamente elaborados para este fim. Após a caracterização morfológica descritiva das faces externas e inter-radiculares do periodonto do primeiro molar superior submetido a forças externas com finalidade de movimentação dentária. Apresentaremos estes Quadros, com os registros de cada espécime dos seus respectivos grupos experimentais.

ÁREAS EXTERNAS (Figuras: 4, 5 e 12)

Essas áreas correspondem à face mesial externa da raiz mesial do primeiro molar superior e face distal da raiz distal, abrangendo áreas de pressão e tensão durante o movimento dentário induzido, respectivamente. Inicialmente descreveremos as características encontradas nos animais do Grupo Controle, que não tiveram seus dentes submetidos à ação de forças externas, para efeito comparativo com os animais dos demais grupos experimentais.

Nos animais do **Grupo Controle** (Figura: 4), nas áreas correspondentes à pressão e à tensão nos dentes com movimentação induzida, a superfície óssea periodontal mostrou-se regular e uniforme, com poucos clastos multinucleados em lacunas de Howship ou justapostos à superfície. Em relação aos osteoblastos, localizavam-se justapostos à superfície e dispostos organizadamente em paliçada, e o tecido osteóide pôde ser notado em toda a extensão da superfície óssea, como uma fina e delicada camada eosinófila,

além de irregular. Encontraram-se ainda linhas de reversão, também chamadas de linhas cálcio traumáticas, em toda a extensão óssea, de forma mais pronunciada a partir do terço médio em direção ao ápice, com neoformação óssea ocorrendo mais exuberantemente associada. Na crista óssea alveolar, encontrou-se um contorno caracteristicamente arredondado (Figura: 4), com ausência de focos de reabsorção, bem como de linhas de reversão, sendo nítidas as fibras de Sharpey, tal como ocorreu no cimento.

No ligamento periodontal dos animais do **Grupo Controle** (Figura: 4), a largura manteve-se uniforme em toda a extensão da raiz, com ligeiro estreitamento no terço apical. Em toda a extensão do ligamento periodontal, as fibras colágenas eram nítidas e os fibroblastos estavam dispostos em fascículos, contendo núcleo fusiforme e cromatina finamente granular, podendo notar-se, de forma discreta, fibroblastos ovóides e perda da regularidade das fibras colágenas. Áreas hialinas não foram observadas no ligamento periodontal destes animais, sob condições de normalidade. As mitoses nos fibroblastos raramente eram detectadas.

Em relação ao sistema circulatório, os vasos sangüíneos mostraram-se distribuídos por todo o ligamento periodontal, geralmente distendidos, hiperêmicos e com vários tamanhos. O abundante volume ocupado pelos vasos no ligamento periodontal também estava relacionado com o espaço perivascular constituído por tecido conjuntivo frouxo, pobre em fibras.

Dois tipos característicos de cimento na superfície radicular puderam ser observados: o tipo acelular, ocupando principalmente o terço cervical, e a partir do terço médio e no apical, o tipo celular. Entre os

espécimes notaram-se pequenas variações relativas à espessura e à extensão de cada tipo de cimento. A uniformidade caracterizou o tipo de cimento acelular, geralmente pouco espesso e regular, mostrando camada nítida de pré-cimento. No tipo celular, notou-se distribuição irregular e espessura variável, maior em direção ao terço apical. Ambos os cimentos eram revestidos por cementoblastos dispostos em paliçada, geralmente de maneira organizada. As reabsorções cementárias e dentinárias, na região apical, foram notadas em alguns espécimes, com ocorrência rara acima da crista alveolar.

Nos **Grupos Experimentais** (Figuras: 5 e 12), os eventos microscópicos morfológicos foram semelhantes entre si, sem alterações diferenciais dignas de nota, portanto, como referido anteriormente, suas características principais serão descritas em conjunto.

Na face periodontal da região cervical externa submetida à **pressão**, o osso mostrou-se irregular, recortado, com lacunas de Howship distribuídas em sua extensão (Figura: 5). Os clastos caracteristicamente multinucleados localizavam-se no interior da lacunas e justapostos à superfície. As áreas endosteais não apresentaram alterações quanto à reabsorção. Na crista óssea alveolar notaram-se perdas de organização e individualidade das fibras de Sharpey, com a crista tornando-se pontiaguda, exibindo áreas de reabsorção ativa. Os osteoblastos revestiam parcialmente a superfície óssea, estando dispostos sem organização, comumente justapostos à superfície.

A superfície dentária, em área de **pressão**, mostrou, ocasionalmente e em apenas alguns espécimes, discretas áreas de reabsorção, com uma a duas lacunas de Howship. Quanto ao revestimento por

cementoblastos, ele ocorreu em toda a extensão da raiz e as células dispondose grosseiramente em paliçada e justapostos à superfície. Nas áreas com cemento celular e submetidas à **pressão**, observaram-se eventuais áreas focais de reabsorção superficial, não diferentes do grupo controle.

O ligamento periodontal mostrou-se com predomínio de vasos colabados e feixes de fibras colágenas desorganizadas e com perda da fasciculação dos fibroblastos, nas áreas submetidas à **pressão**. Os fibroblastos mostraram-se, também, em forma ovalada, além de fusiforme. As áreas hialinas não foram notadas e a presença de células inflamatórias era discreta, predominando as mononucleadas.

Na face periodontal submetida à **tensão** (Figura: 12), correspondente ao terço cervical da raiz mesial do primeiro molar superior, observou-se neoformação óssea com presença demarcatória de linhas de reversão, com aspecto geralmente irregular e fortemente corada e basofílica. Os osteoblastos localizavam-se justapostos, em sua maioria dispondose em paliçada, revestindo a superfície óssea. Houve ocasionais clastos distribuídos focalmente.

Na área de **tensão**, o cemento manteve o padrão encontrado na área de pressão, com cementoblastos revestindo-o em toda a extensão, dispostos em paliçada. Alterou-se apenas o tipo de cemento, caracteristicamente celular e geralmente espesso. Não foram notados focos de reabsorção, nem de neoformação.

Quanto ao ligamento periodontal, nas áreas de **tensão**, os feixes de fibras colágenas estavam organizados, geralmente distendidos e com

fibroblastos dispostos de permeio, em fascículos e com aspecto fusiforme. Não se notou formação de áreas hialinas significantes. Os vasos sangüíneos encontravam-se distribuídos por toda a extensão do ligamento periodontal, dilatados e hiperêmicos. Não se observou presença de células inflamatórias.

ÁREAS INTER-RADICULARES (Figuras: 6 a 11 e 13)

Essas áreas correspondem à face interna das raízes distal e mesial do primeiro molar superior, voltadas para o septo inter-radicular, abrangendo respectivamente áreas de pressão e tensão durante o movimento dentário induzido. Inicialmente, têm-se as características dos animais do Grupo Controle (Figura: 4), que não tiveram seus dentes submetidos à ação de forças externas, para efeito comparativo com os animais dos demais Grupos Experimentais (Figuras: 6 a 11 e 13). Nos animais do **Grupo Controle** (Figura: 4), nas áreas correspondentes à pressão e à tensão, os eventos morfológicos e teciduais foram semelhantes aos descritos anteriormente. Na área externa da raiz mesial do primeiro molar superior, não houve diferenças quanto ao comportamento dos tecidos ósseo e dentário e do ligamento periodontal, portanto, não as descreveremos novamente, e utilizaremos para efeito comparativo a descrição anterior.

Em todos os **Grupos Experimentais** cujos animais foram submetidos à movimentação dentária do primeiro molar superior, as alterações encontradas foram semelhantes, não se destacando nenhuma alteração peculiar em um dos Grupos Experimentais especificamente. Nestas condições, nos furtaremos a descrever grupo a grupo, realizando uma análise descritiva

comum a todos eles: em condições de normalidade (Grupo MDI), nos vários períodos da prenhez (Grupos P-7, P14 e P-21) e sob medicação com anticoncepcional (Grupos AC-7 e AC-14).

Os eventos microscópicos em todos os Grupos Experimentais foram sempre mais acentuados, quando comparados aos eventos microscópicos das áreas externas da raízes, tanto na área de pressão quanto na de tensão.

A superfície óssea submetida à **pressão** mostrou áreas de reabsorção variando de moderadas a intensas (Figuras: 6 a 11), com grande número e extensas lacunas de Howship, inclusive presença de vários clastos multinucleados, também encontrados justapostos e a distância da superfície óssea. A superfície óssea mostrou-se, portanto, recortada e irregular. A reabsorção óssea ocorreu tanto na superfície periodontal, quanto na endosteal, com pequenas variações entre os espécimes, mas com padrão igual entre os grupos. Na maioria dos espécimes, encontraram-se reabsorções à distância, principalmente em associação com a formação de áreas hialinas. A presença de osteoblastos foi variada, podendo-se encontrá-los justapostos e à distância, revestindo pouco e grosseiramente a superfície óssea, ou até mesmo ausentes, não existindo um padrão predominante. Focalmente pôde-se notar superfície óssea com osteóide. Essas células mostraram alterações nucleares variadas quanto a intensidade e tipagem, ocorrendo picnose e cariorrexe. As alterações encontradas para os osteoblastos ocorreram em todos os grupos experimentais, bem como, às vezes, em um mesmo espécime.

Na superfície cementária submetida à **pressão**, notou-se predomínio de áreas preservadas, mas notaram-se também focos de

reabsorção, geralmente adjacentes às áreas hialinas, com clastos localizados em lacunas e a distância, predominantemente multinucleados. Na sua maior parte, porém, a superfície dentária mostrou-se com cimento acelular, fino e uniforme, revestida por cementoblastos dispostos predominantemente ao acaso, com padrão semelhante aos osteoblastos quanto à distribuição ao acaso ou justaposta. Os cementoblastos mostraram menor variação nuclear, predominando a forma de cariorrexe. Em vários focos de reabsorção cementária encontrou-se sua extensão para a superfície dentinária, mas com intensidade e tamanho variando de discreto a intenso.

O ligamento periodontal mostrou-se muito modificado nas áreas de **pressão**, com modificações substanciais em seus componentes (Figuras: 6 a 11). Notou-se, caracteristicamente, em todos os espécimes a formação de áreas hialinas, com variação apenas quanto ao tamanho, predominando as consideradas médias, mas ocorrendo em alguns espécimes áreas hialinas ocupando toda a largura do ligamento periodontal. Concomitantemente a essas áreas, observaram-se os principais focos de reabsorção óssea frontal ou à distância, bem como as reabsorções cementárias. As áreas hialinas também mostraram fases evolutivas diferentes, encontrando-se, adjacentes a elas, eventuais células gigantes multinucleadas, provavelmente com função de fagocitose ou, em outras áreas, células com alterações nucleares, como picnose e cariorrexe, sugestivas de suas destruições.

Quanto à largura, nas áreas de **pressão**, notou-se discreto e freqüente estreitamento do ligamento periodontal. As fibras colágenas estavam predominantemente modificadas, desorganizadas, com formato angulado e algumas vezes com perda de inserção no osso e cimento. Os vasos

sangüíneos apresentavam-se colabados e hiperêmicos, com presença discreta de trombos. O infiltrado inflamatório mostrou macrófagos, neutrófilos e linfócitos freqüentemente, e poucas células gigantes multinucleadas; estando este infiltrado localizado mais comumente junto às áreas hialinas (Figuras: 6 a 11). Os restos epiteliais de Malassez eram pouco comuns, e como as demais alterações, foram encontrados em todos os grupos experimentais analisados.

Os fibroblastos mostraram-se com alterações relevantes na área de **pressão**, com perda do formato fusiforme característico, assumindo a forma ovalada. Notaram-se comumente alterações nucleares moderadas e intensas, com cariorrexe e picnose em proporções semelhantes, existindo freqüentes figuras de mitose. Quanto à disposição, foram encontrados comumente ao acaso.

Na análise morfológica efetuada nas áreas de **tensão** (Figura: 13), notou-se formação óssea, mas por outro lado houve focos de reabsorção, incomuns para esta área (Figuras: 6 e 9). Encontraram-se clastos multinucleados em lacunas de Howship e justapostos à superfície. Assim, predominou uma superfície óssea uniforme e regular. O tecido osteóide externamente visualizado, era abundante, ou era focal e até ausente. Os osteoblastos mostraram-se distribuídos justapostos e mais organizadamente, revestindo em paliçada, e/ou ao acaso a superfície óssea. A morfologia nuclear foi compatível com a normalidade.

As superfícies dentárias das áreas submetidas às forças de **tensão** mostraram-se preservadas, uniformes, inclusive com cementóide, revestidas por cementoblastos dispostos ao acaso ou em paliçada (Figuras: 6 , 9 e 13),

predominantemente justapostos à superfície, não ocorrendo alterações nucleares dignas de registro. As áreas com reabsorção ocorreram discreta e isoladamente, sem extensão para a superfície dentinária.

No ligamento periodontal das áreas de **tensão** submetidas à análise, encontraram-se feixes de fibras colágenas anguladas e perpendiculares, com pequenas áreas apresentando total desorganização. As áreas hialinas notadas eram discretas, ocorrendo apenas em poucos espécimes, apesar de em alguns terem ocorrido em extensão moderada. Adjacentes a essas áreas, observaram-se os mesmos fenômenos descritos para as áreas de pressão, ressaltando-se a menor extensão das alterações, principalmente em relação às reabsorções ósseas e cementárias. Junto às mesmas observaram-se, portanto, discretos focos inflamatórios. Ao longo do ligamento periodontal notaram-se vasos sangüíneos colabados e hiperêmicos, predominantemente, e raras vezes registrou-se presença de pequenos trombos. Os restos epiteliais de Malassez eram pouco comuns. A largura do ligamento periodontal mostrou-se normal, e às vezes moderadamente aumentada (Figuras: 6, 9 e 13).

Os fibroblastos mostraram alterações típicas nas áreas de **tensão**, com distribuição fasciculada predominando sobre a distribuição ao acaso, e assumindo o formato de células fusiformes. Observaram-se ainda muitas células em mitose.

Em seguida apresentar-se-ão as fotomicrografias e os Quadros referentes ao registro de cada fenômeno em cada espécime e às descrições efetuadas.

FIGURA 4 - Periodonto de sustentação do primeiro molar superior de rata em condições de normalidade local e sistêmica. À direita da fotomicrografia A, tem-se a crista óssea do lado mesial, face externa.

Nos aumentos maiores destaca-se a região inter-radicular (fotomicrografias B e C). A superfície radicular tem cimento predominantemente celular, fino e com contornos regulares. Os fascículos de fibroblastos e de fibras colágenas são angulares e bem organizados.

A vascularização da região é abundante, determinando-se um espaço perivascular frouxo. Os espaços endosteais são largos e ricamente vascularizados. A observação de clastos na superfície óssea é eventual. A espessura do ligamento periodontal é uniformemente mantida. Nas superfícies óssea e dentária, as fibras de Sharpey intercalam-se com células blásticas. (Coloração H.E., aumento original: A = 16×; B e C = 40×)

FIGURA 5 - Face externa mesial do periodonto de sustentação do primeiro molar superior de rata, submetido à pressão por forças induzidas na movimentação experimental, durante 7 dias. Destaca-se na crista óssea alveolar, o seu afilamento, em decorrência do processo reabsortivo, e a preservação da estrutura periosteal (fotomicrografia A).

Na face periodontal do osso alveolar notam-se numerosos clastos e suas respectivas lacunas de Howship, sem linhas ósseas de reversão. Este quadro caracteriza morfológicamente uma fase ativa de reabsorção óssea. Na superfície dentária, os cementoblastos dispõem-se em rudimentar paliçada, alternadamente com as fibras de Sharpey (fotomicrografias B e C).

No ligamento periodontal, os vasos sanguíneos apresentam-se parcialmente colabados, com eventuais elementos figurados. Os fascículos de fibroblastos e de fibras colágenas encontram-se levemente desorganizados. Nas setas, em C, observam-se segmentos da superfície óssea alveolar periodontal com os limites anteriormente estabelecidos. (Coloração H.E., aumento original: A = 40×; B e C = 100×)

FIGURA 6 - Periodonto de sustentação inter-radicular do primeiro molar superior de rata, submetido à movimentação induzida durante 7 dias. No lado distal (d), tem-se a tensão do ligamento periodontal, na mesial (m), a pressão, induzidas por forças excessivas. No lado distal há aumento do espaço periodontal, no lado mesial, há redução. Em B, a tensão associou-se à infiltração de células inflamatórias, desorganização dos fascículos celulares e fibrosos, áreas hialinas pequenas (*) e reabsorção óssea. Os cementoblastos estão preservados.

Nas áreas correspondentes à pressão (C, D e E), a superfície dentária encostou no osso alveolar, com trombose (t) e extensa área hialina (*). Os osteoblastos e cementoblastos desapareceram das superfícies mineralizadas. Nos espaços endosteais, a reabsorção óssea é irregular. Na periferia da área, observa-se a infiltração de leucócitos, fragmentação celular, picnose e desarranjo dos fascículos celulares e fibrosos. Nota-se resto epitelial de Malassez. As reabsorções estão incipientes. (Coloração H.E., aumento original: A = 16×; B e C = 40×; D e E = 100×)

FIGURA 7 - Área inter-radicular do periodonto de sustentação do primeiro molar superior de rata, submetida à pressão durante a movimentação dentária induzida com forças biologicamente excessivas, durante 7 dias.

Em A, principalmente, observam-se as lacunas de Howship, clastos em reabsorção cemento-dentinária ativa e ligamento periodontal com infiltrado inflamatório polimorfonuclear neutrofílico e mononuclear, desorganização dos fascículos celulares fibroblásticos e fibrosos, além de resto epitelial de Malassez.

As áreas hialinas (*), nas fotomicrografias B e C, ainda apresentam trombos hialinos associados às áreas de necrose (n). Na periferia das áreas hialinas, nota-se grande número de macrófagos e CGMIs, provavelmente fagocitando-as.

Os cementoblastos e osteoblastos desapareceram das superfícies mineralizadas e os clastos são abundantes. Na área de necrose, nota-se material granular basofílico, provavelmente cromatina em fragmentação (Coloração H.E., aumento original: A, B e C = 100×)

FIGURA 8 - Área cervical inter-radicular do periodonto de sustentação do primeiro molar superior de rata, submetida à pressão, durante 7 dias, por forças biologicamente excessivas e induzidas na movimentação dentária experimental. As áreas hialinas são extensas e relacionam-se com trombos (t) em decorrência do colapso total dos vasos. Nas superfícies ósseas e cementárias há ausência segmentar de osteoblastos e cementoblastos.

Na superfície óssea, perifericamente às áreas hialinas, têm-se numerosos clastos em fase ativa de reabsorção. Na superfície cementária, notam-se células picnóticas e microfragmentos celulares. Na periferia das áreas hialinas, as células do ligamento periodontal estão grandes, fusiformes e estrelares com tênue organização inicial de fascículos. As fibras colágenas estão desorganizadas. De permeio à área em reparação notam-se macrófagos e microáreas hemorrágicas. (Coloração H.E., aumento original: A = 40×; B = 100×)

FIGURA 9 - Periodonto de sustentação de primeiro molar superior de rata, submetido a forças biologicamente excessivas durante movimentação dentária induzida experimentalmente durante 7 dias. Na fotomicrografia A, na raiz distal (d), face inter-radicular, nota-se área submetida à pressão associada à reabsorção radicular. Na raiz mesial, face inter-radicular, tem-se a área submetida à tensão.

Nos aumentos maiores, observa-se na área de tensão em B, ruptura discreta dos feixes colágenos associada a áreas hialinas (*) e desorganização de feixes colágenos, a maioria com orientação paralela à superfície radicular e óssea. Observa-se osteoclasia na face periodontal do osso alveolar, também detectável nas faces endosteais, além de infiltrado celular e hiperemia. As camadas celulares osteoblásticas e cementoblásticas se desorganizaram. A regularidade da face periodontal do osso alveolar está perdida.

Na área inter-radicular correspondente à pressão, em C, a osteoclasia está associada a reabsorção radicular. Os clastos estão distribuídos aleatoriamente e sobre as superfícies mineralizadas, inclusive na região endosteal. As camadas de osteoblastos e cementoblastos apresentam-se ausentes. Os vasos estão colabados e há focos hemorrágicos. Na próxima figura, esta área será apresentada em maiores ampliações. (Coloração H.E., aumento original: A = 16×; B e C = 40×)

FIGURA 10 - Área do periodonto de sustentação de primeiro molar superior de rata, submetida à pressão durante a movimentação dentária induzida, por 7 dias, com uso de forças biologicamente excessivas já visualizadas em menor aumento na figura anterior.

A superfície óssea irregular revela-se em reabsorção com clastos justapostos e ausência de linhas de reversão. Algumas áreas hialinas discretas (*) repovoadas por células inflamatórias e eventuais fibroblastos se destacam junto ao ligamento periodontal próximo ao cimento. Há pequenos focos hemorrágicos (h).

Os fibroblastos estão desorganizadamente dispostos, sem a presença de fascículos fibrosos estabelecidos. Os cementoblastos e osteoblastos estão ainda desalojados das superfícies mineralizadas. A reabsorção cimento-dentinária é ativa e extensa, sem grande profundidade. (Coloração H.E., aumento original: A = 100×; B e C = 160×)

FIGURA 11 - Periodonto de sustentação do primeiro molar superior direito de rata sob condições sistêmicas de normalidade, submetido à ação de forças biologicamente excessivas, durante 7 dias, na região da face mesial da raiz distal correspondente à pressão. Observa-se o grau intenso de reabsorção óssea e dentária, inclusive com uma perfuração e conseqüente comunicação pulpo-periodontal (fotomicrografias A e B).

Em B e C, notam-se clastos nas lacunas de Howship, localizadas na superfície cementária, dentinária e óssea. Na região do ligamento periodontal, os fibroblastos e feixes colágenos estão desorganizados, alguns em mitose. De permeio, notam-se ainda eventuais polimorfonucleares e macrófagos. Internamente, na parede pulpar, nota-se a reparação às custas de tecido dentinóide. (Coloração H.E., aumento original: A = 16×; B = 40×; C = 100×)

FIGURA 12 - Faces externas distais do periodonto de sustentação do primeiro molar superior de rata submetidas à força de tensão durante a movimentação dentária induzida, por 7 dias. Os vasos aparecem parcialmente colabados. Em algumas áreas (A) os fascículos de fibroblastos e feixes colágenos apresentam-se distendidos, mas ainda organizados; em outras (B) encontram-se desorganizados. Eventualmente algumas áreas hialinas foram detectadas (*). Alguns segmentos da face alveolar periodontal revelam linhas de reversão com aposição óssea. Em B, áreas de reabsorção com clastos ainda ativos são evidentes. As camadas celulares de cementoblastos e osteoblastos estão desorganizadas. (Coloração H.E., aumento original: A e B = 40×)

FIGURA 13 - Faces inter-radiculares do periodonto de sustentação do primeiro molar superior de rata submetida à força de tensão durante o movimento dentário induzido por 7 dias. Os vasos sanguíneos estão parcialmente colabados e hiperêmicos. Os fascículos fibroblásticos e fibrosos estão angulados e preservados, embora distendidos. Nas faces alveolares periodontais, não se observam clastos ativos e detecta-se uma reorganização, ainda que discreta, dos osteoblastos e cementoblastos. Nos espaços endosteais, há atividade clástica, às vezes intensa, pela proximidade com áreas de pressão submetidas as forças excessivas biologicamente do outro lado do periodonto inter-radicular. Eventualmente nas áreas de tensão tem-se células inflamatórias esparsas. (Coloração H.E., aumento original: A e B = 40×)

LOCALIZAÇÃO			ÁREA DE PRESSÃO*										ÁREA DE TENSÃO*													
			Externa					Interradicular					Externa					Interradicular								
Fenômenos		Fenécimes	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T
	Largura	aumentada																								
		diminuída																								
	Fibras colágenas	perpendiculares	x	x	x	x	x	5	x	x	x	x	x	5	x	x	x	x	x	5	x	x	x	x	x	5
		anguladas																								
	Áreas hialinas	pequenas			x			1		x				1	x				x	2	x					1
		médias																								
		grandes																								
	Vasos sangüíneos	normais	x			x	x	3	x	x		x	x	4	x		x			2	x	x	x			3
		comprimidos																	x	1				x		1
		colabados	x	x	x			3	x		x	x	x	4	x		x	x	x	4		x	x		x	3
		dilatados																								
	Alterações circulatórias	hiperemia	x	x			x	3	x		x	x		3	x	x			x	3		x	x	x	x	4
		edema																								
		trombose																								
		hemorragia																								
	Infiltrado Inflamatório	neutrófilos																								
		macrófagos																								
		plasmócitos																								
		linfócitos																								
		CGMIs																								
	Restos epiteliais de Malassez																									
Face endosteal	regular	x	x	x	x	x	5	x	x	x	x	x	5	x	x	x	x	x	5	x	x	x	x	x	5	
	irreg. c/ reabs.																									
	osteóide	x	x	x	x	x	5	x	x	x	x	x	5	x	x	x	x	x	5	x	x	x	x	x	5	
	regular		x	x	x		3	x	x	x			3	x					1		x	x	x	x	4	
	irreg. c/ reabs.	x				x	2			x	x	x	3		x	x	x	x	4	x	x				2	
Face periodontal	osteóide	x	x	x	x	x	5	x	x	x	x	x	5	x	x	x	x	x	5	x	x	x	x	x	5	
	regular	x	x	x	x	x	5	x	x	x	x	x	5	x	x	x	x	x	5	x	x	x	x	x	5	
	cementóide	x	x	x	x	x	5	x	x	x	x	x	5	x	x	x	x	x	5	x	x	x	x	x	5	
Reabsorção Dentinária																										
Núcleo	mitótico																									
	picnótico																									
	cariorrexe																									
Quanto à disposição	fasciculados	x	x	x	x	x	5	x	x	x	x	x	5	x	x	x	x	x	5	x	x	x	x	x	5	
	ao acaso	x					1			x	x		2								x				1	
Núcleo	mitótico																									
	picnótico																									
	cariorrexe																									
Quanto à disposição	em palçada			x	x		2	x	x	x	x	x	5			x	x		2	x		x	x	x	4	
	ao acaso	x	x			x	3				x	x	2	x	x		x	x	4	x	x				2	
Quanto à Superfície	ausente																									
	justaposto			x	x	x	3	x	x	x		x	4	x	x	x	x	x	5							
	a distância	x	x		x		3				x		1	x	x				2			x	x		2	

continua

continuação

			1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T
	Núcleo(s)	mitótico																								
		picnótico																								
		cariorrexe																								
	Quanto à superfície	ausente																								
		a distância		x				1								x	x	x		3						
		justapostos	x	x		x	x	4			x	x	x	3					x	1	x	x				2
		nas lacunas	x			x	x	3			x			1	x				1	x	x					2
	Núcleo	mitótico																								
		picnótico																								
		cariorrexe																								
	Quanto à disposição	em palicada		x	x	x	x	4	x	x	x	x	x	5	x	x	x	x	x	5	x	x	x	x	x	5
		ao acaso	x					1				x		1	x					2						
	Quanto à superfície	ausente																								
		justaposto		x	x	x	x	4							x	x	x	x	x	5						
		a distância	x					1																		
	Núcleo(s)	mitótico																								
		picnótico																								
		cariorrexe																								
	Quanto à superfície	ausente																								
		a distância																								
		justaposto																								
		nas lacunas																								

* áreas equivalentes à pressão e tensão de um dente com movimentação induzida

T = total, x = presença

FIGURA 14 - Distribuição dos eventos microscópicos característicos observados no **GRUPO CO** (controle), nas faces externas das raízes mesial e distal e no espaço inter-radicular do primeiro molar superior

LOCALIZAÇÃO			ÁREA DE PRESSÃO												ÁREA DE TENSÃO											
			Externa						Interradicular						Externa						Interradicular					
Fenômenos		Fenécimes	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T
	Largura	aumentada								v				1									v	v	v	3
		diminuída	x	x	x			3			x	x	x	3		x	x			2						
	Fibras colágenas	perpendiculares	x	x	x			3							x	x	x	x	x	5						
		anguladas				x	x	2	x	x	x	x	x	5				x		1	x	x	x	x	x	5
	Áreas hialinas	pequenas				x	x	2	x			x		2	x		x	x	x	4				x		1
		médias								x	x			2									x			2
		grandes											x	1												
	Vasos sangüíneos	normais														x				1						
		comprimidos				x	x	2																		
		colabados	x	x	x	x	x	5	x	x	x	x	x	5	x		x	x	x	4	x	x	x	x	x	5
		dilatados													x	x		x		2						
	Alterações circulatórias	hiperemia	x	x		x		3	x	x	x	x	x	5	x		x	x		3	x	x	x	x	x	6
		edema																								
		trombose								x	x	x		3												
		hemorragia																								
	Infiltrado Inflamatório	neutrófilos								I	I		M		D	D		M	D							
		macrófagos							D	I	I		M								D	D				
		plasmócitos																								
		linfócitos							D				D													
		CGMIs																								
	Restos epiteliais de Malassez												X	1												
	Face endosteal	regular	x	x	x	x	x	5			x	x		2			x			1	x				x	2
		irreg. c/ reabs.							x	x	x	x	x	5	x	x		x	x	4		x	x	x		3
		osteóide		x		x	x	3																		
	Face periodontal	regular	x		x		x	3	x					1							x	x		x	x	4
		irreg. c/ reabs.	x	x	x	x	x	5		x				1	x	x	x	x	x	5			x			1
		osteóide	x		x		x	3																	x	2
Superfície cementária	regular	x	x	x	x	x	5	x	x	x	x	x	5	x	x	x		x	4	x	x	x	x	x	5	
	irreg. c/ reabs.										x	x	2				x		1							
	cementóide	x	x	x	x	x	5							x	x	x	x	x	5							
Reabsorção Dentinária											M	D						D								
	Núcleo	mitótico										x		1							x	x			x	3
		picnótico				x	x	2	x	x		x	x	4	x			x		2						
		cariorrexe				x		1		x	x	x	x	4									x			1
	Quanto à disposição	fasciculados			x	x	x	3	x					1		x	x	x	x	4	x	x		x	x	4
		ao acaso	x	x				2		x	x	x	x	4	x					1			x			1
	Núcleo	mitótico																								
picnótico									x		x		2										x		1	
cariorrexe											x		1										x			
Quanto à disposição	em palçada		x				1							x		x	x	x	4	x	x	x			3	
	ao acaso	x	x		x	x	4	x	x	x	x	x	5	x	x				2				x	x	2	
Quanto à superfície	ausente								x				1													
	justaposto			x			1	x		x			2	x		x	x	x	4	x	x			x	3	
	a distância	x	x		x	x	4				x	x	2		x				1			x	x		2	

continua

continuação

			1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T
	Núcleo(s)	mitótico																								
		picnótico																								
		cariorrexe																								
	Quanto à superfície	ausente																								
		a distância				x	x	2									x	x	x	x	4					
		justapostos	x	x	x	x	x	5	x	x	x	x	x	5	x	x	x	x	x	5	x				x	2
		nas lacunas	x	x				2	x	x	x	x	x	5				x	x	2		x	x	x		3
	Núcleo	mitótico																						x		1
		picnótico								x	x	x		3								x	x			2
		cariorrexe								x	x	x		3								x	x	x		3
	Quanto à disposição	em palicada			x	x	x	3	x	x				2	x	x	x		x	4			x	x	x	3
		ao acaso	x	x				2			x	x	x	3								x	x			2
	Quanto à superfície	ausente								x	x			2												
		justaposto	x	x	x	x	x	5	x			x	x	3	x	x	x	x	x	5	x	x		x	x	4
		a distância																						x	x	2
	Núcleo(s)	mitótico																								
		picnótico																								
		cariorrexe																								
	Quanto à superfície	ausente																								
		a distância			x	x		2																		
		justaposto									x			1												
		nas lacunas								x	x			2				x		1						

T = total, x = presença, D = discreto, M = moderado, I = intenso

FIGURA 15 - Distribuição dos eventos microscópicos característicos observados no **GRUPO MDI** (movimentação dentária induzida), nas áreas correspondentes à tensão e à pressão, nas faces externas das raízes mesial e distal e no espaço inter-radicular do primeiro molar superior

LOCALIZAÇÃO			ÁREA DE PRESSÃO										ÁREA DE TENSÃO													
			Externa					Interradicular					Externa					Interradicular								
Fenômenos		Fenécimes	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T
	Largura	aumentada										v		1		v	n		v	2					v	1
		diminuída			x	x		2	x	x			x	3			n									
	Fibras colágenas	perpendiculares	x	x	x	x	x	5							x	x	n	x	x	4						
		anguladas							x	x		x	x	4			n				x			x	x	3
	Áreas Hialinas	pequenas		x		x		2	x			x		2			n	x	x	2						
		médias								x			x	2			n									
		grandes											x	1			n									
	Vasos sangüíneos	normais					x	1							x		n	x		2						
		comprimidos		x	x			2									n									
		colabados	x	x	x	x	x	5	x	x	x	x	x	5	x		n	x	x	3	x	x	x	x	x	5
		dilatados	x					1									n	x	x	2						
	Alterações circulatórias	hiperemia	x	x	x	x	x	5	x	x	x	x	x	5	x	x	n	x	x	4	x	x	x	x	x	5
		edema															n									
		trombose								x			x	2			n				x					1
		hemorragia															n									
	Infiltrado Inflamatório	neutrófilos							M	M			D		D	M	n		D						D	
		macrófagos							M	I		M	M				n								D	
		plasmócitos															n									
		linfócitos							D	D	D						n									
		CGMIs								D							n									
	Restos epiteliais de Malassez																n									
Face endosteal	regular			x	x	x	3				x		1			n		x	1				x		1	
	irreg. c/ reabs.	x	x				2	x	x	x		x	4	x	x	n	x		3	x				x	2	
	osteóide			x			1									n							x		1	
	regular					x	1				x		1			n				x			x		2	
	irreg. c/ reabs.	x	x	x	x		4	x	x	x		x	4	x	x	n	x	x	4							
Face periodontal	osteóide	x				x	2							x		n		x	2	x			x		2	
																n										
																n										
Superfície cementária	regular	x	x	x	x	x	5	x			x		1	x	x	n	x	x	4	x	x	x	x	x	5	
	irreg. c/ reabs.			x			1		x	x		x	3			n										
	cementóide	x	x	x	x	x	5							x		n	x	x	3							
Reabsorção Dentinária									D			D				n										
Núcleo	mitótico							x				x	2			n				x	x	x		x	4	
	picnótico				x		1									n										
	cariorrexe								x		x	x	3			n										
	Quanto à disposição	fasciculados	x	x			x	3	x			x		2	x	x	n	x	x	4		x	x	x	x	4
		ao acaso			x	x		2		x	x		x	3			n				x					1
Núcleo	mitótico															n										
	picnótico															n										
	cariorrexe											x	1			n										
	Quanto à disposição	em palçada	x				x	2			x	x		2			n				x					
		ao acaso		x	x	x		3	x	x			x	3	x	x	n	x	x	4		x	x	x	x	4
Quanto à superfície	ausente							x	x			x	3			n										
	justaposto	x	x			x	3								x	n		x	2	x		x	x		3	
	a distância	x		x	x		3			x	x		2	x		n	x		2		x			x	2	

continua

continuação

			1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T
	Núcleo(s)	mitótico															n									
		picnótico															n									
		cariorrexe															n									
	Quanto à superfície	ausente															n									
		a distância	x		x		x	3		x				1		x	n			1						
		justapostos	x	x		x		3		x			x	2	x	x	n		x	3					x	1
		nas lacunas		x	x	x		3	x	x			x	3		x	n	x		2	x				x	2
	Núcleo	mitótico															n									
		picnótico															n									
		cariorrexe							x				x	2			n									
	Quanto à disposição	em palicada	x	x	x	x	x	5	x		x	x		3	x	x	n	x	x	4	x	x	x	x	x	5
		ao acaso								x			x	2			n								x	1
	Quanto à superfície	ausente								x			x	2			n									
		justaposto	x					1	x		x	x		3	x	x	n	x	x	4	x		x	x	x	4
		a distância		x	x	x	x	4		x				1			n					x				1
	Núcleo(s)	mitótico															n									
		picnótico															n									
		cariorrexe															n									
	Quanto à superfície	ausente															n									
		a distância															n									
		justaposto											x	1			n									
		nas lacunas			x			1		x			x	2			n									

T = total, x = presença, D = discreto, M = moderado, I = intenso, n = impróprio para análise

FIGURA 16 - Distribuição dos eventos microscópicos característicos observados no **GRUPO P-7** (prenhez de 7 dias), nas áreas correspondentes à tensão e à pressão, nas faces externas das raízes mesial e distal e no espaço inter-radicular do primeiro molar superior

LOCALIZAÇÃO			ÁREA DE PRESSÃO										ÁREA DE TENSÃO													
			Externa					Interradicular					Externa					Interradicular								
Fenômenos		Fenécimes	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T
	Largura	aumentada													v		n	v		2	v					1
		diminuída	x			x		2	x	x	x			3			n									
	Fibras colágenas	perpendiculares	x	x	x	x	x	5							x	x	n	x	x	4						
		anguladas								x	x	x		x	4			n				x	x	x	x	
	Áreas hialinas	pequenas		x	x	x		3					x	1	x	x	n			2						
		médias								x		x	x		3			n								
		grandes																n								
	Vasos sangüíneos	normais	x		x			2										n								
		comprimidos														x		n			1					
		colabados	x	x	x	x	x	5	x	x		x	x	4		x	n	x		2	x	x	x	x	x	5
		dilatados	x	x		x	x	4								x	n		x	2						
	Alterações circulatórias	hiperemia	x	x	x	x	x	5	x	x	x	x	x	5	x	x	n	x	x	4	x	x	x	x	x	5
		edema																n								
		trombose							x					1				n						x		1
		hemorragia																	n							
	Infiltrado Inflamatório	neutrófilos							M	M		D			D	M	n	D	D		D					
		macrófagos							M	M		M	D					n			D					
		plasmócitos																n								
		linfócitos																n								
		CGMIs																n								
	Restos epiteliais de Malassez											x		x	2			n								
	Face endosteal	regular	x	x	x	x	x	5									n		x	1		x		x		2
		irreg. c/ reabs.							x	x		x	x	4	x	x	n	x		3	x		x		x	3
		osteóide																n						x		1
	Face periodontal	regular		x				1				x		1				n				x	x	x		3
		irreg. c/ reabs.	x		x	x	x	4	x	x	x	x	x	5	x	x	n	x	x	4						
		osteóide	x	x	x			3										n		x	1		x	x		
Superfície cementária	regular	x	x	x	x	x	5	x	x	x		x	4	x	x	n	x	x	4	x	x	x	x	x	5	
	irreg. c/ reabs.				x	x	2				x		1				n									
	cementóide	x	x	x	x	x	5										n									
Reabsorção Dentinária						D		D	D								n									
	Núcleo	mitótico							x					1			n				x	x		x	x	4
		picnótico		x		x	x	3	x	x				2	x		n	x	x	3						
		cariorrexe							x	x	x			3				n						x		1
	Quanto à disposição	fasciculados	x	x		x		3				x		1	x	x	n	x		3	x	x	x		x	4
		ao acaso		x	x		x	3	x	x	x		x	4				n		x	1			x	x	2
	Núcleo	mitótico										x			1			n								
picnótico																		n		x	1					
cariorrexe												x	x	2				n								
Quanto à disposição	em palçada		x				1	x	x				2				n						x	x	x	3
	ao acaso	x		x	x	x	4			x	x	x	4	x	x	n	x	x	4	x	x				2	
Quanto à superfície	ausente											x		1				n								
	justaposto	x	x	x	x		4	x	x	x	x		4	x	x	n		x	3	x	x	x	x		4	
	a distância					x	1		x	x		x	3				n	x		1				x	x	2

continua

continuação

			1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T
	Núcleo(s)	mitótico															n									
		picnótico															n									
		cariorrexe															n									
	Quanto à superfície	ausente															n									
		a distância			x		x	2				x		1	x		n			1						
		justapostos	x	x		x	x	4	x	x			x	3	x	x	n	x	x	4	x		x		x	3
		nas lacunas	x		x	x		3	x			x	x	3	x		n		x	2					x	1
	Núcleo	mitótico															n									
		picnótico	x				x	2									n		x	1						
		cariorrexe						x				x		2			n							x		1
	Quanto à disposição	em palicada	x	x				2			x	x		2	x	x	n			2	x	x	x	x	x	5
		ao acaso			x	x	x	3	x	x	x		x	4			n	x	x	2			x			2
	Quanto à superfície	ausente															n									
		justaposto	x	x	x			3	x	x	x	x	x	5	x	x	n			2	x	x	x	x	x	5
		a distância				x	x	2		x	x			2			n	x	x	2			x			1
	Núcleo(s)	mitótico															n									
		picnótico							x					1			n									
		cariorrexe							x					1			n									
	Quanto à superfície	ausente															n									
		a distância															n									
		justaposto							x	x				2			n									
		nas lacunas				x	x	2	x					1			n									

T = total, x = presença, D = discreto, M = moderado

FIGURA 17 - Distribuição dos eventos microscópicos característicos observados no **GRUPO P-14** (prenhez de 14 dias), nas áreas correspondentes à tensão e à pressão, nas faces externas das raízes mesial e distal e no espaço inter-radicular do primeiro molar superior

LOCALIZAÇÃO			ÁREA DE PRESSÃO										ÁREA DE TENSÃO													
			Externa					Interradicular					Externa					Interradicular								
Fenômenos		Fenécimes	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T
	Largura	aumentada													v				v	2		v		v		2
		diminuída			x	x	x	3	x	x		x	x	4												
	Fibras colágenas	perpendiculares	x	x	x		x	4							x	x		x	x	4	x					1
		anguladas							x	x	x		x	4									x	x		3
	Áreas hialinas	pequenas		x	x		x	3		x	x			2	x	x		x		3				x		1
		médias									x	x	x	3												
		grandes							x					1												
	Vasos sangüíneos	normais														x	x			2						
		comprimidos	x					1																		
		colabados	x	x	x	x	x	5	x	x	x	x	x	5	x	x		x	x	4	x	x	x	x	x	5
		dilatados			x	x	x	3							x	x			x	3						
	Alterações circulatórias	hiperemia	x	x	x	x	x	5	x	x	x	x	x	5	x	x		x	x	4	x	x	x	x	x	5
		edema																								
		trombose							x	x			x	3												
		hemorragia																								
	Infiltrado Inflamatório	neutrófilos							D	M		D								D						
		macrófagos							M	M		D	M								D				D	
		plasmócitos																								
		linfócitos											D													
		CGMIs							D																	
	Restos epiteliais de Malassez																									
	Face endosteal	regular	x	x	x	x	x	5				x		1							x	x				2
		irreg. c/ reabs.							x	x	x		x	4	x	x	n	x	x	4			x	x		2
		osteóide																							x	1
	Face periodontal	regular										x		1								x	x		x	3
		irreg. c/ reabs.	x	x	x	x	x	5	x	x	x		x	4	x	x	n	x	x	4				x		1
		osteóide										x		1										x	x	2
Superfície cementária	regular							x	x				2								x	x	x	x	5	
	irreg. c/ reabs.	x			x	x	x	4			x	x	x	3					x	1			x			1
	cementóide																									
Reabsorção Dentinária								D																		
	Núcleo	mitótico							x	x				2								x	x		x	3
		picnótico	x			x	x	3								x			x	2						
		cariorrexe										x	x	2										x		1
	Quanto à disposição	fasciculados	x			x		2	x				x	2	x	x	x	x		4	x	x	x	x	x	5
		ao acaso		x			x	x	3		x	x	x	x	4					x	x	2				x
	Núcleo	mitótico																								
		picnótico																								
		cariorrexe							x				x	2												
	Quanto à disposição	em palçada					x	1	x	x				2			x		x	2				x		1
		ao acaso	x	x	x	x		4			x	x	x	3	x	x		x		3	x	x	x	x	x	5
Quanto à superfície	ausente																									
	justaposto		x				x	2	x				x	3	x	x	x	x	x	5	x	x	x		x	4
	a distância	x			x	x		3		x	x	x		3	x	x			x	3				x		1

continua

continuação

			1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T
	Núcleo(s)	mitótico																								
		picnótico																								
		cariorrexe																								
	Quanto à superfície	ausente																								
		a distância		x		x	x	3							x	x	x		x	4						
		justapostos	x	x				2	x	x		x		3				x		1						
		nas lacunas	x		x	x		3			x	x	x	3					1	1				x		1
	Núcleo	mitótico																								
		picnótico																	x	1						
		cariorrexe											x	1												
	Quanto à disposição	em palicada								x		x		2		x	x			2	x	x	x	x	x	5
		ao acaso	x	x	x	x	x	5	x		x		x	3	x			x	x	3						
	Quanto à superfície	ausente							x				x	2												
		justaposto			x			1			x			1	x	x	x	x		4	x	x	x	x	x	5
		a distância	x	x		x	x	4		x		x		2					x	1						
	Núcleo(s)	mitótico																								
		picnótico																								
		cariorrexe																								
	Quanto à superfície	ausente																								
		a distância																								
		justaposto							x					1												
		nas lacunas	x		x	x	x	4											x	1						

T = total, x = presença, D = discreto, M = moderado, I = intenso

FIGURA 18 - Distribuição dos eventos microscópicos característicos observados no **GRUPO P-21** (prenhez de 21 dias), nas áreas correspondentes à tensão e à pressão, nas faces externas das raízes mesial e distal e no espaço interradiculador do primeiro molar superior

LOCALIZAÇÃO			ÁREA DE PRESSÃO												ÁREA DE TENSÃO												
			Externa						Interradicular						Externa						Interradicular						
Fenômenos		Fenécimes	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T	
	Largura	aumentada							n						n	v				1	n		v			1	
		diminuída		x	x	x		3	n	x			x		2	n						n					
	Fibras colágenas	perpendiculares	x				x	x	3	n						n	x	x	x		3	n					
		anguladas		x	x				2	n	x	x	x	x		3	n				x	1	n		x	x	2
	Áreas hialinas	pequenas	x	x					2	n	x	x			2	n						n					
		médias								n	x			x	2	n						n					
		grandes								n						n						n					
	Vasos sangüíneos	normais								n						n	x				1	n					
		comprimidos								n						n				x	1	n					
		colabados	x	x	x	x	x	5	n	x	x	x	x	x	4	n	x	x	x	x	4	n	x	x	x	x	4
		dilatados	x		x				2	n						n		x	x		2	n					
	Alterações circulatórias	hiperemia	x	x			x		3	n						n	x	x	x	x	4	n					
		edema								n						n						n					
		trombose								n						n						n					
		hemorragia								n						n						n					
	Infiltrado Inflamatório	neutrófilos	D							n	D					n		D	M			n					
		macrófagos								n	M			M		n						n		D			
		plasmócitos								n						n						n					
		linfócitos	D							n						n						n					
		CGMIs								n						n						n					
	Restos epiteliais de Malassez									n		x			1	n						n					
Face endosteal	regular	x	x	x	x	x	5	n		x				1	n				x	1	n	x	x	x		3	
	irreg. c/ reabs.								n	x		x	x	3	n	x	x	x		3	n				x	1	
	osteóide	x	x	x	x	x	5	n							n						n						
	regular								n		x			1	n						n	x	x	x		3	
	irreg. c/ reabs.	x	x	x	x	x	5	n	x		x	x	3	n	x	x	x	x	x	4	n				x	1	
Superfície cementária	regular	x	x	x	x	x	5	n			x	x	2	n	x	x	x	x	x	4	n	x	x	x	x	4	
	irreg. c/ reabs.	x	x				2	n	x	x			2	n							n						
	cementóide	x	x	x	x	x	5	n							n						n						
Reabsorção Dentinária									n						n						n						
Núcleo	mitótico								n		x			1	n						n	x	x	x		3	
	picnótico				x	x		2	n	x				1	n	x	x		x	3	n						
	cariorrexe								n	x		x	x	3	n						n		x			1	
Quanto à disposição	fasciculados	x				x	x	3	n	x				1	n	x	x	x		3	n	x	x	x	x	4	
	ao acaso	x	x	x			x	4	n	x	x	x	x	4	n		x	x	x	3	n			x		1	
Núcleo	mitótico								n						n						n						
	picnótico								n						n	x			x	2	n						
	cariorrexe								n	x	x			2	n						n			x		1	
Quanto à disposição	em palçada								n	x			x	2	n						n	x	x			2	
	ao acaso	x	x	x	x	x	5	n	x	x	x	x		3	n	x	x	x	x	4	n		x	x	x	3	
Quanto à superfície	ausente									x	x		x	3	n						n						
	justaposto			x	x			x	3	n				x	1	n	x	x	x	x	3	n	x	x	x	x	4
	a distância	x				x		2	n	x			x	2	n					x	1	n			x		1

continua

continuação

			1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T	
	Núcleo(s)	mitótico							n						n						n						
		picnótico							n						n						n						
		cariorrexe							n						n						n						
	Quanto à superfície	ausente							n						n						n						
		a distância	x				x	2	n	x			x	x	3	n	x			x	2	n	x		x		2
		justapostos	x	x	x	x		4	n	x	x	x		3	n	x	x	x		4	n					x	1
		nas lacunas	x	x	x	x		4	n		x		x	2	n		x	x		3	n				x		1
	Núcleo	mitótico							n						n						n						
		picnótico	x				x	2	n						n		x		x	2	n						
		cariorrexe							n						n						n						
	Quanto à disposição	em palicada				x			1	n	x		x		3	n				x	1	n	x		x		3
		ao acaso	x	x			x	x	4	n				x	x	2	n	x	x		x	3	n				x
	Quanto à superfície	ausente							n					x	1	n						n					
		justaposto				x	x	x	3	n	x		x		2	n	x		x	x	3	n	x		x	x	4
		a distância	x	x					2	n			x	x	2	n						n				x	1
	Núcleo(s)	mitótico							n						n						n						
		picnótico							n						n						n						
		cariorrexe							n						n						n						
	Quanto à superfície	ausente							n						n						n						
		a distância							n						n						n						
		justaposto			x				1	n	x		x		2	n						n					
nas lacunas		x						1	n						n						n						

T = total, x = presença, D = discreto, M = moderado, n = impróprio para análise

FIGURA 19 - Distribuição dos eventos microscópicos característicos observados no **GRUPO AC-7** (anticoncepcional por 7 dias), nas áreas correspondentes à tensão e à pressão, nas faces externas das raízes mesial e distal e no espaço interradiculador do primeiro molar superior

LOCALIZAÇÃO			ÁREA DE PRESSÃO												ÁREA DE TENSÃO											
			Externa							Interradicular					Externa						Interradicular					
Fenômenos		Fenécimes	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T
	Largura	aumentada									v	n		1	v	v			n	2	v	v	v	n		3
		diminuída		x	x	x		3	x	x		n	x	3					n					n		
	Fibras colágenas	perpendiculares	x	x	x	x	x	5				n	x	1	x	x	x	x	n	4				n		
		anguladas							x	x	x	n	x	3					n		x		x	n		2
	Áreas hialinas	pequenas	x		x		x	3	x			n		1		x			n	1				n		
		médias								x		n		1					n		x			n		1
		grandes										n	x	1					n					n		
	Vasos sangüíneos	normais										n							n					n		
		comprimidos		x		x		2				n			x		x		n	2				n		
		colabados	x		x	x	x	4	x	x	x	n	x	4	x	x	x		n	3	x	x	x	n	x	4
		dilatados	x	x				2				n			x			x	n	2				n		
	Alterações circulatórias	hiperemia	x	x		x		3	x	x	x	n	x	4	x	x	x	x	n	4	x	x	x	n	x	4
		edema										n							n					n		
		trombose										n	x	1					n					n		
		hemorragia										n							n					n		
	Infiltrado Inflamatório	neutrófilos							M	D		n			D	M	M	D	n					n		
		macrófagos							M	M		n							n		D			n		
		plasmócitos										n							n					n		
		linfócitos										n				D		D	n		D			n		
		CGMIs								D		n							n					n		
	Restos epiteliais de Malassez											n							n					n		
Face endosteal	regular	x	x	x	x	x	5				n				x			n	1			x	n	x	2	
	irreg. c/ reabs.								x	x	x	n	x	4	x		x	x	n	3	x	x		n		2
	osteóide	x	x		x		3				n							n					n			
	regular										n	x	1					n			x	x		n	x	3
	irreg. c/ reabs.	x	x	x	x	x	5	x	x	x	n		3	x	x	x	x	n	4			x	n		1	
Face periodontal	osteóide	x					1				n				x			n	1				n			
	regular	x		x	x	x	4				n							n		x	x	x	n	x	4	
	irreg. c/ reabs.		x				1		x		n	x	2					n					n			
Superfície cementária	regular	x		x	x	x	4				n							n		x	x	x	n	x	4	
	irreg. c/ reabs.		x				1		x		n	x	2					n					n			
	cementóide										n							n					n			
Reabsorção Dentinária			D								n	M						n					n			
Núcleo	mitótico							x			n		1					n		x	x		n	x	3	
	picnótico		x	x		x	3	x			n	x	2	x		x		n	2				n			
	cariorrexe										n	x	1					n					n			
	fasciculados	x	x	x	x	x	5				n	x	1	x	x		x	n	3	x	x	x	n	x	4	
	ao acaso							x	x	x	n	x	4	x	x	x		n	3	x			n		1	
Quanto à disposição	mitótico										n							n					n			
	picnótico	x		x		x	3				n	x	1					n					n			
	cariorrexe								x		n	x	2					n					n			
	em palçada									x	n	x	2					n		x	x		n		2	
	ao acaso	x	x	x	x	x	5	x	x	x	n		3	x	x	x	x	n	4		x	x	n	x	3	
Quanto à superfície	ausente								x		n		1					n					n			
	justaposto	x			x	x	3	x		x	n	x	3	x	x	x	x	n	4	x	x		n	x	3	
	a distância		x	x			2			x	n	x	2					n			x	x	n		2	

continua

continuação

			1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	T
	Núcleo(s)	mitótico										n							n					n		
		picnótico										n							n					n		
		cariorrexe										n							n					n		
	Quanto à superfície	ausente										n							n					n		
		a distância					x	1			x	n		1	x			x	n	2	x			n	x	2
		justapostos	x	x	x	x		4	x	x		n		2	x	x	x	x	n	4				n		
		nas lacunas		x	x	x	x	4	x			n		1		x	x	x	n	3			x	n		1
	Núcleo	mitótico										n							n					n		
		picnótico										n							n					n		
		cariorrexe										n							n					n		
	Quanto à disposição	em palicada					x	1	x	x	x	n	x	4	x	x			n	2	x	x	x	n	x	4
		ao acaso	x	x	x	x		4		x		n	x	2	x		x	x	n	2		x		n		1
	Quanto à superfície	ausente										n							n					n		
		justaposto	x	x			x	3	x	x	x	n	x	4	x				n	1	x		x	n	x	3
		a distância			x	x		2		x		n		1		x	x	x	n	3		x		n		1
	Núcleo(s)	mitótico										n							n					n		
		picnótico										n							n					n		
		cariorrexe										n							n					n		
	Quanto à superfície	ausente										n							n					n		
		a distância										n							n					n		
		justaposto							x			n		1					n					n		
		nas lacunas		x				1				n	x	1					n					n		

T = total, x = presença, D = discreto, M = moderado, n = impróprio para análise

FIGURA 20 - Distribuição dos eventos microscópicos característicos observados no **GRUPO AC-14** (anticoncepcional por 14 dias), nas áreas correspondentes à tensão e à pressão, nas faces externas das raízes mesial e distal e no espaço interradicular do primeiro molar superior

6 DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

Dos animais experimentais utilizados para fins de movimentação dentária induzida, o rato constitui-se em um dos principais e mais utilizados, encontrando-se vagas referências de seu uso em pesquisas anteriores a 1850, em experimentos nutricionais. O primeiro trabalho utilizando o rato com propósitos experimentais foi publicado em 1856 na França⁶³; e especificamente na pesquisa da movimentação dentária induzida, WALDO; ROTHBLATT⁷⁶, em 1954, desenvolveram a pesquisa pioneira na utilização do rato como modelo laboratorial. A partir de então, vários autores passaram a pesquisar a movimentação dentária induzida em ratos^{3,4,5,6,7,8,9,18,23,29,31,32,33,34,35,36,37,38,45,46,47,49,50,52,53,54,55,56,58,59,66,68,74,76,81}. As duas principais espécies utilizadas nos trabalhos são a Sprague-Dawley e a Norvegicus, sem diferenças marcantes entre si, permitindo, desta forma, comparações dos trabalhos utilizando-se de uma ou outra espécie.

A utilização de ratos em experimentos com movimentação dentária induzida, oferece algumas vantagens, tais como: facilidade de obtenção dos animais, devido ao curto tempo de procriação e ninhadas com muitos filhotes, permitindo também um melhor controle genético, padronização do experimento, facilidade de repetições e amostras com maior número de animais. Além disto, há um baixo custo de manutenção, uma padronização da alimentação e a docilidade dos animais facilita o seu manuseio. Apesar do tamanho reduzido, permite a obtenção de quantidades representativas de tecidos para inclusão e análise microscópica^{6,26,38,46,76}.

Experimentos utilizando outros animais, cães e macacos principalmente, apresentam dificuldades de obtenção em grande número, manuseio e tratamento, apesar da grande vantagem de possuírem dentes e periodonto de sustentação semelhantes aos humanos, principalmente quanto ao tamanho. Isto permite, inclusive, a utilização dos mesmos acessórios disponíveis para a rotina da clínica ortodôntica, durante a realização dos experimentos^{6,26,38,46,76}.

Em relação aos experimentos com movimentação dentária induzida em ratos, apesar de sua dentição diferir da dentição humana, por serem monofiodontes e os incisivos apresentarem crescimento contínuo, os molares assemelham-se aos dos humanos, guardando-se as proporções de tamanho e outras particularidades anatômicas³⁸, permitindo assim, seu uso nestes experimentos e extrapolações dos resultados obtidos para os humanos.

O rato oferece algumas dificuldades técnicas, plenamente contornáveis, quanto à instalação de aparelhos para induzir a movimentação dentária. A mensuração das forças aplicadas, devido ao pequeno tamanho da boca e dos dentes, e principalmente à ausência de acessórios específicos para a instalação de aparelhos, dificultando em parte o uso deste modelo na avaliação comparativa de forças diferentes.

Os dentes molares do rato são multirradiculados e em número de três em cada hemi-arcada. O primeiro molar superior contém 5 raízes, sendo a mesial e a vestibulomesial as maiores e mais usadas nas análises microscópicas, devido à localização das raízes em planos diferentes^{26,38}, impossibilitando a obtenção de todas elas em um mesmo corte longitudinal. O segundo molar superior e o terceiro molar superior são dentes menores, com 4

e 3 raízes respectivamente, sendo pouco usados para análise microscópica nos trabalhos de movimentação dentária induzida. A raiz mesial do segundo molar superior torna-se objeto de análise nos casos dos movimentos induzidos pela inserção de elos elásticos entre o primeiro e segundo molar^{26,38}. Em nosso estudo, analisaram-se as alterações ocorridas junto ao primeiro molar superior e em suas raízes dentárias, em cortes longitudinais.

Os molares inferiores são pouco usados em pesquisas com movimentação dentária induzida, por serem menores, e pela mandíbula oferecer maior dificuldade técnica na instalação de aparelhos.

O terço apical das raízes dos molares superiores apresenta, externamente, deposição acentuada de cimento celular, diferenciando-as das raízes dos molares humanos. Um aumento progressivo da deposição do cimento celular ocorre, a partir do terço médio, em direção apical. O terço cervical mostra deposição de cimento acelular de pequena espessura, lembrando o dente humano. A região inter-radicular é ampla, havendo deposição pouco espessa de cimento acelular no terço cervical, enquanto no terços apical e médio, a deposição é maior e de cimento celular^{26,46}.

No osso alveolar, notam-se poucos espaços medulares e maior densidade em relação ao osso alveolar humano. O tecido osteóide é menos abundante, encontrando-se linhas de reversão, provavelmente relacionadas à periodicidade dos processos de remodelação óssea⁵⁰.

As fibras de Sharpey estão presentes, com inclinação peculiar na região cervical e supra-alveolar, diferindo apenas moderadamente das observadas em dentes humanos. No ligamento periodontal, os vasos

sangüíneos, fibroblastos e células mesenquimais encontram-se proporcionalmente distribuídos, lembrando o periodonto humano, inclusive na largura entre o osso e o dente. Nos ratos, os restos epiteliais de Malassez estão presentes em número reduzido e caracteristicamente em forma de ilhotas⁵⁰.

Reabsorções radiculares são comumente observadas nos ratos, provavelmente devido à natureza monofiodôntica da espécie, com maior ocorrência na região cervical e restrita ao cimento^{6,50}.

A extrapolação dos resultados obtidos em animais, inclusive em ratos, para os humanos, é possível e aceitável, com ressalvas, cautela e discernimento. As observações feitas na clínica ortodôntica podem ser confirmadas em estudos experimentais, como o fez PEREIRA⁴⁵, ressaltando-se a quantidade de trabalhos experimentais utilizando estes animais nas mais diversas áreas de pesquisa biológica, e a possibilidade de repetição e observação do fenômeno. Para tal, é imprescindível o conhecimento da fisiologia e da anatomia dos animais em estudo, visando a correta interpretação dos resultados e sua aplicação, como sugestiva, para os humanos.

A maior parte dos estudos de movimentação dentária induzida em ratos tem analisado microscopicamente a região mesial das raízes mesiais do primeiro e do segundo molar, e a região distal da raiz vestibulomesial do primeiro molar, portanto, as faces externas das raízes, avaliando as alterações teciduais frente às forças de pressão e tensão. Mais recentemente, a partir de 1986, nos trabalhos de HIRAIDE³³ e de BRUDVIK; RYGH^{3,4,5,6,7,8,9} passou-se a analisar a região inter-radicular do primeiro molar superior, priorizando-a nestes trabalhos, em relação às faces externas radiculares, por serem aquelas mais sensíveis às forças aplicadas ao dente.

A comparação das alterações teciduais encontradas nas áreas inter-radiculares e externas das raízes de dentes com movimentação induzida revela diferenças expressivas, sugestivas de maior sensibilidade às forças aplicadas sobre o dente na área inter-radicular. BRUDVICK; RYGH⁴, 1993, postularam, como razões para esta diferença de alterações teciduais, o fato do espaço inter-radicular ser o primeiro a sofrer reabsorções, além de estar recoberto em maior extensão por cemento acelular, com pouca infiltração de células para o pré-cimento. Ocorre área de hialinização completa e simultaneamente de tecido viável do ligamento periodontal.

Em nosso estudo, a comparação da área inter-radicular com a externa, obtida por PEREIRA⁴⁵, mostrou também diferenças teciduais expressivas, concordando com os aspectos morfológicos encontrados por BRUDVIK; RYGH⁴. Na área externa, PEREIRA⁴⁵ observou reabsorção óssea menos intensa, mais localizada e frontal, com insignificante reabsorção radicular. No ligamento periodontal, as alterações foram compatíveis com forças biologicamente adequadas, apresentando pequenas e inexpressivas formações de áreas hialinas; fibras colágenas íntegras e distribuídas compativelmente com áreas de pressão e tensão, além de celularidade e aspectos circulatórios normais, considerando seus períodos experimentais.

Por outro lado, sob as mesmas condições experimentais de PEREIRA⁴⁵, a análise da região inter-radicular, no presente trabalho, mostrou-se muito diferente quanto às alterações teciduais. De acordo com as descrições feitas no capítulo de resultados, surpreende a quantidade de áreas hialinas e suas extensões; as reabsorções ósseas intensas e às vezes a distância; a perda

de celularidade do periodonto, a desorganização das fibras colágenas e as alterações circulatórias expressivas, com formações de trombos.

A análise comparativa destas áreas e as acentuadas diferenças observadas, caracterizam uma distribuição distinta, nas regiões anatômicas dos dentes, da força aplicada externamente, tornando-se necessário reavaliar as forças aplicadas, quanto à intensidade, bem como a área de escolha para a análise dos resultados da movimentação dentária induzida.

Do ponto de vista clínico, uma força ótima produz movimentação dentária proporcionalmente rápida, sem desconforto para o paciente e sem lesão dos tecidos periodontais de sustentação, mais especificamente sem perda óssea alveolar e principalmente sem reabsorção radicular. Do ponto de vista microscópico, uma força ótima produz um nível de estresse no ligamento periodontal capaz de conservar a vitalidade tecidual e de iniciar o máximo de respostas celulares em decorrência do estresse biológico. Forças ótimas, portanto, são as que promovem reabsorção óssea direta ou frontal do osso alveolar, sem reabsorções dentárias⁵¹.

SCHWARZ⁶¹, em 1932, foi o primeiro pesquisador a se preocupar em quantificar as forças utilizadas para movimentar os dentes, analisando as reações teciduais produzidas por diferentes intensidades de forças, às quais classificou em suaves, moderadas e intensas, a partir das modificações induzidas no osso alveolar, ligamento periodontal e dente. Em conclusão, fez uma correlação das forças com a pressão capilar sangüínea, afirmando que forças suaves situavam-se próximas à da pressão capilar sangüínea; entretanto isto estando na proporção de 26g/cm² de superfície radicular.

Dimensionar forças ótimas clinicamente, a partir desta observação, é tarefa difícil, principalmente considerando-se a utilização de arcos contínuos, onde não há como medir quanto de força está sendo aplicada a cada dente, pois o mesmo diâmetro de fio atua em superfícies radiculares dimensionalmente distintas, haja vista a existência de número variado de raízes em cada grupo dentário, como podemos observar neste trabalho.

Aplicando-se o método de análise do elemento finito^{41,72,79}, é possível estimar a dimensão da superfície dentária radicular para calcular a quantidade de força a ser aplicada a um dente especificamente, sabendo-se quanto isto representa para cada cm^2 de superfície radicular. Esta operação oferece grandes dificuldades técnicas e de entendimento. Soma-se a este fato, a lembrança de que os dentes de ancoragem também representam pontos de dissipação desta força.

Outras tentativas vêm sendo realizadas para estimar a força ótima, estando representadas também pela medição do fluxo sangüíneo da área afetada, tais como a utilização do laser Doppler, sem contudo fazerem a correlação com os aspectos morfológicos⁴⁰.

Destarte, as forças usualmente aplicadas para a realização de determinado movimento dentário, quer seja de extrusão, giroversão ou inclinação são convencionadas a partir do conceito de força ótima, principalmente do ponto de vista clínico. Do ponto de vista morfológico, existem poucos trabalhos realizados em humanos, devido à grande dificuldade de obtenção de material, nos quais não foi possível uma padronização de força ótima, ou porque a amostra utilizada era muito pequena e limitada a um grupo

dentário ou porque houve diferenças significativas nas respostas teciduais para a mesma força aplicada.

As tendências atuais são a favor do uso de forças cada vez mais suaves, com a utilização de períodos mais longos entre as reativações e fios de memória, capazes de promover níveis de estresses mais suaves e constantes, comparados aos fios de aço inoxidável, convencionalmente usados.

A extrapolação, com tentativas de adequar a quantidade de força utilizada nos animais experimentais para dentes humanos parece impossível. Ao contrário, entender e correlacionar os aspectos morfológicos evolutivos do processo da movimentação dentária induzida em ratos, com seres humanos, é totalmente válido e plausível.

Ademais, como mostrou o trabalho de WEHRBEIN; FUHRMANN; DIEDRICH⁷⁷, a orientação subjetiva fornecida pelo paciente no estabelecimento da intensidade de força a ser aplicada, bem como a generalização destas aplicações não foram compatíveis com os aspectos microscópicos de poucos danos teciduais. O principal aliado do ortodontista nesta avaliação, o exame radiográfico, não avalia no plano de profundidade, danos significativos possíveis de ocorrerem. Além disto, o limiar de tolerância à dor tem caráter estritamente individual, sendo variável, principalmente em relação à idade, ao gênero e às condições de saúde do paciente.

Apesar dos inquestionáveis benefícios proporcionados pela ortodontia, conclui-se que existe uma grande disparidade na prática ortodôntica, representada de um lado pela grande evolução tecnológica, e de outro pela impossibilidade de efetivamente quantificar as respostas teciduais

desencadeadas, com isto inviabilizando inclusive, defender-se o uso de diferentes mecânicas empregadas, alicerçado na premissa da utilização de forças ótimas.

A morfologia das áreas submetidas à movimentação dentária induzida foi primeiramente descrita por SANDSTEDT⁶⁰, em 1904 e 1905, tornando-se objeto de tantos outros estudos em microscopias óptica e eletrônica.

Desde SANDSTEDT⁶⁰, o termo hialinização ou área hialina passou a ser usado, referindo-se às áreas de aspecto semelhante a vidro despolido, nas colorações em hematoxilina-eosina, áreas estas com ausência de células. O fato dessa aparência lembrar cartilagem hialina, levou ao uso do termo hialinização dos tecidos periodontais⁵².

O primeiro sinal de hialinização é o desaparecimento de núcleos celulares. As fibras colágenas comprimidas confluem gradualmente com a matriz extracelular, para uma massa livre de células. A basofilia fica aumentada, havendo enrugamento de núcleos celulares e picnose^{4,7,51,52,57}.

Os termos tecido hialinizado necrótico e osso alveolar necrótico têm sido usados, estando relacionados à utilização de forças intensas. Muitos autores referem-se às áreas hialinas como necróticas^{5,51}, porém existem vários graus de hialinização, onde núcleos celulares isolados podem persistir, podendo esta área ser reparada^{54,55}. Trabalho mais recente revelou, inclusive, reaparecimento dos restos epiteliais de Malassez⁹, os quais acreditava-se não regenerarem^{48,51}.

Os diferentes graus de hialinização observados são dependentes da intensidade da força aplicada e também do modelo experimental^{3,6,8,9,50}. Os modelos com animais revelaram maior hialinização, provavelmente devido à maior densidade óssea⁵⁰.

A compressão do ligamento periodontal leva à destruição celular e lesão nos capilares, e em consequência, ocorre uma reação inflamatória suave, seguida de formação de novos capilares e células conjuntivas em redor da área hialina. Estudos em microscopia eletrônica mostraram acúmulo de eritrócitos em vasos dilatados, os quais gradualmente desaparecem. Não se notam polimorfonucleares neutrófilos no ligamento periodontal em torno da área hialina^{51,53,54,56,59}, por não haver interação com o agressor, geralmente a força. A chegada dos neutrófilos na área é rápida e sua permanência fugaz.

A eliminação e a reconstrução das áreas hialinas acontece em um processo mais ou menos simultâneo, como mostraram os estudos em microscopia eletrônica, onde os autores observaram um aumento gradual de células do tecido conjuntivo em redor da área hialina, primeiro fibroblastos e depois macrófagos, principais responsáveis pela remoção da área hialina, também podendo ser removida por fibroblastos. Osteoclastos são observados nos espaços medulares e na superfície óssea, porém eles parecem não participar removendo áreas hialinas^{3,4,5,6,7,8,9,34,52,54,55,56}.

O momento em que estas células ocorrem no ligamento periodontal envolvido varia de acordo com: o modelo experimental, a intensidade de força usada, e com extensão e duração das áreas hialinas^{3,12,50}.

A movimentação dentária induzida pode sofrer interferências de alterações sistêmicas, como doenças, desnutrição, uso de drogas, distúrbios endócrinos, além de fatores locais¹². Das várias indagações sobre o que pode ou não alterar o movimento dentário, as modificações hormonais, relacionadas ao uso de anticoncepcional hormonal, por via bucal e à gravidez, mostraram-se pouco pesquisadas, talvez por não terem suscitado dúvidas criteriosamente embasadas, ou por não terem causado preocupações na clínica ortodôntica.

A literatura possui poucos trabalhos envolvendo estas situações e a movimentação dentária induzida. STOREY⁶⁸ foi o primeiro pesquisador a avaliar a movimentação dentária e o ciclo reprodutivo feminino. HIRAIDE³³, em 1986, induziu a movimentação dentária em ratas ovariectomizadas e sob uso de estrogênio em doses semelhantes às dos anticoncepcionais hormonais, por via bucal. Em 1991, HELSSING; HAMMARSTRÖN³² trabalharam com ratas prenhes e em 1995 PEREIRA⁴⁵ usou ratas prenhes e recebendo anticoncepcional hormonal, por via bucal. Estes trabalhos utilizaram metodologias diferentes, impossibilitando uma comparação entre seus resultados, mas não quanto às suas conclusões. Em 1988 e 1989, MOLLENHAUER⁴² e CADELL¹¹, por meio de cartas, relataram uma possível reabsorção dentária em seus pacientes submetidos à movimentação dentária induzida, devido ao uso de hormônios simultaneamente ao tratamento. Estes dois últimos trabalhos citados não mostraram embasamento científico, nem metodologia pertinente, não se encaixando na rotina ortodôntica, sendo casos esporádicos, os quais em uma análise mais apurada, poderão revelar outras causas para as alterações descritas, e não o uso de hormônios.

O estrogênio é um hormônio esteróide ovariano presente no ciclo reprodutivo feminino da menarca à menopausa, sofrendo alterações quantitativas durante o ciclo reprodutivo e a gravidez,^{15,17,30,64,78}, além de representar o principal agente contraceptivo encontrado nas formulações dos anticoncepcionais hormonais, por via bucal^{1,13,22,70}.

A partir da menopausa, quando cessa a produção de estrogênio, algumas mulheres são acometidas de perda óssea, às vezes severas, caracterizando a osteoporose. O estrogênio seguramente está envolvido no desenvolvimento desta patologia óssea, pois a mesma ocorre após a falência de sua produção pelos ovários, bem como, a reposição hormonal reverte o quadro clínico ou impede a sua instalação. Residem, assim, na busca do conhecimento dos mecanismos da osteoporose e na ação do estrogênio, as principais pesquisas relacionando osso e estrogênio.

O mecanismo de ação do estrogênio sobre o tecido ósseo é ainda obscuro^{2,24,67,75,77,82}. Alguns trabalhos procuraram identificar receptores para estrogênio nas células ósseas, com resultados contraditórios.^{24,28,73,75} Há também a possibilidade do estrogênio agir sobre o tecido ósseo, indiretamente, influenciando a concentração e a ação de outros fatores sistêmicos ou locais envolvidos no metabolismo ósseo^{2,21,24,39,67,71,75,82}.

Quanto à gravidez, ocorrem alterações fisiológicas e adaptativas a esta condição, em que as grandes quantidades de estrogênio produzidas têm uma função desconhecida²⁸. A ocorrência de modificações ósseas, devido apenas às alterações do nível do estrogênio e que possam alterar o metabolismo ósseo a ponto de interferir com o curso da movimentação dentária, é improvável.

A mulher, durante o ciclo reprodutivo, experimenta duas fases principais, intercaladas pela ovulação e a menstruação. Logo após o término da menstruação inicia-se a fase folicular ou estrogênio-dependente, onde o nível de produção de estrogênio torna-se elevado gradativamente até a ovulação, após a qual, na denominada fase lútea ou progesterona-dependente, o nível de estrogênio mantém-se ainda elevado. Ao final desta fase, caso não ocorra a fecundação, os níveis hormonais ovarianos ficam próximos a zero e inicia-se a menstruação^{13,22,65,78,80}. Portanto, as alterações hormonais ocorrem mantendo-se o nível do estrogênio inconstante, o que poderia trazer alterações ósseas e comprometimento da movimentação dentária, caso houvesse relação nesta condição, apesar de STOREY⁶⁸, em 1954 ter correlacionado dificuldades de movimentação dentária induzida na primeira fase do ciclo reprodutivo, com uma diminuição na velocidade do movimento dentário, quando há aumento do nível de estrogênio. Observou também uma falha na movimentação dentária antes e durante a menstruação, quando há um nível muito baixo de estrogênio, portanto duas observações antagônicas.

A mulher usuária de anticoncepcional hormonal, por via bucal, altera sua produção hormonal ovariana durante o ciclo reprodutivo, ao ter níveis séricos de estrogênio sintético. Este estrogênio atua no sistema hipófise-hipotálamo fazendo com que não ocorra estimulação aos ovários para produzirem seus hormônios^{1,14}. Portanto, os níveis basais do estrogênio ficam próximos a zero, como demonstrou CARR et al.¹³ Não se encontram alterações ósseas relacionadas ao uso de anticoncepcionais hormonais, por via bucal, na literatura revisada, tornando infundadas as preocupações com a movimentação dentária em mulheres sob seu uso, como mostrou experimentalmente PEREIRA⁴⁵.

Em seu trabalho, PEREIRA⁴⁵ analisou a área externa das raízes dos primeiros molares de ratas prenhes e usando anticoncepcional hormonal, por via bucal. A movimentação dentária induzida foi realizada durante 7 dias com mola espiralada movimentando o primeiro molar superior esquerdo no sentido mesial. A análise microscópica das áreas de pressão e tensão permitiram concluir pela não interferência da gravidez e dos anticoncepcionais hormonais na movimentação dentária.

No presente estudo, fez-se o uso de microscopia óptica, em cortes corados com hematoxilina-eosina, sendo o método mais utilizado para se estudar os eventos morfológicos da movimentação dentária, pois permite uma análise de todas as estruturas envolvidas, com o mesmo grau de definição. A microscopia óptica também permite uma fidelidade de resultados a um baixo custo.

Frente ao pioneirismo do modelo experimental usando alterações hormonais, optou-se também pela análise global e subjetiva dos tecidos. Com o desenvolvimento de outros trabalhos baseados nesta metodologia, pode tornar-se necessária a procura de algum fenômeno em especial, envolvendo células, grupo de células, medidas específicas do ligamento periodontal ou das lacunas de reabsorção, bem como medição das áreas hialinas, surgindo a necessidade do uso de morfometrias e análises estatísticas. Neste estudo, não se encontrou, pela metodologia usada, nenhuma alteração que justificasse o uso de tais recursos. Porém, fica a possibilidade e a perspectiva de, em trabalhos futuros, analisarmos as características mais proeminentes da movimentação dentária induzida, tais como: a morfologia dos osteoclastos,

áreas hialinas e outras estruturas do ligamento periodontal, sob microscopia eletrônica e à luz da imunocitoquímica.

A observação dos resultados deste estudo permitiu notar diferenças significativas entre as áreas inter-radicular e externa, esta última alvo de análise do trabalho de PEREIRA⁴⁵.

Na área inter-radicular, quanto à reabsorção dentária, pôde-se observar uma maior frequência e severidade, notando-se ausência de cementoblastos e presença de clastos ora em lacunas, ora justapostos. Esta reabsorção dentária não deve ocorrer ao induzir-se a movimentação dentária sob força ótima, demonstrando assim que no espaço inter-radicular ocorreu uma força exacerbada no modelo experimental, contrastando com as observações de PEREIRA⁴⁵, ao analisar as áreas externas das raízes.

Estas alterações reabsortivas foram comuns a todos os grupos experimentais, exceto o controle. Da mesma maneira, nas áreas de reabsorção óssea.

A reabsorção óssea à distância foi um achado freqüente nos espaços inter-radulares, ocorrendo concomitante às áreas hialinas. Estas, de tamanhos diferente, ora pequenas, ora grandes, chegando a ocupar toda a largura do ligamento periodontal, onde notou-se também a ausência de cementoblastos e osteoblastos, e reabsorções óssea e dentária periféricas à hialinização, bem como reabsorção óssea à distância e nos espaços medulares. Pôde-se observar que a extensão diferente das áreas hialinas representava possivelmente fases diferentes e distintas de sua reparação, sendo possível detectar, inclusive, mitoses em fibroblastos, num possível repovoamento das

áreas em reparação, reforçada pela presença de células lembrando macrófagos e células gigantes multinucleadas, exercendo função fagocitária destas áreas. Estas, em estágio mais posterior, removendo a massa hialinizada principal, como nos eventos morfológicos relatados por BRUDVIK; RYGH^{3,4,5,6,7,8,9}.

Por outro lado, algumas vezes representando a formação inicial de hialinização, observaram-se células com fragmentação do tipo cariorrexe e picnose em redor das áreas hialinas, ou seja, havia estádios diferentes de alterações celulares.

Estas diferenças temporais das áreas hialinas, observando-se fases distintas de sua formação, bem como de sua reparação, podem ter ocorrido devido a respostas individuais, mas também devido à variação das forças aplicadas nos dentes, uma dificuldade técnica existente pela ausência de instrumentos apropriados para o modelo experimental. Contudo, por poder utilizar de amostras grandes, estas variações são minimizadas e o observador atento e familiarizado com o modelo está capacitado a interpretá-las diferentemente de análises objetivas por meio de morfometria estrita.

No ligamento periodontal, ainda foi possível observar-se distintamente a sua desorganização celular, com as fibras perdendo a angulação característica e funcional, e com alterações vasculares de grande monta, com vasos tipicamente colabados e áreas perivasculares edematosas. Em alguns espécimes, ocorreram grandes trombos.

As alterações observadas nas áreas de pressão refletem modificações teciduais diferentes das áreas inter-radicular e externa, pois nesta última estes fenômenos ocorreram moderadamente ou estavam ausentes, como

observou PEREIRA⁴⁵, nas áreas sob pressão, na região externa da raiz, mostrando alterações biocompatíveis com força ótima, não se observando áreas hialinas, reabsorção óssea a distância, nem reabsorção dentária.

As diferenças encontradas neste estudo e no de PEREIRA⁴⁵ ocorreram também, provavelmente devido às características anatômicas distintas entre o espaço inter-radicular e a região externa da raiz mesial junto à crista óssea alveolar. Possivelmente, a mesma força também aplicada ao dente humano tenha dissipação diferente nestas áreas observadas.

Pode-se supor que no espaço inter-radicular, o tecido ósseo mostra-se menos susceptível à remodelação induzida do que o osso da crista óssea. As reabsorções ósseas e dentárias severas frente às forças de mesma magnitude para o osso da crista óssea, provavelmente decorrem de diferenças de densidade óssea, bem como da própria morfologia septal; o osso inter-radicular está envolvido por mais de uma raiz, todas elas recebendo o impacto desta força, concentrando-a em uma quantidade óssea limitada e confinada.

A maior reabsorção dentária observada no espaço inter-radicular, comparada à face externa, pode ser justificada pelas alterações mais severas notadas no ligamento periodontal, comprometendo a viabilidade dos cementoblastos, permitindo assim a instalação de unidades de reabsorção dentária.

Nas áreas de tensão inter-radicular, as alterações foram comuns a todos os grupos experimentais, observando-se desorganização do ligamento periodontal, com feixes de fibras colágenas perdendo a disposição fasciculada, às vezes apresentando soltura das fibras de Sharpey do cimento,

e com os fibroblastos assumindo a forma ovalada. Os vasos sangüíneos mostraram-se parcialmente colabados, às vezes hiperêmicos.

Comparativamente às áreas externas, observa-se uma maior quantidade de áreas hialinas, de reabsorções óssea e dentária, porém em grau menos intenso do que aquelas encontradas nas áreas de pressão inter-radicular.

Os fenômenos observados distintamente nas áreas analisadas, inter-radicular e externa, podem também estar diferentes pelo fato da reparação aos 7 dias de movimentação dentária estar francamente adiantada na área externa, necessitando, esta dedução, de avaliações em períodos experimentais mais curtos, para dirimirmos esta dúvida. Os aspectos morfológicos encontrados porém não corroboram com este questionamento.

Quanto à ocorrência semelhante dos fenômenos envolvidos na movimentação dentária induzida, em todos os grupos experimentais, demonstra-se a não interferência da prenhez e do uso de anticoncepcional na movimentação dentária induzida neste modelo e área experimental, como foi demonstrado por PEREIRA⁴⁵ nas áreas externas. Possivelmente, as alterações de estrogênio ocorridas na prenhez sejam de caráter estritamente necessário a esta nova condição, não limitando a mulher de suas atividades rotineiras, possivelmente por ser o osso susceptível a outros fatores reguladores metabólicos.

Nas usuárias de anticoncepcional, demonstrou-se que as alterações do estrogênio encontram-se reduzidas, devido à presença de hormônio sintético. Não se tem na literatura, recomendações quanto a

alterações ósseas, em pacientes submetidas ao uso de anticoncepcional, desta maneira não se constituindo em um fator limitante da movimentação dentária induzida, corroborando assim com PEREIRA⁴⁵.

Para demonstrar algum possível efeito do estrogênio sobre a movimentação dentária, especificamente na condição de sua total ausência, como na menopausa e na ovariectomia, outros estudos são necessários, pois estas condições são, sabidamente, promotoras de alterações ósseas.

Neste estudo, os resultados reafirmaram a ausência da relação entre movimentação dentária e estrogênio, e por outro lado, mostraram a importância de se analisar os fenômenos da movimentação dentária em diferentes áreas envolvidas, tal como a área inter-radicular, pelas suas peculiaridades, em relação à área externa da raiz, por muito tempo único alvo das pesquisas.

Da mesma maneira, fica o questionamento com relação à observação de respostas diferentes em áreas distintas do ligamento periodontal de dentes humanos, salientando para a necessidade de pesquisas com movimentação dentária induzida com esta forma de abordagem.

7 CONCLUSÃO

7 CONCLUSÕES

Com base na metodologia adotada, considerando suas limitações inerentes, concluímos que:

1. as alterações celulares e teciduais observadas na região inter-radicular caracterizam um quadro de reabsorção óssea a distância, ou mais propriamente, periférica à área periodontal submetida à pressão. Os aspectos morfológicos mais evidentes são: extensas áreas hialinas, com macrófagos associados promovendo sua fagocitose; ausência local de fibroblastos, cementoblastos e osteoblastos; exuberante presença de células clásticas, inclusive nas superfícies dentárias, especialmente na periferia das áreas hialinas e nos espaços endosteais; intensas e extensas áreas de reabsorção óssea e dentária diretamente proporcionais à magnitude das áreas de hialinização. Nas áreas de tensão, as alterações observadas ocorrem comparativamente em menor magnitude e extensão;

2. as áreas mais sensíveis às forças aplicadas no ligamento periodontal, apresentando precocemente respostas celulares e teciduais são as localizadas na região do septo inter-radicular, comparativamente às áreas dentárias externas, tanto nas áreas de pressão quanto de tensão;

3. o estado de prenhez, bem como a ingestão de anticoncepcionais hormonais, via bucal, não alteram e nem exacerbam ou reduzem as alterações celulares e teciduais observadas nas áreas de tensão e pressão, quando comparadas com as detectadas em ratas não prenhes e sem o uso da medicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

1. BAIRD, D.T.; GLASIER, A.F. Hormonal contraception. **New Engl. J. Med.**, v.328, n.21, p.1543-9, May 1993.
2. BELL, K.I. et al. Oestrogen supression increases haversians resorption depth as well as remodeling activity in women with endometriosis. **Bone**, v.19, n.3, p.131S, Sept. 1996. Supplement.
3. BRUDVIK, P.; RYGH, P. The initial phase of orthodontic root resorption incident to local compression of the periodontal ligament. **Europ. J. Orthodont.**, v.15, n.4, p.249-63, Aug. 1993.
4. BRUDVIK, P.; RYGH, P. Non-clast cells start orthodontic root resorption in the periphery of hialinized zones. **Europ. J. Orthodont.**, v.15, n.6, p.467-80, Dec. 1993.
5. BRUDVIK, P.; RYGH, P. Root resorption associated with orthodontic/experimental tooth movement: the initial attack and the resorption-repair sequence on root surfaces exposed to compression. In: DAVIDOVITCH, Z., ed. **Biological mechanisms of tooth eruption, resorption & replacement by implants, an international conference**. Boston, Harvard University, 1993 p.557-75.
6. BRUDVIK, P.; RYGH, P. Root resorption beneath the main hyalinized zone. **Europ. J. Orthodont.**, v.16, n.4, p.249-63, Aug. 1994.
7. BRUDVIK, P.; RYGH, P. Multi-nucleated cells remove the main hyalinized tissue and start resorption of adjacent root surfaces. **Europ. J. Orthodont.**, v.16, n.4, p.265-73, Aug. 1994.
8. BRUDVIK, P.; RYGH, P. Transition and determinants of orthodontic root resorption-repair sequence. **Europ. J. Orthodont.**, v.17, n.3, p.177-88, June 1995.

* Normas recomendadas para uso no âmbito da Universidade de São Paulo, com base no documento "Referências Bibliográficas: exemplos", emanado do Conselho Supervisor do Sistema Integrado de Bibliotecas da USP, em reunião de 20 de setembro de 1990.

9. BRUDVIK, P.; RYGH, P. The repair of orthodontic root resorption: an ultrastructural study. **Europ. J. Orthodont.**, v.17, n.3, p.189-98, June 1995.
10. BUCK, D.L.; CHURCH, D.H. A histologic study of human tooth movement. **Amer. J. Orthodont.**, v.62, n.5, p.507-16, 1972.
11. CADELL, W.B. Steroids and orthodontic treatment. **Aust. Orthodont. J.**, v.11, n.2, p.130, Oct. 1989.
12. CADET, J. et al. Tissue reactions induced by provoked tooth displacement in experimental periodontal lysis. **J. Biol. Buccale**, v.15, n.3, p.175-82, Sep. 1987.
13. CARR, B.R. et al. Plasma levels of adrenocorticotropin and cortisol in women receiving oral contraceptive steroid treatment. **J. clin. Endocr.**, v.49, n.3, p.346-9, Sept. 1979.
14. CARR, B.R.; GRIFFIN, J.E. Fertility control and its complications. In: WILSON, J.D.; FOSTER, W.D., ed. **William textbook of endocrinology**. 8.ed. Philadelphia, W. B. Saunders, 1992. Cap.18, p.1007-31.
15. CASEY, M.L.; MACDONALD, P. C.; SIMPSON, E.R. Endocrinology changes of pregnancy. In: WILSON, J.D.; FOSTER, W.D., ed. **William textbook of endocrinology**. 8.ed. Philadelphia, W.B. Saunders, 1992. Cap.16, p.977-91.
16. CELSUS apud DAVIDOVITCH, Z.¹⁹ p.412.
17. CLARK, J.H.; SCHRADER, W.T.; O'MALLEY, B.W. Mechanisms of action of steroid hormones. In: WILSON, J.D.; FOSTER, W.D., ed. **William textbook of endocrinology**. 8.ed. Philadelphia, W.B. Saunders, 1992. Cap.3, p.35-90.
18. COOPER, S.M. et al. Evidence of acute inflammation in the periodontal ligament subsequent to orthodontic tooth movement in rats. **Aust. Orthodont. J.**, v.11, n.2, p.107-9, Oct. 1989.
19. DAVIDOVITCH, Z. Tooth movement. **Crit. Rev. oral Biol. Med.**, v.2, n.4, p.411-50, 1991.

20. DELLABARE, C.F. apud DAVIDOVITCH, Z.¹⁹ p.412.
21. DEMPSTER, D.W.; LINDSAY, R. Pathogenesis of osteoporosis. **Lancet**, v.341, n.8848, p.797-801, Mar. 1993.
22. EDGREN, R.A. Oral contraception: a review. **Int. J. Fertil.**, v.36, p.16-25, 1991. Supplement 3.
23. ENGSTRÖM, C.; GANSTRÖM, G.; THILANDER, B. Effect of orthodontic force on periodontal tissue metabolism; a histological and biochemical study in normal and hypocalcemic young rats. **Amer. J. Orthodont. Dentofac. Orthop.**, v.93, n.6, p.486-95, June 1988.
24. ERIKSEN, E.F. et al. Evidence of estrogen receptors in normal human osteoblast-like cells. **Science**, v.241, n.4861, p.84-6, July 1988.
25. FARRAR, J.N. apud DAVIDOVITCH, Z.¹⁹ p.412.
26. FARRIS, E.J. Breeding of the rat. In: _____. **The rat in laboratory investigation**. 2.ed. New York, Hafner Publishing Company, 1963. Cap.1, p.1-18.
27. FAUCHARD, P. apud DAVIDOVITCH¹⁹ P.412.
28. FISCHER, D.A. Endocrinology of fetal development. In: WILSON, J.D.; FOSTER, W.D., ed. **William textbook of endocrinology**. 8.ed. Philadelphia, W. B. Saunders, 1992. Cap.20, p.1049-77.
29. GAENGLER, P.; MERTE, K. Effects of force application on periodontal blood circulation: a vital microscopic study in rats. **J. Periodont. Res.**, v.18, n.1, p.86-92, Jan. 1983.
30. GUYTON, A.C. Gravidez e lactação. In: _____. **Tratado de fisiologia médica**. 7.ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1986. Cap.82, p.778-9.
31. HELLER, I.J.; NANDA, R. Effect of metabolic alteration of periodontal fibers on orthodontic tooth movement, an experimental study. **Amer. J. Orthodont.**, v.75, n.3, p.239-58, Mar. 1979.

32. HELLSING, E.; HAMMARSTRÖM, L. The effects of pregnancy and fluoride on orthodontic tooth movements in rats. **Europ. J. Orthodont.**, v.13, n.3, p.223-30, Jun. 1991.
33. HIRAIDE, T. The effect of estrogen on experimental tooth movement in rats. **Nippon Kyosei Shika Gakkai Zasshi**, v. 45, n. 1, p. 93-108, Mar. 1986.
34. KVAM, E. A study of the cell-free zone following experimental tooth movement in the rat. **Transact. Europ. Orthodont. Soc.**, p.419-434, 1970.
35. KVAM, E. Cellular dynamics on the pressure side of the rat periodontium following experimental tooth movement. **Scand. J. dent. Res.**, v.80, p.369-83, 1972.
36. KVAM, E. Organic tissue characteristics on the pressure side of human premolars following tooth movement. **Angle Orthodont.**, v.43, p.18-23 Jan. 1973.
37. KVAM, E. Scanning electron microscopy of tissue change on the pressure surface of human premolars following tooth movement. **Scand. J. dent. Res.**, v.80, p.357-68, 1972.
38. MACAPANPAN, L.C.; WEINMANN, J.P.; BRODIE, A.G. Early tissue changes following tooth movement in rats. **Angle Orthodont.**, v.24, n.2, p.79-95, Apr. 1954.
39. MACDONALD, B.R.; GOWEN, M. Cytokines and bone. **Brit. J. Rheum.**, v.31, n.3, p.149-55, Mar. 1992.
40. MCDONALD, F.; FORD, T.R.P. Blood flow changes in permanent maxillary canines during retraction. **Europ. J. Orthodont.**, v.16, n.1, p.1-9, Feb. 1994.
41. MCGUINNESS, N.J.P. et al. A stress analysis of the periodontal ligament under various orthodontic loadings. **Europ. J. Orthodont.**, v.13, n.3, p.231-42, June 1991.
42. MOLLENHAUER, B. Warning about anabolic steroids during orthodontic treatment. **Aust. Orthodont. J.**, v.10, n.4, p.264, Oct. 1988.

43. NUTIK, G.; CRUESS, R.L. Estrogen receptors in bone. An evaluation of the uptake of estrogen into bone cells. **Proc. Soc. exp. Biol (N.Y.)**, v.146, p.265-8, May 1974.
44. OPPENHEIM, A. Tissue changes particularly of the bone. **Trans. Europ. Orthodont. Soc.**, v.8, n.11, 1911 apud DAVIDOVITCH, Z.¹⁹ p.412.
45. PEREIRA, A.A.C. **Avaliação microscópica da influência de anticoncepcional e gravidez na movimentação dentária induzida, em especial nos fenômenos da reabsorção dentária.** Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, 1995.
46. PIÑERA, K. et al. Dentes de rato: modelo experimental válido para movimentação dentária induzida. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA, 13, Águas de São Pedro, 1996. p. 146. **Anais.** Águas de São Pedro, 1996, p.146.
47. RAMALHO, L.T.O.; BOZZO, L. Biomecânica da movimentação ortodôntica- resposta inicial dos tecidos periodontais. **Rev. Odont. UNESP**, v.19, p.1-11, 1990.
48. REITAN, K. Behavior of Malassez ephitelial rests during orthodontic tooth movement. **Acta Odont. Scand.**, v.19, p.443-68, Dec. 1961.
49. REITAN, K. Effects of force magnitude and direction of tooth movement on different alveolar bone types. **Angle Orthodont.**, v.34,n.4, p.244-55, Oct. 1964.
50. REITAN, K.; KVAM, E. Comparative behavior of human and animal tissue during experimental tooth movement. **Angle Orthodont.**, v.41, n.1, p.1-14, Jan. 1971.
51. REITAN, K.; RYGH, P. Biomechanical principles and reactions. In: GRABER, T.M.; VANARSDALL JR., R.L. **Orthodontics**; current principles and techniques. 2.ed. St Louis, Mosby, 1994. Cap. 2, p.96-192.
52. RYGH, P. Ultrastructural cellular reactions in pressure zones of rat molar periodontium incident to orthodontic toooth movement. **Acta Odont. Scand.**, v.30, p.575-93, 1972.

53. RYGH, P. Ultrastructural vascular changes in pressure zones of rat molar periodontium incident to orthodontic tooth movement. **Scand. J. dent. Res.**, v.80, p.307-21, 1972.
54. RYGH, P. Ultrastructural changes in pressure zones of human periodontium incident to orthodontic tooth movement. **Acta Odont. Scand.**, v.31, p.109-22, 1973.
55. RYGH, P. Ultrastructural changes of the periodontal fibers and their attachment in rat molar **J. dent. Res.**, v.81, p.467-80, 1973.
56. RYGH, P. Elimination of hyalinized periodontal tissues associated with orthodontic tooth movement. **Scand. J. dent. Res.**, v.82, p.57-73, 1974.
57. RYGH, P.; BRUDVIK, P. The histological responses of the periodontal ligament to horizontal orthodontic loads. In:_____. **The periodontal ligament in health and disease**. 2.ed. London, Mosby-Wolfe, 1995. Cap. 11, p.243-58.
58. RYGH, P.; SELVIG, K.A. Erythrocytic crystallization in rat molar periodontium incident to tooth movement. **Scand. J. dent. Res.**, v.81, p.62-73, 1973.
59. RYGH, P. et al. Activation of the vascular system: a main mediator of periodontal fiber remodeling in orthodontic tooth movement. **Amer. J. Orthodont.**, v.89, n.6, p.453-68, June 1986.
60. SANDSTEDT, C. apud DAVIDOVITCH, Z¹⁹. p.412.
61. SCHWARZ, A.M. Tissue changes incidental to orthodontic tooth movement. **Orthodontia Oral Surg. & Rad. Int. J.**, v.18, p.331-52, 1932.
62. SIMS, M.R. Angular changes in collagen cemental attachment during tooth movement. **J. Periodont. Res.**, v.15, n.6, p.638-45, Nov. 1980.
63. SOUZA, M.M.G. de; TELLES, C. de S. A utilização de animais experimentais em ortodontia. **Rev. SBO**, v.2, n.6, p.166-74, Jul. 1994.

64. SPEROFF, L.; GLASS, R.H.; KASE, N.G. Endocrinologia da gravidez. In:_____ **Endocrinologia ginecológica clínica e infertilidade**. 4. ed. São Paulo, Manole, 1991. Cap.10, p.369-407.
65. SPEROFF, L.; GLASS, R.H.; KASE, N.G. Regulação do ciclo menstrual. In:_____ **Endocrinologia ginecológica clínica e infertilidade**. 4. ed. São Paulo, Manole, 1991. Cap.3, p.103-36.
66. STEIGMAN, S. et al. Experimental intrusion of rat incisors with continuous loads of varying magnitude. **Amer. J. Orthodont.**, v.80, n.4, p.429-36, Oct. 1981.
67. STEVENSON, J.C. et al. Calcitonin and the calcium-regulating hormones in postmenopausal women: effect of estrogens. **Lancet**, v.1, n.8222, p.693-5, Mar. 1981.
68. STOREY, E. Bone changes associated with tooth movement, the influence of the menstrual cycle on the rate of tooth movement. **Aust. J. Dent.**, v.58, p.80-8, Apr. 1954.
69. STOREY, E. Tissue response to the movement of bones. **Amer. J. Orthodont.**, v.64, n.3, p.229-47, Sept. 1973.
70. STUBBLEFIELD, P.G. Hormonal contraception. **Curr. Opinion Obstet. Gynec.**, v.2, p.516-23, 1990.
71. TAKANO-YAMAMOTO, T.; RODAN, G.A. Direct effects of 17 β -estradiol on trabecular bone in ovariectomized rats. **Proc. nat. Acad. Sci. (Wash.)**, v.87, n.6, p.2172-6, Mar. 1990.
72. TANNE, K. et al. Three-dimensional finite element analysis for stress in the periodontal tissue by orthodontic forces. **Amer. J. Orthodont. Dentofacial Orthop.**, v.92, n.6, p.499-505, Dec. 1987.
73. VÄÄNÄNEN, H.K. Pathogenesis of osteoporosis. **Calc. Tissue Int.**, v.49, p.S11-4, July 1991. Supplement 1.
74. VANDEVSKA-RADUNOVIC, V. et al. Changes in blood circulation in teeth and supporting tissues incident to experimental tooth movement. **Europ. J. Orthodont.**, v.16, n.5, p.361-9, Oct. 1994.

75. VAN PAASSEN, H.C. et al. Oestrogen binding proteins in bone cell cytosol. **Calc. Tissue Res.**, v.25, p.249-54, June 1978.
76. WALDO, C.M.; ROTHBLATT, J.M. Histologic response to tooth movement in the laboratory rat. **J. dent Res.**, v.33, n.4, p.481-6. Aug. 1954.
77. WEHRBEIN, H; FURMANN, R.A.W.; DIEDRICH, P.R. Human histologic tissue response after long-term orthodontic tooth movement. **Amer. J. Orthodont. Dentofacial Orthop.**, v.107, n.4, p.360-71, Apr. 1995.
78. WEST, J.B., ed. The female reproductive system. In_____. **Best and Taylor's physiological basis of medical practice**. 12.ed. Baltimore, Williams & Wilkins, 1990. Cap.59, p.862-73.
79. WILSON, A.N. et al. The finite element analysis of stress in the periodontal ligament when subject to vertical orthodontic forces. **Brit. J. Orthodont.**, v.21, n.2, p.161-7, May 1994.
80. ZACHARIASEN, R.D. Ovarian hormones and oral health: pregnancy gingivitis. **Comp. Continuing Educ. Dent.**, v.10, n.9, p.508-12, Sept. 1989.
81. ZAFFE, D; VERNA, C.; BACCAGLINI, M. A histomorphometric and morphofunctional study of rat alveolar bone indirectly submitted to orthodontic forces. **Bone**, v.19, n.3, p.168S, Sep. 1996. Supplement.
82. ZECCHI ORLANDINI, S. et al. 17β estradiol induces apoptotic cell death in cultured preosteoclastic FGL 29.1 cells. **Bone**, v.19, n.3, p.168S, Sep. 1996. Supplement.

ABSTRACT

ABSTRACT

The aims of this work were: a) to study morphologically the periodontium subjected to excessive forces in rats under normal conditions, pregnant rats, and rats under oral contraceptive use; b) to compare the sensibility of the periodontal ligament external sides and the interradicular septa area. Thirty-five animals were used, divided into 7 experimental groups of: 7, 14, and 21 days of pregnancy, under 7 and 14 days of oral contraceptive use, and under normal conditions. The upper molars were moved for 7 days. Microscopic analysis, H.E. stained, involved pressure and compressed zones, external and interradicular zones.

The results allowed us to conclude that:

1) Cellular and tissue changes characterize undermining bone resorption, in the periphery of the periodontal area subjected to pressure. The most evident morphological aspects were: extensive hyalinized zones, macrophages associated promoting phagocytosis, local absence of fibroblasts, cementoblasts and osteoblasts; intensive presence of clastic cells, including at the dental surfaces, and specially surrounding the hyalinized zones and in the endosteal spaces; intensive and extensive bone and dental resorption zones, related to the magnitude of the hyalinized zones. In the compressed areas, the changes observed occurred less extensively and with less magnitude;

2) Interradicular zones were more sensitive to the forces applied on the periodontal ligament, showing cell and tecidual changes precociously, than the external dental areas, both under pressure and compression;

3) Pregnancy and the use of oral contraceptive did not exacerbate nor reduce the cell and tissue changes observed in the pressure and compressed areas, when compared with the ones detected in non-pregnant rats and not rats under oral contraceptive use.