
RENATO SALGE PRATA

« Cirurgião Dentista »

EFEITOS DE TEORES PROTÉICOS DA DIETA, CONJUGADOS À AÇÃO DE FORÇA
MECÂNICA, SOBRE TECIDOS PERIODONTAIS DO MOLAR DO RATO

Orientador: Prof. Dr. Everaldo Oliveira Santos Bacchi *OLC*

Tese apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba da Univer-
sidade Estadual de Campinas, para
obtenção do Grau de Mestre em Ciên-
cias - ORTODONTIA.

PIRACICABA

São Paulo

1991

*Este exemplar foi devidamente
conjugado, conforme resolução da
C.C.P.G. 1036/83.
Piracicaba, 23 de agosto de 1991*

Everaldo O. S. Bacchi
Prof. Everaldo O. S. Bacchi
Curso Pós-Graduação Ortodontia
Coordenador

B.19109456

Aos meus queridos pais, responsáveis pela minha formação; ensinaram-me que a vitória se consegue com incansável busca e admiração e respeito ao próximo.

Aos meus irmãos JOSÉ LEOPOLDO, MARIA ABADIA e RICARDO, pelo constante apoio, carinho e amizade.

A minha mulher VALERIA, com todo amor e admiração, agradeço pela ajuda e incentivo na elaboração deste trabalho, bem como pelo apoio à minha vida docente,

DEDICO

Ao Prof. Dr. PAULO TONASSO, Professor Titular de Ortodontia da Universidade de Uberaba (UNIUBE), pelos primeiros conhecimentos ortodônticos transmitidos e incentivo à nossa formação. Ao meu sempre Mestre, pelo apoio, dedicação e amizade, minha eterna GRATIDÃO.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. RENATO ROBERTO BIRAL, digno Diretor da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas, pelo apoio aos trabalhos de pesquisa e amizade.

Ao Prof. Dr. EVERALDO OLIVEIRA SANTOS BACCHI, Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Ortodontia, desta Faculdade, pela oportunidade dada para realização de nossos objetivos, pelos ensinamentos transmitidos, pela amizade e segura orientação na elaboração deste trabalho.

À Prof^ª. Dr^ª. NORMA SABINO PRATES, pela dedicação incansável a nossa formação especializada e cujo conhecimento, disciplina e trabalho espelham nossa vida profissional.

À Prof^ª. Dr^ª. MARIA CECILIA FERRAZ DE ARRUDA VEIGA, pela co-orientação neste trabalho, apoio, amizade; meu reconhecimento.

Aos Professores do Curso de Pós-Graduação em Ortodontia da FOP/UNICAMP, pelos conhecimentos transmitidos.

Ao Dr. HEITOR MARACCINI FILHO e Sra. CLEUSA CABRAL MARACCINI, por terem nos acolhido como filho e, não mediram esforços para apoiar e estimular a realização deste trabalho, meu reconhecimento.

Ao Dr. HEITOR MARACCINI NETO, pela amizade, pela felicidade da convivência pessoal e estímulo.

Ao Prof. Dr. ANTONIO CARLOS USBERTI, pelo apoio, confiança e amizade.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação em Ortodontia, pela amizade formada.

À COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE ENSINO SUPERIOR (CAPES), do Ministério da Educação e Cultura, pela concessão de bolsa de estudo no ano de 1985.

À Prof^a. Dr^a. MARINEIA DE LARA HADDAD, do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pela elaboração da análise estatística.

À Sra. SUELI DUARTE DE OLIVEIRA SOLIANI, Bibliotecária desta Faculdade, pelo auxílio na revisão bibliográfica.

Às Professoras MARIA TEIXEIRA LIMA e ROSITA MARIA LIMA DEL BEM, pela revisão do texto e apoio e amizade.

Aos meus familiares, pela solidariedade e motivação.

Aos funcionários do Departamento de Odontologia Infantil desta Faculdade, Sr. PEDRO DE OLIVEIRA MIGUEL e Sras. JOSELENA CASATI LODI, MARIA SCAGNOLATO FERNANDES DA SILVA e PHILOMENA DOS SANTOS ORSINI, pelo auxílio prestado.

Ao Sr. PAULO DO AMARAL, Técnico de Laboratório, responsável pelos trabalhos de técnica histológica.

Ao Sr. IVES ANTONIO CORAZZA, pelo zeloso trabalho de digitação desta tese em computador.

E a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram na elaboração deste trabalho e em nossa formação ortodôntica, nosso agradecimento.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	8
CAPÍTULO 2 - REVISTA DA LITERATURA	12
CAPÍTULO 3 - PROPOSIÇÃO	47
CAPÍTULO 4 - MATERIAL E MÉTODOS	49
CAPÍTULO 5 - DADOS E RESULTADOS	63
CAPÍTULO 6 - DISCUSSÃO	105
CAPÍTULO 7 - CONCLUSÕES	115
CAPÍTULO 8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	118
CAPÍTULO 9 - RESUMO.	127
CAPÍTULO 10 - SUMMARY.	130

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1 - INTRODUÇÃO

O deslocamento do dente que está sob forças exercidas por aparelhos ortodônticos e consequentes mudanças ocorridas no periodonto de sustentação têm sido amplamente discutidos. Vários autores pesquisaram tais fenômenos e diversas teorias foram propostas.

A primeira teoria diz respeito às mudanças posicionais do dente mediante pressão e tração sobre os feixes de fibras que constituem o ligamento periodontal. Essa pressão e tração produziriam, por sua vez, eventuais alterações ósseas. Ainda, com relação a essa teoria, as alterações vasculares do ligamento periodontal seriam essenciais para desencadear tais modificações. Porém, o estímulo inicial não provém de áreas distantes da interface ligamento periodontal - osso alveolar.

A segunda teoria do movimento ortodôntico mostra que as alterações do osso alveolar agem como sinal iniciador para consequentes resultados morfológicos, os quais, invariavelmente, se seguem às aplicações de forças ortodônticas.

Com o avanço das investigações histológicas realizadas em macacos, cães, hamsters e, logo após, pesquisas adicionais feitas em ratos por inúmeros pesquisadores, trouxeram importantes trabalhos de profundo conteúdo científico, tornando-se essa linha de pesquisa uma das áreas mais estudadas na ortodontia.

Apesar do esforço de se construir vários tipos de aparelhos com finalidade de mover diferentes dentes nas mais variadas direções, os resultados histológicos, em geral, foram os mesmos.

À partir daí houve a necessidade de se conhecer os mecanismos que desencadeavam as reações teciduais e a importância e influência dos fatores gerais na movimentação dentária tais como: idade, estado nutricional, hormônios, vitaminas, etc..

Foi com essa preocupação que iniciou-se uma nova fase nas investigações histológicas onde se buscou relacionar movimentos dentários com vitamina C (BACCHI⁽²⁾, LITTON⁽⁸⁸⁾), hipocalcemia (GOLBIE & KING⁽¹⁷⁾), idade do indivíduo (BRIDGES e cols.⁽⁷⁾), doença periodontal com vitamina A (LIMA e cols.⁽³⁰⁾). Objetivando seguir essa linha de pesquisa, que nos interessou sobremaneira, é que procuramos inteirar-nos melhor dos fenômenos causados por carências nutricionais pois, segundo PINTO⁽⁴⁶⁾ em 1980, a super-estrutura do metabolismo humano gira em torno de construção e desmonte de moléculas protéicas. Conclui que não há, virtualmente, função fisiológica importante onde não haja participação protéica. Sabe-se que uma dieta desequilibrada em alimentos construtores como as proteínas, de reserva e energéticos, resulta num débito biológico onde o resultado é, via de regra, uma doença degenerativa".

Ainda, baseando-nos no fato de que o estado protéico-calórico é fundamental para a manutenção e formação dos tecidos fibrosos e ósseo é que nos propusemos a estudá-lo, tendo como animal experimental o rato por apresentar algumas vantagens como: requer pequeno espaço para alojá-los, docilidade, curto período de

tempo para regeneração, grande semelhança de seus tecidos e reações teciduais periodontais com os do periodonto do homem, somados à pouca ou nenhuma influência de fatores genéticos nas populações de ratos, especialmente criados para fins experimentais.

CAPITULO 2
REVISTA DA LITERATURA

2 - REVISTA DA LITERATURA

2.1 - Mudanças histológicas ocorridas no periodonto de sustentação de dentes submetidos a traumas provocados por forças aplicadas aos dentes.

Os primeiros experimentos sobre movimentação dentária foram realizados em vários animais, dentre os quais o cachorro, o macaco e o rato mais se destacaram. SANDESTEDT⁽⁵⁵⁾, em 1904 e 1905, foi um dos primeiros a estudar o assunto, apresentando trabalhos histológicos descritivos de interesse ortodôntico. Entretanto existem relatos de trabalhos anteriores realizados por SCHWALBE & FLOUREN⁽⁵⁶⁾, 1841 e FARRAR⁽⁵²⁾, 1888 afirmando que o tecido ósseo é reabsorvido no lado de pressão enquanto novo tecido ósseo é adicionado no lado de tração (bioplasticidade óssea). Estes autores admitiam ocorrer uma flexibilidade do processo alveolar, devido à elasticidade, compressibilidade e extensibilidade do tecido ósseo.

Posteriormente, SANDESTEDT⁽⁵⁵⁾, 1904 e 1905, aplicou força sobre o dente incisivo de cachorro e, com base nos resultados obtidos, elaborou a teoria da pressão e tração relativa à movimentação dentária. Basicamente, a teoria diz que: do lado de pressão, lado para o qual o dente é deslocado, o osso sofre uma

reabsorção alveolar através da ação dos osteoclastos e concomitantemente, no lado de tração, há uma aposição óssea pelos osteoblastos, esse mecanismo permite que o dente mude de posição, isto é, movimente-se "dentro" do osso. Observou também que com a aplicação de forças intensas, a membrana periodontal sofreu uma compressão, no lado de pressão, e o processo de reabsorção óssea não ocorreu devido à perda da vitalidade desta membrana (zona hialina), ocorrendo uma reabsorção ativa nos espaços medulares adjacentes denominada pelo autor de reabsorção solapante ou reabsorção à distância.

O trabalho de OPPENHEIM⁽⁴³⁾, 1911/1912, suas pesquisas tornaram-se conhecidas como um avanço nas descobertas sobre as respostas histológicas do periodonto e do osso alveolar causadas por pressão ou tração. Nestes estudos, aparelhos ortodônticos foram colocados sobre dentes de macaco e as reações teciduais foram determinadas após diferentes períodos de tempo. Este autor demonstrou que as reações das estruturas de suporte decorrentes da pressão ou tração não foram devidas à elasticidade, compressibilidade ou extensibilidade do osso, como tinha sido anteriormente suposto. Em vez disso, havia uma série de mudanças no osso caracterizada por áreas de reabsorção e deposição, referindo-se a tração como responsável pela atividade osteoblástica e a pressão pela atividade osteoclástica.

Em 1930, o mesmo autor⁽⁴⁴⁾ verificou em macacos que a aplicação de uma força excessiva provocava trombose no ligamento

periodontal, interferindo no aparecimento de osteoblastos. Em 1944, ainda sem quantificar a força aplicada, ele⁽⁴⁵⁾ recomendava a utilização dos aparelhos que provocassem movimento dentário próximo ao fisiológico. E alertava que quando um dente é submetido a forças leves, ele se desloca muitos milímetros sem ocorrer alteração radicular.

SCHWARZ⁽⁵⁷⁾, 1932, seguindo a mesma linha de pesquisa de SANDESTEDT, idealizou um aparelho para movimentar os dentes inferiores de cães jovens, que consistia de um arco lingual soldado às bandas dos molares e caninos. Utilizou molas digitais que, soldadas ao arco, desenvolviam diferentes forças sobre os pré-molares. Este método empregado resultou no primeiro trabalho a quantificar a força aplicada. Após acurada investigação histológica o autor chegou a concluir que o tratamento biologicamente mais favorável é aquele efetuado com forças suaves e contínuas, compreendidas entre 20 e 26 gramas por cm^2 de superfície radicular. Este autor classificou os efeitos biológicos produzidos pelas forças ortodônticas em 4 graus:

Primeiro grau: Uma força tão suave e fugaz que nada causa ao periodonto.

Segundo grau: Uma força inferior à pressão capilar sanguínea, capaz de provocar reabsorção óssea direta na área de pressão. Uma vez cessada a força, ocorre o retorno à normalidade do periodonto e do osso alveolar, sem reabsorção radicular.

Terceiro grau: Com uma força maior que a pressão capilar sanguínea, ocorre reabsorção radicular e também áreas de ne-

crose do tecido ósseo. Cessada a força, verifica-se um retorno à normalidade.

Quarto grau: Força grande a ponto de causar reabsorção dentária exagerada, reabsorção radicular e causa rompimento do feixe vâsculo-nervoso.

HERZBERG⁽²⁴⁾, 1932, realizando um estudo em dentes pré-molares de seres humanos, pôde verificar que as reações ocorridas no osso alveolar humano, a nível histológico, eram semelhantes às encontradas em animais, sendo as espículas ósseas formadas também na mesma direção da força aplicada.

Em experimentos realizados em cães (1937) e em seres humanos (1938), STUTEVILLE^(66,65), estudou a quantidade de força aplicada sobre o dente e relacionou-a com a distância na qual o dente movimentou-se. Ao longo de seu estudo, obteve resultados que permitiram concluir que a distância percorrida pelo dente era mais importante que a magnitude de força aplicada. Verificou também a ocorrência de alterações radiculares frequentes e relatou que áreas de necroses são produzidas na membrana periodontal numa grande porcentagem de casos tratados ortodonticamente. Porém, após o tempo suficiente para os ajustes necessários, o tecido de suporte volta ao normal.

Ao investigar as conseqüentes alterações radiculares e possíveis formações ósseas durante a movimentação dos dentes de cães, SKILLEN & REITAN⁽⁵⁹⁾, 1940, chegaram à conclusão de que a

força ideal para que o dente se movimente, sem provocar reabsorção radicular, seria uma força suave e intermitente. Desta forma, o fluxo sanguíneo não seria prejudicado pela compressão dos vasos do ligamento periodontal facilitando assim a formação de osteoclastos e osteoblastos.

Em 1950, NOYERS⁽³⁷⁾ afirmou que a manutenção da integridade da função capilar na membrana periodontal é de grande importância para o movimento ortodôntico, pois a membrana periodontal exige um suprimento sanguíneo adequado para a nutrição tecidual, sendo este fundamental para a gênese de osteoblastos e osteoclastos. Observou que, quando um dente é movido mecanicamente, a circulação sanguínea é prejudicada devido ao esmagamento da membrana periodontal contra a crista alveolar no lado de pressão, da mesma forma uma pressão igual é exercida a nível do ápice radicular do lado oposto. Esse esmagamento resulta em material necrótico que será eliminado e a regeneração da membrana é iniciada devido à circulação colateral que facilmente é estabelecida.

Por outro lado, REITAN⁽⁴⁰⁾, 1951, observou que a proliferação celular e especialmente a formação dos osteoblastos requerem um certo período de tempo. Novas células são formadas por indução da tração que se põe em ação sobre as fibras. Geralmente um aumento de tecido osteóide ocorre simultaneamente com um aumento do número de células. Essas novas células não são todas osteoblastos mas também fibroblastos jovens em estágio transitório. De acordo com a teoria celular, o elemento ativo durante a reabsor-

ção óssea é uma grande célula com variação no número de núcleos, chamada de osteoclasto. No lado da pressão observa-se completa destruição celular ou hialinização. O autor conclui finalmente que o tempo é mais importante que a quantidade de força aplicada durante o estágio inicial do movimento dentário.

SMITH & STOREY⁽⁶⁴⁾, 1952, realizaram estudos para determinar a força ótima que se poderia aplicar sobre os caninos de indivíduos humanos com o objetivo de movimentá-los para distal. Utilizaram molas leves e pesadas, variando de 175 a 300 gramas e de 400 a 600 gramas, respectivamente. Observaram um ótimo efeito de força se estendendo aproximadamente de 150 a 200 gramas, que produziu um movimento máximo do dente. Para forças abaixo desse "alcance ótimo" quase não há movimento do canino. Quando a força foi aumentada acima do "alcance ótimo" a quantidade de movimento se reduziu próximo de zero num tempo experimental de uma semana.

Na tentativa de se obter um método padronizado para estudar o movimento dentário numa amostragem maior, sem interferência de fatores metabólicos desconhecidos ou fatores genéticos, WALDO⁽⁶⁷⁾, 1953, utilizou o rato de laboratório como animal experimental. Apresentou uma técnica na qual, usando um instrumento especialmente projetado, no qual foi adaptado um segmento de borracha de 0,6mm facilitando assim sua inserção entre o contato proximal do primeiro e segundo molares maxilares direito, gerando uma força compreendida entre 100 e 150 gramas. O autor observou que uma separação efetiva dos dentes foi obtida em 24 horas, e a

separação máxima ocorreu em 3 dias. Os segmentos de borracha permaneceram colocados por 5 a 7 dias.

O tecido ósseo, através de alterações de sua estrutura, é o responsável pela ocorrência de movimentos ortodônticos. Entretanto, quando forças ortodônticas são aplicadas sobre o dente, observa-se também alterações nas demais estruturas de suporte dentário (fibras periodontais do ligamento, fibras gengivais e cemento radicular), tanto nas áreas submetidas a pressão quanto nas sujeitas à tração. Nas áreas pressionadas, dependendo da magnitude, direção e duração da força empregada, verifica-se compressão do ligamento, formação de áreas relativamente aceluladas e ocorrência de reabsorção óssea. Nas áreas tracionadas, verifica-se distensão das fibras de ligamento e zonas de aposição óssea por neoformação. Tais alterações periodontais continuam a ocorrer até que se discipe completamente a força aplicada. Estudando os fenômenos acima referidos e classicamente descritos na literatura, MACAPAN-PAN e cols⁽³⁵⁾, em 1954, evidenciaram a existência de maior atividade mitótica em células dos tecidos submetidos à tração, envolvendo não só osteoblastos e osteoclastos como também fibroblastos que desempenham importante papel na reparação dos tecidos.

Denotando a preocupação com os aspectos biológicos que envolvem forças e periodonto, WALDO & ROTHBLATT⁽³⁶⁾, em 1954, apresentaram novo trabalho com ratos e justificaram a razão pela qual usaram este animal: "existem certos problemas para controle genético e outras variáveis, fatores praticamente impossíveis de

se controlar nos estudos com material humano. Devido a estas limitações, foi planejado um método simplificado para utilização em ratos, cuja técnica permite aumentar possibilidades de controle e o uso de um número relativamente grande de animais". Novamente os autores utilizaram o mesmo método de inserção de elástico entre os primeiro e segundo molares maxilares e observaram que as reações histológicas presentes nos tecidos eram semelhantes àquelas encontradas por outros pesquisadores em macacos e cães, utilizando dispositivos complexos.

Em continuação, dentro da sua linha de pesquisa, REITAN⁽⁵⁰⁾, 1957, tentando relacionar os resultados histológicos com as observações clínicas, verificou que os dentes submetidos à forças intensas e contínuas moviam-se por 6 a 8 dias e cessavam por 2 a 4 semanas. Esta interrupção do movimento era devido à formação de tecido hialinizado próximo ao ligamento periodontal não reabsorvido pelos osteoclastos que reabsorviam osso à distância.

Com o objetivo de se estudar a resposta tecidual em torno de dentes de ratos normais e raquíticos, JOHNSTON⁽²⁴⁾, 1960, movimentou dentes molares por meio de inserção de borracha de 0,8mm de largura, gengivalmente ao ponto de contato e, avaliando histologicamente os resultados, revelou que os molares dos ratos mostraram uma tendência fisiológica que os leva para distal. Porém, os ratos raquíticos apresentaram os espaços da membrana periodontal mais estreitos que os ratos normais. Contudo, grande quantidade de tecido osteóide estava presente nos ratos raquíticos, sendo

responsável pela inibição do movimento dentário.

SEIPP JUNIOR⁽⁵⁸⁾, 1960, para investigar fatores metabólicos e sua relação com a formação óssea alveolar, utilizou um grupo de ratos submetidos a uma dieta raquitogênica e outro grupo com dieta raquitogênica associada à vitamina D (controle). O autor pretendia também determinar se havia um retardo na regeneração do alvéolo após a remoção do segundo molar. Radiografias da tibia serviram como controle do processo metabólico. Nesse experimento os ratos do grupo raquítico apresentaram um processo de cura significativamente retardado. Os alvéolos foram preenchidos com tecido osteóide, ao passo que os controles mostraram completa calcificação do alvéolo. Nas regiões apicais do grupo raquítico grandes quantidades de cementóide e osteóide foram observadas.

REITAN^(51, 48), em 1960 e 1964, escreveu um artigo no qual relatou os tipos de forças e de movimentos dentários. Segundo ele, o periodonto é constituído de tecido epitelial, tecido conjuntivo e osso, estando sujeito, durante e depois de seu estágio de desenvolvimento, a mudanças causadas pelo crescimento, função muscular e, em alguns casos, por movimentos ortodônticos. Relatou também que a distância que o dente percorre está na dependência da aplicação e duração da força. Para se conseguir o máximo de movimento dentário num determinado período de tempo, deve-se aplicar uma força tal que seja compatível com a anatomia do dente e a mecânica desenvolvida; trabalhando com pré-molares e incisivos de cães e exercendo uma força na região apical, com-

preendida entre 120 e 150 gramas, este autor verificou, através de recursos histológicos que, no estágio inicial do movimento dentário, surgiram áreas semi-hialinizadas, com alguns feixes de fibras transceptais temporariamente comprimidos. Esses achados localizam-se adjacentes às espículas ósseas do lado de pressão, logo nas primeiras horas de experimento; detectou áreas de pressão do ligamento periodontal com presença de reabsorção óssea em ambos os lados, pressão e tração. Há que se relatar uma observação feita por este autor com relação ao movimento dentário que, segundo ele, acontece através de dois fatores principais: 1 - formação de áreas acelulares e, 2 - reação do tecido fibroso.

Montando aparelho semelhante ao multibandas e arco de canto e provocando todos os tipos de movimento dentário em arcadas de macaco Rhesus, HUETTNER⁽²²⁾, em 1960, demonstrou que, sob certas forças ortodônticas, existem mudanças patológicas nas fibras gengivais. Para onde quer que o dente seja movido ortodonticamente, foi notada destruição da crista alveolar no lado de presção. As fibras transceptais regeneraram-se rapidamente sobre as áreas de extração, tendendo a se alongar facilmente e não necrosar mesmo sob forças severamente compressivas.

Um dispositivo construído a partir da mola espiral aberta, a fim de produzir uma força de 4 onças, foi desenvolvido por MYERS & WYATT⁽²³⁾, em 1961, com o objetivo de efetuar um movimento mesial constante no primeiro molar mandibular de hamster de laboratório. Após um movimento do primeiro molar, evidenciou-se o

processo patológico do lado de pressão com necrose dos fibroblastos e outras células elementares em mais 20% da membrana periodontal. A necrose foi seguida, após um certo período, pelo aparecimento de osteoclastos adjacentes à área necrosada. Após aproximadamente cinco dias de aplicação do aparelho, teve início uma nova formação óssea como resultado da força ortodôntica que se estendeu até o nono dia.

Ao estudar o efeito do trauma sobre o periodonto através da utilização de um arco palatino cimentado nos primeiros molares de ratos, ITOIZ e cols. ⁽²⁹⁾, 1963, verificaram que a ação desse dispositivo produziu lesões evidentes e intensas, representadas por áreas de necroses da membrana periodontal, aumento de reabsorção óssea e áreas de reabsorção no cimento do espaço interradicular. No mesmo experimento o autor cimentou um alfinete de cabeça no molar maxilar e, usando método histométrico, comparou o periodonto desse molar com o periodonto do lado oposto, do grupo controle. A introdução do trauma de oclusão pelo alfinete, produziu após uma semana, nos casos associados ao arco palatino, um aumento na reabsorção óssea e diminuição na formação óssea, situação que perdurou por todo o período do experimento, ou seja, de 4 semanas.

Seguindo o método sugerido por WALDO ⁽⁶⁷⁾ para estudar as mudanças do periodonto seguido de movimento dentário, ZAKI & HUYSEN ⁽⁷⁰⁾ em 1963, utilizaram o rato como animal experimental e inseriu tiras de borrachas dentais de 2mm de largura por 0,14mm

de espessura entre as coroas dos primeiros e segundos molares maxilares esquerdos. Os autores usaram o quadrante maxilar do lado oposto como controle. O primeiro molar maxilar esquerdo foi então forçado na direção mesial pela elasticidade da tira de borracha. Sacrificando 6 ratos a intervalos de 6, 12, 24 e 72 horas e analisando cortes histológicos, os autores puderam verificar uma nítida inclinação dentária acompanhada de evidentes alterações nos tecidos de sustentação. Nas áreas em que o ligamento sofreu hialinização por ação da pressão, o osso alveolar circunvizinho mostrou sinais de reabsorção a que chamaram de reabsorção solapante. Nas áreas em que, mesmo sob pressão, o ligamento não foi privado de seus níveis de vitalidade, observaram outro tipo de reabsorção que foi apenas superficial no osso situado defronte ao ligamento pressionado. Paralelamente a este fenômeno de reabsorção óssea alveolar, observaram a presença de células mesenquimais (indiferenciadas) associadas à proliferação de vasos capilares (neoformação capilar), bem como áreas de reabsorção radicular dentária. No lado sob tração, verificaram a existência de vasos sanguíneos dimensionalmente maiores e situados principalmente no meio do espaço periodontal, enquanto que no lado sob pressão os vasos eram menores apresentando também áreas ósseas com reabsorção solapante.

Após uma extensa revisão da bibliografia sobre os tecidos do periodoto de sustentação, EDWARDS⁽¹¹⁾ em 1968, apresentou um experimento com 6 cães jovens; todos os animais receberam dispositivos para giroversão do segundo incisivo maxilar. Usou como

controle o primeiro e terceiro incisivos e variou o período de rotação e retenção do dente em experimento. Os animais foram sacrificados e os segmentos maxilares foram preparados para observações microscópicas. Após exaustivo trabalho, o autor pôde concluir que fibras gengivais permaneceram ligadas ao dente durante a rotação ortodôntica, o que provocou deslize da gengina na direção do movimento do dente. As fibras do tecido conjuntivo ligadas na crista de tecido ósseo alveolar são rapidamente reorganizadas após a rotação do dente. Após 5 meses de retenção do dente, as fibras transceptais e gengivais ainda estavam estiradas e orientadas na direção da rotação. As fibras elásticas oxitalâmicas tornaram-se mais longas e mais numerosas durante o movimento dentário em cães.

Com o objetivo de estudar os efeitos histológicos de força ortodôntica leve e contínua, comparada com força ortodôntica pesada e intermitente, BUTLER^(*) em 1969, fez uma pesquisa utilizando três macacos rhesus como animais experimentais e, teve como controle, outros três animais. Foram extraídos os primeiros molares mandibulares em todos os animais e os segundos pré-molares foram movidos para distal, sendo este dente tomado como objeto da pesquisa. A força leve e contínua aplicada foi de 28 gramas por cm^2 de superfície radicular e a força pesada e intermitente foi de 200 gramas por cm^2 de superfície radicular. Os 6 animais foram sacrificados aos pares (1 de cada grupo) após um período de 21 e 42 dias. Foram feitos cortes histológicos do segundo pré-molar mandibular e sua estrutura de suporte. Os resultados mostraram

que a crista alveolar foi afetada em ambos os tipos de força, mas a força contínua leve foi mais danosa e causou leve reabsorção radicular vista nas áreas de pressão.

KOUNAS & MATTEWS⁽²⁷⁾ em 1969, construíram bandas com fitas de aço de 0,06 polegada, cimentou-as com cimento fosfato de zinco e adaptou a elas uma mola digital aberta nos incisivos mandibulares de 12 cobaias, objetivando analisar os efeitos da pressão sob a formação do colágeno presente no ligamento periodontal. Nesse experimento, os autores se utilizaram de estudos autoradiográfico e histológico para observação em microscópio eletrônico. O estudo revelou que os animais controle, sem mola, não apresentaram nova formação de colágeno, enquanto nos animais experimentais, cujos dentes sofreram movimento, houve nova formação colágeno em ambos os lados de pressão e tração no ligamento periodontal localizada próxima ao osso. A rápida reorganização foi acompanhada por larga distribuição de colágeno neoformado.

Usando um modelo padrão experimental para medir níveis estatísticos significantes de mudanças precoces em diversos parâmetros de atividade metabólica celular associada com movimento dentário, BAUMRIND & BUCK⁽⁴⁾ em 1970, utilizaram ratos nos quais foram administrados marcadores metabólicos para análise do ligamento periodontal, associado ao uso de elástico inserido entre o primeiro e segundo molar maxilar. Após avaliação histológica, concluíram que houve aumento da taxa de replicação celular em ambas as regiões de tração e pressão, e decréscimo da taxa de síntese de colágeno em níveis estatisticamente significantes, no lado de

pressão.

Ao estudar o processo de remodelação dos tecidos periodontais em relação ao movimento dentário, AZUMA⁽¹⁴⁾, em 1970, aplicou elásticos ortodônticos no espaço interproximal entre o primeiro e o segundo molar superior direito de 53 ratos. Os animais foram submetidos a exames radiográficos e histológicos por diversos métodos de coloração para diferenciar as fibras precolágenas e colágenas. Com base nos resultados obtidos, a autora verificou que o processo de remodelação no lado de pressão foi caracterizado pela hialinização da membrana periodontal e substituição por tecido de granulação sendo seguido por regeneração das fibras periodontais, antes de 21 dias. O tecido de granulação foi evidenciado também em lacunas formadas por reabsorção óssea. Já no lado de tração, a regeneração após o estiramento das fibras se deu pela proliferação de fibroblastos e novas formações de fibras. Foram observadas estruturas trabeculares de osso presentes ao longo dos feixes de fibras estiradas. Parece que, devido às propriedades viscoelásticas do tecido periodontal ocorreu um maior deslocamento do primeiro molar maxilar depois das primeiras 6 horas. Porém, só foram evidenciadas mudanças histológicas ou remodelação dos tecidos periodontais após 17 horas.

HERMANSON⁽²⁰⁾ em 1972, aplicou uma técnica bastante válida para pesquisar movimentos dentários envolvendo crescimento ósseo em animais. O autor construiu um dispositivo que permitiu movimentar dentes de 12 gatos de 18 a 36 meses de idade, o equiva

lente a 14-18 anos em humanos, com o objetivo de determinar quantitativamente a extensão de nova formação óssea consequente ao movimento empregado. Foi usada técnica de marcação com oxitetraciclina para identificar a neoformação óssea. O autor verificou que, quando aumentava a força sobre o dente, havia uma maior aposição óssea do lado de tração. Então o aumento da força resultou num aumento do movimento dentário e numa maior aposição óssea. Não foi verificada a formação de osso osteóide nas primeiras 36 horas até o 3º dia, período em que possivelmente houve ação osteoblástica.

RYGH⁽⁵⁸⁾, em 1972, estudou as reações celulares no periodonto de sustentação do primeiro molar de rato, resultantes de movimentação dentária. Para essa proposta, o autor construiu dispositivos que foram fixados nos primeiros molares maxilares, direito e esquerdo, de 67 ratos, afim de produzir um movimento bucal nos referidos dentes, dissipando uma força compreendida entre 5 a 25 gramas. Estudando cautelosamente as alterações teciduais presentes na estrutura de suporte, em microscopia eletrônica, chegou à seguinte conclusão: a área hialinizada implicou em severos danos dos fibroblastos e outras células do tecido conjuntivo, resultando na morte celular. Entretanto, a necrose ficou limitada em áreas circunscritas do ligamento periodontal, sendo que o processo de regeneração se deu, predominantemente, no período entre 7 a 20 dias.

STOREY⁽⁵⁴⁾ em 1973, relatou que o ciclo do movimento dentário consiste em três fases características: 1 - Um pequeno movimento imediato, atribuído à compressão dos tecidos flexíveis que suportam os dentes; 2 - um período de duração indeterminada, durante o qual não ocorre movimento dentário e os tecidos mostram sinais histológicos de danos de hialinização; 3 - um período em que há um rápido movimento depois que o dano é reparado até quando a remodelação extensiva se completa.

Novamente em 1973, RYGH⁽⁵⁴⁾ estudou minuciosamente as alterações celulares ultraestruturais, tanto na vascularização como nas fibras, que ocorrem sobre o lado de pressão do ligamento periodontal quando os dentes são submetidos a forças de magnitude igual às geralmente usadas na prática ortodôntica diária. O autor utilizou-se de 11 pré-molares humanos movendo-os bucalmente por meio de aparelhos fixos, num período experimental de 2, 21 e 50 dias. Exames em microscópio óptico exibiram um distúrbio celular e vascular nas zonas de compressão do ligamento periodontal. Foram obtidos detalhes ultraestruturais do processo de degeneração e necrose das células e elementos vasculares. Também foi demonstrado que células e vasos sanguíneos nas zonas hialinizadas estavam danificados. Por fim, o autor concluiu que estas observações foram semelhantes àquelas encontradas em trabalhos anteriores em ratos.

Ligamentos periodontais de camundongo, rato, hamster, cobaia e coelho foram examinados por LISTGARTEN⁽⁵²⁾, em 1973, au-

xiliado por microscópio eletrônico. O estudo revelou a constante e frequente ocorrência de fibras colágenas intracitoplasmática, aparecendo sozinhas ou em feixes com aspecto citológico de um fibroblasto. Concluiu que, de um modo geral, os animais estudados apresentavam grande semelhança dos tecidos do ligamento periodontal.

BISSADA & DE MARCO⁽⁵⁾ em 1974, estudaram as respostas periodontais consequentes de uma dieta com baixo teor de cálcio em 50 ratos adultos. Uma irritação local foi induzida pela colocação de uma lâmina de aço na proximal dos molares maxilares de todos os animais; o controle foi o lado esquerdo, sem lâmina. Para os autores certificarem-se da hipocalcemia atingida, amostras de sangue foram coletadas para determinação de níveis de cálcio e fósforo. Após análise histológica, constataram que houve uma inflamação gengival devida à imerção da lâmina na região interproximal dos molares. Também foi confirmado o aparecimento de osteoporose nos animais com dieta hipocalcêmica, em graus variados. Porém é importante ressaltar que, no rato adulto a deficiência de cálcio na dieta não mostrou reabsorção no cimento, nem alterações das fibras colágenas no ligamento periodontal.

LITTON⁽⁶⁾ em 1974, mostrou o efeito da deficiência de ácido ascórbico durante o movimento dentário em cobais construindo aparelhos fixos nos incisivos inferiores que recebiam bandas cimentadas e mola aberta para a separação dos dentes. Após a execução do trabalho foi relatada que, a deficiência de ácido ascór-

bico resultou num desaparecimento quase que por completo de osteogênese e desorganização do ligamento periodontal. Sendo evidente a necessidade desta vitamina para a morfologia normal do ligamento periodontal e osso alveolar.

Colocando um arco extra-coronário que constitui de um segmento de fio de aço de diâmetro igual a 0,7mm, fixado numa perfuração oclusal do terceiro pré-molar e primeiro molar maxilares dos lados esquerdo e direito de macacos "sagui", NASCIMENTO & SALLUM^(8p) em 1975, investigaram as mudanças que ocorreram nos tecidos de suporte periodontal nos pré-molares inferiores. Após cada intervalo de tempo experimental de 7, 14, 18 e 21 dias, dois animais foram sacrificados e cortes histológicos preparados revelaram os seguintes resultados: áreas de tração com fibras periodontais estendidas na região distal do canino e áreas de pressão com reabsorção óssea e radicular na região mesial do primeiro prémolar. Essas mudanças de tecido podem ser consideradas como resultados de transmissão de forças anormais através de contatos oclusais com deslocamento dentário e, modificações menores dessas suas relações oclusais.

Em 1976, BACCHI⁽²⁾ realizou experimento com utilização de macacos "sagui" para testar influência de estados carenciais de ácido ascórbico sobre o periodonto de sustentação, em dentes submetidos à ação de um dispositivo de interferência oclusal capaz de gerar inclinação dentária para lingual. Embora não quantificando os dados, o autor pôde verificar nítidas diferenças hisis

tológicas nas respostas teciduais dos animais mantidos sob hipovitaminose C e os tratados com dieta normal. Notou-se prejuízo no processo de renovação de colágeno nos animais carentes, sugerindo que, mesmo os estados carenciais sub-clínicos de vitamina C podem gerar dificuldades de resposta periodontal à ação de forças aplicadas sobre o dente.

HELLER & NANDA⁽⁵⁹⁾ em 1979, realizaram um estudo para quantificar o efeito das alterações metabólicas sobre as fibras periodontais e tecido ósseo após o movimento dentário em ratos tratados com um composto químico que inibe a ligação entre polipeptídeos e o colágeno (Lathyrogen betanimopropionitrile-BAPN). O dispositivo para movimentação foi construído a partir de mola espiral fechada (Unitek n° 341-110), que era amarrado entre o primeiro molar e o incisivo maxilar, efetuando uma força inicial igual a 50g. Observações após 9 dias de aplicação de força mostraram que, a resposta histológica ocorreu na presença de um periodonto química e fisicamente alterado e que a força aplicada foi o principal fator para a formação óssea.

Utilizando-se de elásticos de 0,5mm de espessura, SMITH & ROBERTS⁽⁶⁰⁾, em 1980, movimentaram os primeiros e segundos molares maxilares de ratos adultos com o propósito de induzir a osteogênese. As alterações observadas foram: A - interrupção da atividade mitótica no primeiro intervalo de 75 min. a 2 horas; B - uma resposta generalizada de aumento no índice mitótico à partir de 2 horas até por volta de 13 horas e por fim, C - uma resposta osteo

gênica ocorrida a partir de 12 horas, continuando por diversos dias, com áreas de neo-formação óssea. E termina dizendo que a formação do osso alveolar em resposta à força aplicada sobre o dente pode ser relacionada clinicamente com a formação óssea que se dá após um trauma ósseo ou mesmo uma fratura, seja acidental ou cirúrgica.

ROBERTS e cols.⁽⁵²⁾, em 1981, afirmaram que, o sistema de forças ortodônticas se manifesta através de um sinal biológico que acarreta uma resposta de remodelação óssea. O movimento do dente envolve uma resposta do ligamento periodontal (translocação alveolar), e reabsorção associada com eventos de remodelação. Os osteoclastos são primeiramente recrutados pelas séries de macrófagos-monócitos, ao passo que os osteoblastos são produzidos por diferenciação e proliferação celular do ligamento periodontal local. O autor descreve que a remodelação óssea induzida é dividida em 3 categorias: 1 - ocorre renovação na resposta de acumulação de microfraturas; 2 - segue-se de uma reorganização da massa óssea para resistir "ao stress" (Lei de Wolff) e, 3 - acaba-se por mudar o volume ósseo ligado à carga funcional. Assim, o processo de reparação é oriundo de uma sequência de ativação, reabsorção e formação óssea. A ação osteoclástica ocorre após a aplicação de forças e persiste por diversos dias no rato, e além de 10 dias no homem. Há evidências no ligamento periodontal e outros tecidos ósseos sugerindo que os osteoclastos se originam de monócitos e macrófagos teciduais.

Para relacionar metabolismo ósseo alterado, hiperparatireoidismo nutricional e movimento dentário através do osso alveolar de 12 cães Beagle (6 controle e 6 tratados), MIDGETT & cols.⁽²⁰⁾, em 1981, extraíram os terceiros pré-molares inferiores e efetuaram movimentos dentários por meio de dispositivos colocados nos segundos pré-molares inferiores e quartos molares com força recíproca de 100 gramas. O estado de hiperparatireoidismo foi confirmado por níveis significativamente elevados de paratormônio. Os animais experimentais tiveram um movimento dentário mais rápido além da diminuição significativa na densidade óssea bem como evidente mudança na remodelação óssea quando comparados ao grupo controle. O estudo sugeriu que a aplicação de força para o movimento dentário deveria estar na dependência do estado metabólico de cálcio no osso alveolar, baseado na diminuição de movimentação dentária ocorrida nos animais que tiveram cálcio e fósforo diminuídos na dieta.

YOSHIKAWA⁽²¹⁾, em 1981, após uma revisão da literatura, definiu que a relação entre pressão, tração e movimento dentário bem como os efeitos secundários não são muito simples de se entender, porque dependem do estágio que se encontra o movimento dentário. Parece que os sinais são transformados em atividades biológicas celulares por mecanismos ainda não elucidados.

A teoria que mostra a força mecânica como principal fator de aumento na produção de novas células foi confirmada também por BOISSON & GIANELLY⁽²²⁾ em 1981, quando estudaram a resposta

gingival ao aumento do espaço interdental entre os incisivos de ratos. Esses autores relataram primeiramente a produção de mais fibras colágenas e uma subsequente reorientação e readaptação dessas fibras existentes no plano horizontal com a papila gengival. Essa resposta proliferativa parece diminuir tão logo cesse o movimento dentário.

LILJA e cols.⁽²⁹⁾, em 1981 reportaram que a atividade da fosfatase alcalina associada a incorporação de tetraciclina como sinais de formação óssea, depois do movimento ortodôntico, em intervalos de 10 horas a 6 dias estudadas em ratos. Usaram forças leves e pesadas porém determinadas previamente. Uma atividade moderada de fosfatase alcalina foi notada na membrana periodontal de ratos não tratados e tratados com forças leves. Contudo, todas as superfícies ósseas foram contornadas com uma estreita faixa de atividade, marcada por tetraciclina. Sobre o lado de tração uma pequena redução e redistribuição da atividade de fosfatase alcalina foi verificada, independente da magnitude de força aplicada. O movimento mecânico do dente induz a aposição e a reabsorção óssea alveolar. Entretanto, durante os primeiros dias de movimentação, a formação óssea é inibida nas áreas de compressão do ligamento periodontal, enquanto a formação de novo osso é estimulada nas áreas de tração.

KING & FISCHLSCHWEIGER⁽²⁶⁾ em 1982, colocaram dispositivos mecânicos para desempenhar forças de magnitudes conhecidas sobre o primeiro molar maxilar de ratos, sendo a força média deter-

minada pela medida do comprimento da mola. Os autores concluíram que as forças ortodónticas significantes podem causar reabsorção óssea. E que forças leves e intermitentes produzem movimentos dentários mais rápidos com insignificantes crateras de reabsorções presentes no cimento dentário, ao passo que forças médias e pesadas resultaram em movimentos mais demorados e maiores destruições do cimento. A atividade maior de reabsorções ósseas está relacionada com aumento de crateras no cimento. Este fato vem mostrar que o dano tecidual causado por forças exageradas iniciam a produção de reabsorção óssea.

GAENGLER & MERTE⁽¹⁵⁾ em 1983, numa pesquisa que relacionou o efeito da aplicação de força e a circulação sanguínea puderam verificar mudanças circulatórias evidentes nos vasos gengivais periodontais tanto do lado de compressão como do lado de tração no ligamento periodontal. Ainda no lado de pressão foi observado áreas de isquemia começando nas vénulas e nos capilares e finalmente nas artérias. Após a aplicação de força contínua, os vasos periodontais mostraram tromboses irreversíveis. Porém, nem as forças intermitentes ou contínuas tiveram efeito na circulação sanguínea gengival. Ficou evidente que os tecidos mais atingidos pela força mecânica foram os das estruturas de suportes dos dentes.

Com base em estudos anteriores que mostravam que a dieta deficiente em cálcio pode resultar em um movimento ortodôntico rápido, GOLBIE & KING⁽¹⁷⁾ em 1984, colocaram 60 gramas de força

sobre os primeiros molares maxilares de 35 ratos, objetivando movimentar estes dentes mesialmente. Alimentando o grupo experimental com uma dieta pobre em cálcio e após concluir o seu experimento, os autores relataram que um movimento dentário maior ocorreu nos animais que apresentavam a deficiência de cálcio. Também foi verificado uma redução na densidade óssea no grupo de animais experimentais.

LINDSKOG & LILJA⁽³¹⁾ em 1984, utilizaram microscópio eletrônico para estudar as alterações vasculares e celulares sofridas pela membrana periodontal de ratos, após movimentação dentária. Com base nos resultados, os autores relataram que, logo nas primeiras horas de experimento, houve um extravasamento de eritrócitos, eiquinócitos (uma forma degenerativa de eritrócitos) e plaquetas em vários estágios de degeneração foram encontrados nas zonas de pressão. O tecido conjuntivo presente nas zonas de pressão desenvolveu uma aparência amorfa caracterizado por falta de fibras e vasos sanguíneos após 24 horas de experimento, conhecida como zona hialina ou área de necrose asséptica local. No terceiro dia após aplicação de força mecânica foram encontradas células semelhantes aos macrófagos sendo abundantes próximo à zona hialina. Grandes células semelhantes a osteoclastos, com diversas projeções em direção da superfície óssea, foram encontradas também ao redor da zona hialina e nos espaços medulares próximos à zona de pressão. Os resultados indicaram que as reações do tecido conduzem a uma remodelação da membrana periodontal das zonas sob pressão que apresentaram injúrias vasculares e subsequente formação

de coágulos. Além disso, os macrófagos parecem desempenhar importante papel durante a degradação da zona hialina.

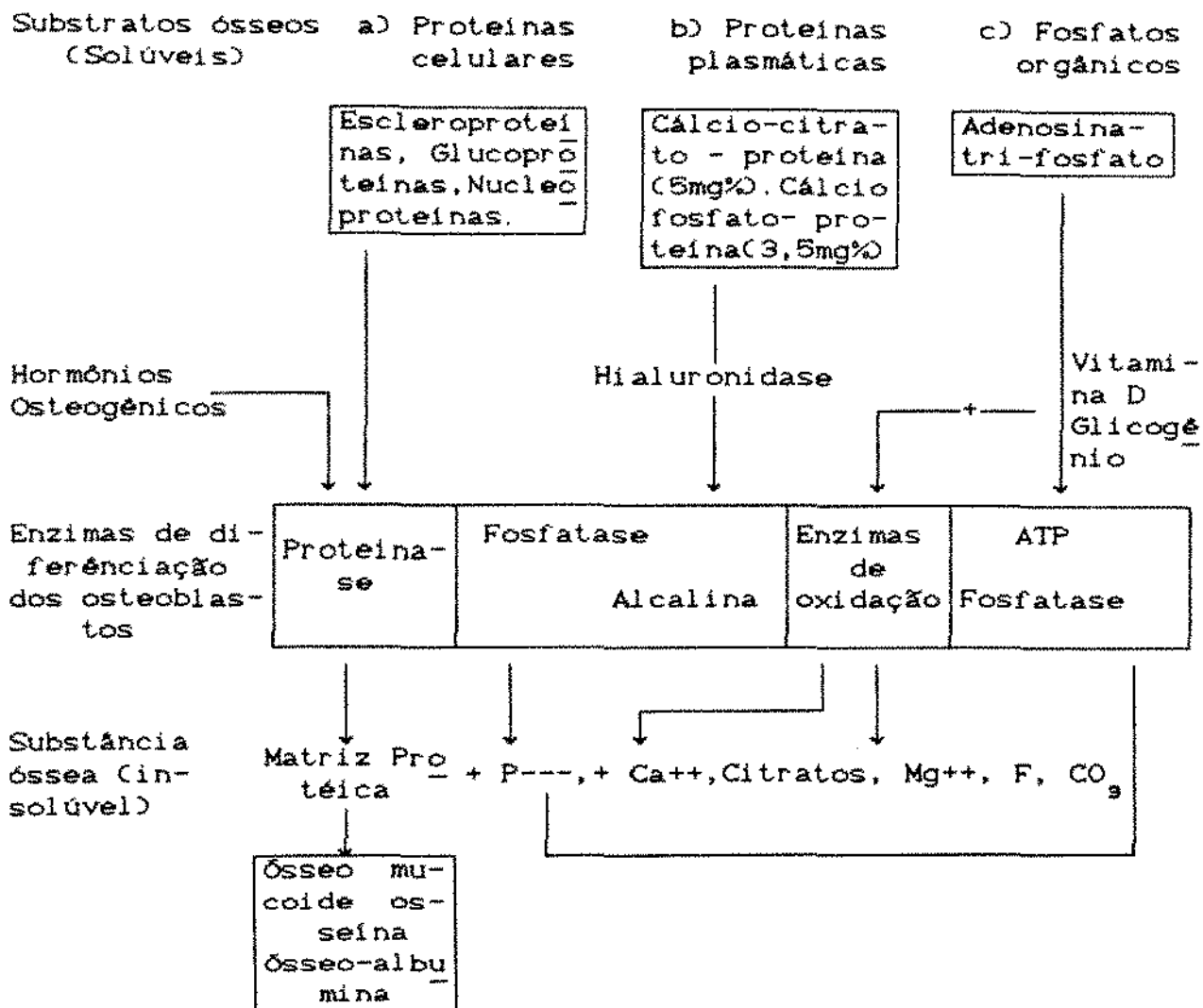
2.2 - Comportamento das estruturas de suporte do dente e tecido ósseo, frente a dietas hipo e hiper-protéicas

Uma interessante pesquisa foi realizada em 1951, por CHAWLA & GLICKMAN⁽¹⁰⁾. Estes autores fizeram experimento com ratos albinos para avaliar as alterações nos tecidos periodontais associadas a uma dieta pobre em proteínas e compararam estas alterações àquelas observadas em outras áreas do sistema esquelético. Os resultados obtidos foram assim enunciados:

- 1 - na área periodontal, houve degeneração do tecido conjuntivo da gengiva e da membrana periodontal somada a osteoporose alveolar e retardo na deposição de cimento;
- 2 - as alterações observadas na membrana periodontal e osso alveolar foram idênticas às do perióstio e osso de outras áreas do sistema esquelético;
- 3 - a osteoporose causada pela redução de proteína resulta na diminuição de deposição de osteoide, diminuição do número de osteoblastos e retardo na morfodiferenciação das células do tecido conjuntivo para formar osteoblastos;

4 - a falta de proteína impede a formação do osso endocondral através de um atraso na maturação e degeneração das células da cartilagem e na formação de osteóide.

LURA⁽²⁴⁾, em 1952, observou as reações biomecânicas do tecido ósseo seguidas de formação e reabsorção e principalmente a natureza desse processo. Identificou "uma substância óssea solúvel preformada que está circulando no sangue na forma de proteína - citrato - fosfato e cálcio, em parte do plasma. Essas frações de sangue solúveis e parcialmente ionizadas em algum momento podem hidrolizar-se, precipitando-se e unindo-se à matriz protéica formada por células enzimáticas específicas denominadas osteoblastos, desenvolvendo, assim, como resultado, uma substância de osso rígido. Essa substância óssea consiste num composto químico mais simples do que consistem as frações do plasma préformado e solúvel e assim uma certa porção de energia é liberada durante a osteogênese". O tecido ósseo parece ter um estado de equilíbrio dinâmico com frações de formação óssea do sangue, fato este que tem sido evidenciado por meio de experimentos com isótopos radioativos. A representação esquemática dos fatores participantes da osteogênese é mostrado a seguir:



Cálcio-fosfato-citrato-proteína (osso desenvolvido)+Carbonato de cálcio

As respostas das estruturas periodontais a diferentes níveis de dieta protéica (6%, 3% e 0% em animais experimentais e 24% em animais controle) foram estudados por FRANDSEN e cols.⁽¹⁴⁾, em 1953. Os animais com deficiência de proteína apresentaram menores maxilares e menos cimento nas raízes do que os animais controles e também mostraram distúrbios das fibras transceptais. A osteoporose do osso alveolar e de suporte dos dentes tornou-se acen

tuada com a diminuição de proteína na dieta e levou a uma severa decomposição do tecido ósseo no grupo ao qual não foi administrada proteína alguma, aumentando, deste modo, a quantidade de reabsorção. Os animais que receberam 0% de proteína, apresentaram uma falha na aposição óssea.

STAHL e cols.⁽⁶⁸⁾, em 1957, utilizaram 82 ratos adultos alimentados com dietas controle (41 ratos) e experimental (41 ratos). Aplicaram também um dispositivo gerador de trauma oclusal que consistiu numa perfuração preenchida por amálgama na superfície da cúspide mais alta do primeiro e segundo molares superiores de um lado do maxilar. Os animais foram sacrificados após 6 e 12 semanas de período experimental. A diminuição de proteína na dieta causou queda de peso e osteoporose no osso alveolar de suporte com a diminuição na quantidade de células da membrana periodontal. A adição de um trauma oclusal nos animais sem proteína na alimentação causou uma desorganização e uma degeneração das fibras da membrana periodontal, tromboses dos vasos e ausência de reparação no periodonto. Porém, os animais que usaram o trauma oclusal e foram alimentados com dieta normal mostraram mudanças degenerativas da membrana periodontal que, entretanto, eram seguidas de atividade reparadora. A volta da dieta normal após a 6ª semana num grupo privado de proteína causou um reparo na membrana periodontal e uma substituição do osso alveolar, mas não restaurou a morfologia tecidual normal nas áreas de irritações nos animais submetidos a trauma oclusal.

Novamente, em 1958, STAHL e cols.⁽⁶²⁾ utilizaram 75 hamsters adultos para investigar o efeito da dieta deficiente em proteína sobre o tecido periodontal. Com criteriosa observação histológica os autores revelaram que a falta de proteína causou osteoporose, acompanhada da redução do número de células na membrana periodontal. E que, devido ao retorno da alimentação normal após a dieta sem proteína, a osteoporose se reduziu e houve um aumento do número de células da membrana periodontal.

LEAVER e cols.⁽²⁸⁾, em 1962, realizaram um experimento, onde mantinham animais sob dieta contendo albumina de ovo como fonte protéica, e os animais controles com dietas balanceadas contendo proteína numa porcentagem satisfatória. Tornou-se evidente que as manifestações consequentes à deficiência protéica resultaram em um crescimento reduzido, alopecia e lesões nos olhos e sugeriram, para observações subsequentes, a albumina sanguínea como fonte protéica.

Numa observação histológica realizada por OLIVER⁽⁴²⁾, em 1969, em tecidos periodontais de ratos jovens alimentados com dietas que continham, como fonte protéica, a albumina do ovo e a albumina do sangue, associadas a uma alimentação carente em cálcio e vitamina D ou somente cálcio ou somente vitamina D, foi relatado que a deficiência de cálcio associada à dieta contendo albumina do sangue provocou alterações alveolares semelhantes a osteoporose e uma redução no número e no diâmetro das fibras do ligamento periodontal. Quando a dieta apresentava a albumina sanguínea associada a deficiência de cálcio e de vitamina D, não se re-

gistrou efeito sobre os tecidos periodontais do rato. A substituição da albumina do ovo pela albumina sanguínea nas dietas intensificou a osteoporose causada pela deficiência de cálcio. Já os ratos deficientes em cálcio e vitamina D apresentaram uma alteração osteomalácica, resultando numa condição do processo alveolar que se assemelhava a uma combinação de osteomalácia e osteoporose. Também foi registrado o aumento da incidência de áreas de reabsorção do cimento primário em todos os grupos. Porém, os autores concluíram que o modo pelo qual essas deficiências alimentares podem produzir essas alterações é ainda discutível.

Neste mesmo ano de 1969, CARRANZA e cols.⁽⁹⁾ fizeram uma análise histométrica da densidade do osso interradicular de ratos alimentados com uma dieta isenta de proteína, uma dieta de caseína isocalórica e uma dieta controle, todas "ad libitum"^{*}. A osteoporose foi encontrada nos dois grupos nutricionalmente restritos. Os animais alimentados com caseína isocalórica mostraram uma maior osteoporose do que os animais com dieta deficiente em proteína.

Para NIZEL⁽⁴⁰⁾, 1972, as proteínas são nutrientes de "primeira importância" porque são constituintes indispensáveis no citoplasma e núcleo de todas as células. Não somente elas constroem o tecido como também são componentes essenciais no metabolismo, catalizando hormônios ou atuando como enzimas. E ainda, as proteínas servem de fonte energética quando se tem um consumo ina

^{*}"ad libitum" - à vontade

dequado de energia de gorduras e carboidratos. A proteína, depois da água, é a substância mais abundante do corpo: metade do peso seco do corpo é proteína e $1/3$ da proteína é encontrado nos músculos, $1/5$ no osso e cartilagem e $1/10$ na pele. O restante está em outros tecidos e nos fluidos do corpo. Os tecidos periodontais são compostos de epitélio, tecido conjuntivo e osso e, essencialmente a bioquímica desses tecidos é a mesma de qualquer outra estrutura, com poucas características peculiares ao periodonto. O epitélio da fissura (ou sulco) gengival adere à superfície do dente com forças físico-químicas mediadas pelas proteínas e glicoproteínas no fluido gengival. O tecido conjuntivo consiste de células e fibras encravadas numa substância que é composta de proteínas, glicoproteínas e mucoproteínas. As glicoproteínas estão associadas com oligossacarídeos e as mucoproteínas contêm ácido mucopolissacarídeos com ácido hialurônico e ácido condroitino-sulfúrico. As mucoproteínas são essenciais para a manutenção de uma distribuição regular de água e eletrólitos nos tecidos. Elas também têm habilidade, por uma ligação cruzada, para unir fibras colágenas umas às outras. Algumas glicoproteínas estão associadas com células de adesão, outras pertencem à imonoglobulina. O osso alveolar provê a rigidez do periodonto mas é sensível a mudanças do metabolismo. O fato mais importante é que o colágeno é requerido para a cristalização óssea ocorrer.

A doença periodontal é, em parte, um reflexo da proteólise do material proteináceo, que se encontra na mucoproteína e nas fibras colágenas. As enzimas que contribuem para a proteólise se dos tecidos podem ser hialuronidase, colagenase ou outras pro-

teínases. Além dessas considerações, este mesmo autor descreve a importância da dieta protéica na manutenção da saúde das estruturas de suporte do dente. E relata que em animais experimentais foi certificado que a deficiência protéica na dieta afeta a atividade dos fibroblastos, osteoblastos e cementoblastos. Histologicamente, mudanças degenerativas e atroficas nos tecidos conjuntivos da gengiva e ligamento periodontal foram vistas. Os tecidos mineralizados, osso e cimento, também mostraram evidências de decomposições porque o tamanho dos espaços ósseos foram aumentados e houve retardo na deposição do cimento. E, por fim, quando retornam esses animais debilitados à uma dieta normal, o efeito da deficiência é revertido.

A subnutrição protéico-calórica provoca diversos malefícios à saúde do indivíduo, tais como: redução do peso corporal, osteoporose e inúmeras modificações fisiológicas. Segundo GOOD e cols.⁽¹⁸⁾, 1980, este quadro torna-se mais evidente no período de crescimento, tanto em crianças como animais.

Para JUNQUEIRA & CARNEIRO⁽²⁵⁾ em 1985, o tecido ósseo é sensível a diversos fatores nutricionais, principalmente durante a fase de crescimento. Entretanto a falta de proteína na dieta acarreta uma deficiência dos aminoácidos necessários para a síntese de colágeno pelos osteoblastos, enquanto a deficiência de cálcio leva a uma calcificação incompleta da matriz orgânica produzida.

Mostrando a correlação existente entre a carência proteica na alimentação e os danos causados às estruturas de suporte do dente, GLICKMAN⁽¹⁶⁾ em 1986, relata que há evidentes alterações degenerativas do tecido conjuntivo da gengiva e ligamento periodontal, além da osteoporose do osso alveolar pareceu ocorrer um retardo na deposição de cemento. E afirma que "a osteoporose é resultante de uma deposição reduzida de osteóide, com provável redução no número de osteoblastos e retardo na morfodiferenciação das células do tecido conjuntivo que formam os osteoblastos".

CAPÍTULO 3
PROPOSIÇÃO

3 - PROPOSIÇÃO

Baseando-se nessas informações disponíveis na literatura e aceitando como fato comprovado a relação entre nutrição de um modo geral especialmente a protéica e variações de comportamento histológico do osso e demais tecidos ricos em fibras colágenas, levantamos a hipótese de que dietas hipo e hiper-protéicas podem influir na resposta oferecida pelos tecidos do periodonto de sustentação, quando o dente está submetido a forças semelhantes àquelas utilizadas para fins ortodônticos.

Para testar a veracidade desta hipótese propusemo-nos a verificar:

- 1 - Alterações no crescimento de ratos em decorrência da nutrição protéica.
- 2 - A amplitude, ou seja, extensão do movimento dentário em função dos tempos estudados.
- 3 - Eventuais alterações histológicas no periodonto do primeiro molar maxilar de ratos e a relação entre movimento dentário e variação da nutrição protéica.

CAPÍTULO 4
MATERIAL E MÉTODOS

4 - MATERIAL E MÉTODOS

Para o presente trabalho foram utilizados 45 ratos (*Rattus norvegicus, albinus, wistar*), com 21 dias de idade, machos, com peso inicial entre 50 e 70g.

Os animais, procedentes do Biotério da UNICAMP, foram colocados em gaiolas metabólicas individuais mantidas em sala provida de condicionamento de ar numa temperatura que variava entre 20 e 26°C, tendo 14 horas de iluminação diária e 10 horas de obs-
curidade.

4.1 - DISTRIBUIÇÃO DOS GRUPOS

Os 45 animais foram distribuídos em 3 grupos de 15 ra-
tos cada, os quais foram redistribuídos de tal forma que cada grupo
foi subdividido em 3 subgrupos, cada um contendo 5 ratos.

Para se obter uma distribuição uniforme dos animais, os ratos foram separados de modo que a média de peso fosse semelhan-
te em cada grupo. Os animais de cada subgrupo receberam as sequintes
identificações:

- Rato₁: Furo na orelha direita
- Rato₂: Furo na orelha esquerda
- Rato₃: Sem marca
- Rato₄: Corte em "V" na orelha direita
- Rato₅: Corte em "V" na orelha esquerda

Grupo I (GI)

Grupo constituído de 15 animais redistribuídos em 3 subgrupos de 5 ratos, denominados GI_A, GI_B e GI_C, os quais receberam dieta hiperprotéica (Dieta A), contendo 40% de proteína. Receberam mola para movimentação dentária (DMD), conforme descrito no item 4.2 do presente capítulo.

Grupo II (GII) ou Controle

Os 15 animais desse grupo foram redistribuídos nos 3 subgrupos GII_A, GII_B e GII_C. Esses animais foram alimentados com dieta normoprotéica (Dieta B), dieta esta que contém 15% de proteína. Também receberam mola para movimentação dentária (DMD).

Grupo III (GIII)

Os 15 animais pertencentes a este grupo foram redistribuídos nos subgrupos GIII_A, GIII_B e GIII_C, de cinco animais cada. Estes receberam dieta hipoprotéica (Dieta C) contendo 6% de proteína, além das molas para movimentação dentária (DMD).

4.1.2 - Dietas

4.1.2.1 - Dieta A

A dieta oferecida aos animais dos grupos GI_A, GI_B e GI_C foi composta da seguinte ração:

Caseína	489g
Óleo.	80g
Mistura salina.	40g
Mistura vitamínica (sais minerais).	10g
Maisena	341g
Fibra	40g

Cada 100g de caseína fornecem 81,6g de proteína, donde se deduz que 1000g desta ração fornecem 40% de proteína e 994,4 calorias*.

4.1.2.2 - Dieta B

A dieta oferecida aos animais dos grupos GII_A, GII_B e GII_C foi composta de:

Caseína	184g
-------------------	------

*As dietas foram preparadas segundo: BEST, C.H. & TAYLOR, N.B. - The Physiological basis old musical practice. 8th Edition, the WILLIAMS & WILKINS Co., Baltimore 1966, 63: 1265).

Óleo.	80g
Mistura salina.	40g
Mistura vitamínica.	10g
Maisena	646g
Fibra	40g

Cada 1000g de dieta fornecem 15% de proteína e 372,9 calorias*.

4.1.2.3 - Dieta C

A dieta oferecida aos animais dos grupos GIII_A, GIII_B e GIII_C foi composta da ração:

Caseína	74g
Óleo.	80g
Mistura salina.	40g
Mistura vitamínica.	10g
Maisena	756g
Fibra	40g

Cada 1000g desta ração fornecem 6% de proteína e 149,1 calorias*.

*O cálculo para as dietas foram preparadas segundo: BEST, C.H. & TAYLOR, N.B. - The Physiological basis old musical practice. 8th Edition, the WILLIAMS & WILKINS Co., Baltimore 1966, 63: 1265).

As rações foram armazenadas em frascos plásticos e guardados em geladeira.

Foram oferecidos, diariamente, 15g de ração por rato e água "ad libitum". O controle da ingestão alimentar se deu através do peso da sobra da ração, deduzindo-se deste modo a quantidade de alimento ingerido.

Além do controle diário de ingestão alimentar, foi realizado ao final de cada período de 1 semana, a pesagem dos ratos sempre à mesma hora. Os animais foram mantidos durante 60 dias sob este controle da dieta, nas respectivas gaiolas metabólicas. Após este período os animais passaram para outra fase do experimento.

O quadro a seguir (Quadro 1) ilustra o tratamento oferecido aos animais experimentais.

QUADRO 1 - Denominação e distribuição dos animais nos grupos e subgrupos e o tratamento realizado durante todo o período experimental.

	Sub Grupo	Nº de Animais	Duração de Dieta	Colocação do DMD	Período de Ação do DMD	Controle Radiográfico	Controle Histológico
GRUPO I (GI) Dieta hiper-protéica (40% de proteína)	GI _A	5	2 meses	5 animais	1 dia	5 animais	5 animais
	GI _B	5	2 meses	5 animais	3 dias	5 animais	5 animais
	GI _C	5	2 meses	5 animais	7 dias	5 animais	5 animais
GRUPO II (GII) Dieta normo-protéica (15% de proteína)	GII _A	5	2 meses	5 animais	1 dia	5 animais	5 animais
	GII _B	5	2 meses	5 animais	3 dias	5 animais	5 animais
	GII _C	5	2 meses	5 animais	7 dias	5 animais	5 animais
GRUPO III (GIII) Dieta hipoprotéica (6% de proteína)	GIII _A	5	2 meses	5 animais	1 dia	5 animais	5 animais
	GIII _B	5	2 meses	5 animais	3 dias	5 animais	5 animais
	GIII _C	5	2 meses	5 animais	7 dias	5 animais	5 animais

4.2 - DESCRIÇÃO E APLICAÇÃO DO DISPOSITIVO MECANICO PARA MOVIMENTAÇÃO DENTÁRIA (DMD)

Inicialmente, foram preparados segmentos de molas espirais fechadas (UNITEK .008X.030 polegada - código n° 340 - 330) na medida de 6mm de comprimento (equivalente a 30 espirais) e padronizadas mediante a contagem, sob lupa, do número de espirais em cada DMD. Fig. 1.

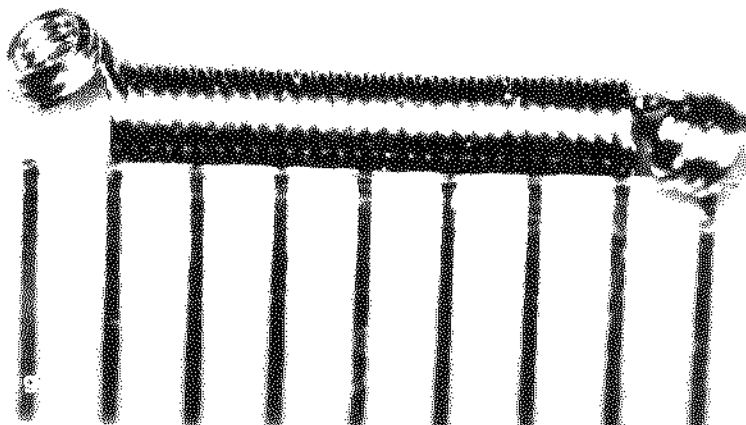


Fig. 1 - Fotografia que ilustra a padronização do segmento de mola

Para aferição da força de tração oferecida por tais segmentos de mola, foi idealizado um "estativo" que permitiu a fixação de uma das extremidades do DMD, enquanto a outra podia ser tracionada sobre uma régua milimétrica, com auxílio de um medidor de pressão e tração (dinamômetro) marca Dontrix* devidamente calibrado e aferido. Fig. 2.

*Aparelho "Dontrix" de construção E. T. M. Corporation - USA.

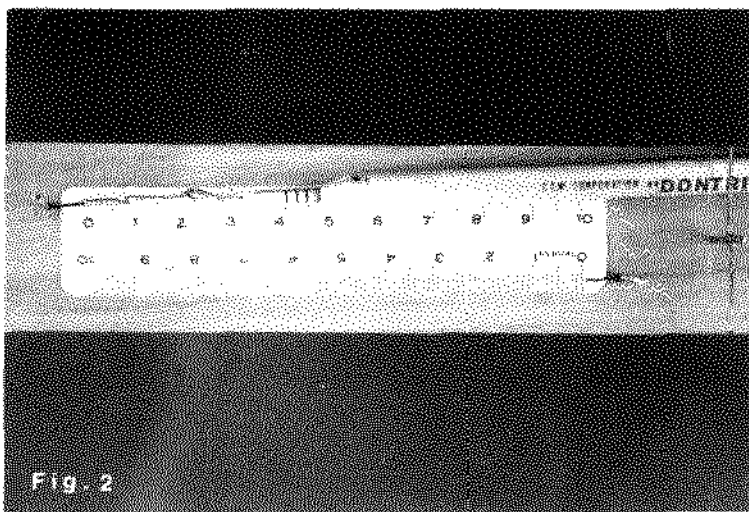


Fig. 2 - Fotografia mostrando o "estativo" usado para aferição das molas (DMD). Ao estirar 2,0mm o DMD, obtém-se uma força igual à 113,40g

Após os animais dos grupos GI, GII e GIII serem anestesiados por inalação de éter etílico e com auxílio de uma pinça Mathieur passou-se um fio de aço calibre 0,20mm (fio de ligadura), marca "Morelli", pelo espaço interproximal do primeiro e segundo molares superiores direitos, dando-se uma laçada ao redor da cervical do primeiro molar (M_1) de modo a fixar uma das extremidades do DMD na face mesial deste dente.

A mola foi estirada 2,0mm em média, medindo-se tal distensão através de um compasso tipo "bow divider", sendo a outra extremidade do DMD amarrada de encontro ao incisivo maxilar do la

do correspondente, que serviu de "ancoragem", seguindo o método aplicado por HELLER & NANDA⁽¹⁹⁾ em 1979.

Com este procedimento, objetivou-se um movimento do M_1 para mesial com uma força inicial equivalente a aproximadamente 113g (Fig. 3). Após a ativação inicial, a mola não sofreu nenhuma ativação adicional, sendo apenas examinada diariamente para se certificar da sua correta posição.

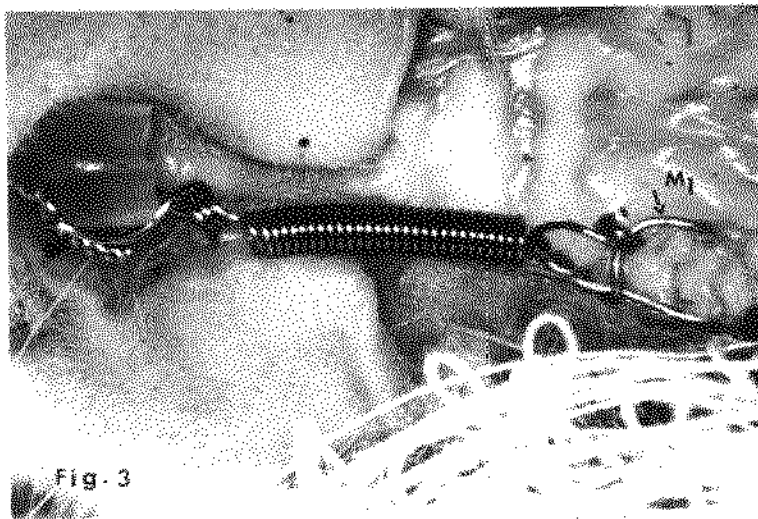


Fig. 3

Fotografia mostrando a instalação do DMD

4.3 - EXAME RADIOGRÁFICO

Imediatamente após os animais serem sacrificados por inalação excessiva de éter etílico em campânula de vidro, foram decapitados, e as suas cabeças seccionadas ântero-posteriormente, exatamente no plano médio sagital, com auxílio de uma serra manual do tipo utilizado para separação de troquel (usada em prótese para serrar gesso). Cada hemi-crânio foi fixado por 2 horas em

solução de Bouin antes da tomada radiográfica.

Após esse tempo, os hemi-crânios foram colocados sobre um filme periapical (AGFA.31x41, lote 46960020, Gevaert N.V., B-2510, made in Belgium), sendo a face do plano médio sagital voltada para o filme. Utilizou-se para a tomada das radiografias um aparelho de marca Siemens, modelo Heliodont, regulado para operar com 50kv e 7 miliamperes, com um filtro de alumínio com 2 milímetros de espessura. Adotou-se um tempo de exposição de 0,6 segundos, dirigindo-se o feixe central de raios-X em direção rigorosamente perpendicular ao filme, mantendo-se a distância foco-filme constante e igual a 21 centímetros, semelhante ao método radiográfico empregado por NUNES GALVÃO⁽⁴¹⁾, em 1965. Processou-se, em seguida, as películas radiográficas pelo método automático - Processadora P-10 da Siemens.

As radiografias assim obtidas foram montadas sobre molduras para diapositivos e as imagens foram projetadas, numa sala escura, sobre papel milimetrado para delineamento e desenho de seus contornos. Empregou-se um aparelho projetor Kodak fixado à distância de aproximadamente 70 centímetros de um anteparo, de forma a produzir uma ampliação da imagem de exatamente cinco vezes o tamanho original das estruturas registradas nas películas. Após desenhados os primeiros e segundos molares, toma-se a distância, em milímetros, entre ambos, a nível do ponto de contato, com uso de régua milimetrada (Fig. 4).

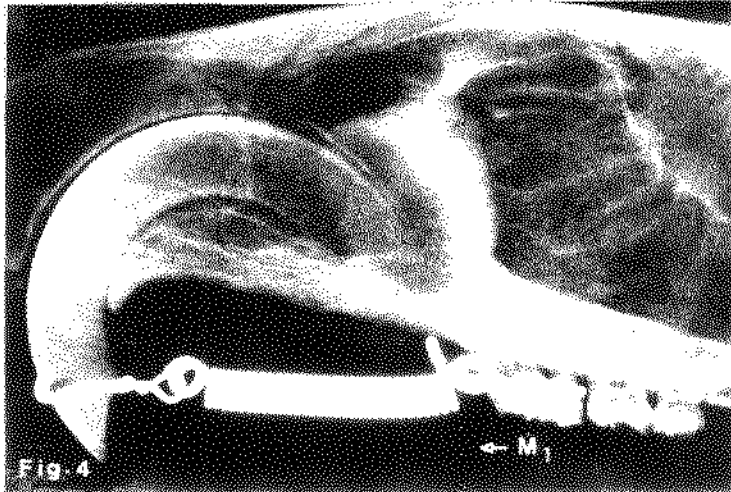


Fig. 4 - Fotografia ampliada ilustrando o deslocamento que o M_4 sofreu no sentido mesial.

4.4 - MÉTODO HISTOLÓGICO

Aos 1º, 3º e 7º dias, após a colocação do DMD, foram sacrificados todos animais pertencentes aos grupos GI, GII e GIII. Imediatamente após o sacrifício, os animais foram decapitados e despojados do epitélio e inserções musculares.

Em seguida, fez-se a divisão da cabeça conforme já descrito no item 4.3 e realizadas as tomadas radiográficas, mesmo antes de se completar o período de 48 horas necessários para a fixação dos tecidos, os hemi-crânios foram novamente seccionados para obtenção de peças anatómicas menores, abrangendo o setor compreendido entre distal dos terceiros molares e o espaço médio en-

tre os M_1 e incisivo.

Cumprida a etapa de fixação, as peças foram submetidas ao processo de descalcificação por solução de E.D.T.A., recém preparada. Depois de desmineralizados e com a utilização de uma lâmina de bisturi, as peças foram novamente reduzidas a segmentos menores de modo a prepará-las para inclusão, realizada em parafina, por técnica rotineira, e secções seriadas foram obtidas com o microtomo regulado para 7 micra de espessura, seguindo a incidência dos cortes no plano mesio-distal dos dentes. Após montados em lâminas os cortes foram desparafinados e corados com H-E.

4.5 TÉCNICA MICROSCÓPICA DE EXAME

Para estudar as alterações histológicas dos tecidos do periodonto de sustentação dos primeiros molares que sofreram movimentações, foi utilizado um microscópio óptico que possibilitou ampliar as estruturas em 20, 80 e 320 vezes.

Cada lâmina foi examinada na seguinte seqüência:

A - Aumento de 20 vezes, para certificar-se que o corte foi realizado exatamente no sentido mesio-distal do M_1 e identificar a espessura do ligamento periodontal nas áreas sob pressão e tração.

B - Sob aumento de 80 e 320 vezes as observações foram efetuadas nas seguintes áreas:

1 - Lado de pressão (mesial) de uma das raízes do M_1 , no terço médio radicular.

- 2 - Lado de tração (distal) de uma das raízes de M_1 , no terço médio radicular.
- 3 - osso alveolar, na região do septo interradicu-
lar.

CAPÍTULO 5
DADOS E RESULTADOS

5 - DADOS E RESULTADOS

5.1 - CONTROLE DE PESO E INGESTÃO ALIMENTAR

Durante as 9 semanas que antecederam a adaptação do DMD aos dentes dos animais (período preparatório), todos os ratos pertencentes aos grupos GI, GII e GIII foram pesados semanalmente, tendo como objetivo controlar não só a ingestão alimentar como também acompanhar o desenvolvimento corporal desses animais. Sendo as médias de peso agrupadas nas respectivas tabelas 1, 2 e 3, que se seguem:

Tabela 1 - Valores médios de peso dos animais pertencentes ao grupo GI, durante um período preparatório de 9 semanas

Tempo	1°S	2°S	3°S	4°S	5°S	6°S	7°S	8°S	9°S
n° de animais=15									
Peso	73,6	84,8	106,2	135,8	176,7	191,2	202,4	236,1	248,0

Legenda das Tabelas 1, 2 e 3

onde: S = semanas e Peso = representa a média de peso (em gramas) dos 15 animais pertencentes ao grupo.

Tabela 2 - Valores médios de peso dos animais pertencentes ao grupo GII, durante um período preparatório de 9 semanas

Tempo n° de animais=15	1°S	2°S	3°S	4°S	5°S	6°S	7°S	8°S	9°S
	Peso	55,6	86,7	98,3	132,6	162,4	179,6	213,9	229,8

Tabela 3 - Valores médios de peso dos animais pertencentes ao grupo GIII, durante um período preparatório de 9 semanas

Tempo n° de animais=15	1°S	2°S	3°S	4°S	5°S	6°S	7°S	8°S	9°S
	Peso	61,3	63,8	64,3	69,5	76,0	86,6	93,2	100,8

Tabela 4 - Teste de Tukey para médias de pesos dos grupos GI, GII e GIII, a partir da 7ª semana

NUM. ORDEM	NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MÉDIAS	MÉDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	GI	9	161.644444	161.644444	a	A
2	2	GII	9	155.266667	155.266667	a	A
3	3	GIII	9	79.555556	79.555556	b	B

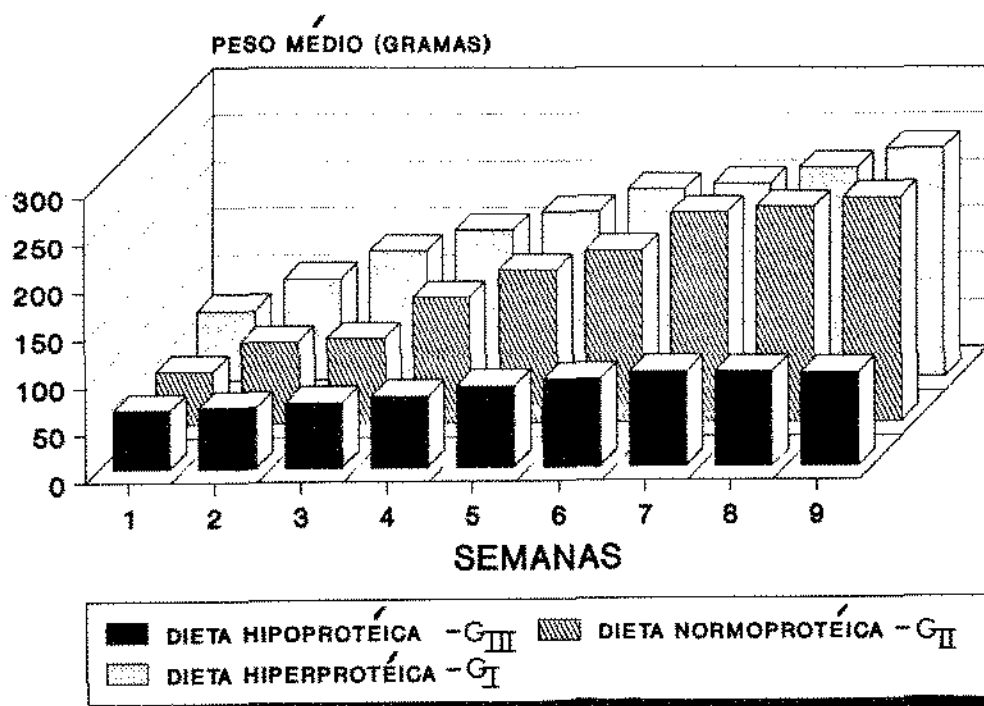
Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado d.m.s.5% = 35.19616 - d.m.s.1% = 46.18891

A análise estatística descritiva dos valores médios de peso encontra-se representada no gráfico 1, que mostra uma comparação entre o ganho de peso dos animais pertencentes aos grupos GI, GII e GIII, no período preparatório de 9 semanas.

Há que se relatar que, além do baixo peso corporal dos animais do grupo GIII, foram evidentes, nesses animais com defi-

ciência protéica, uma irregularidade na pelagem acompanhada de pouco desenvolvimento da musculatura, constatadas visualmente em comparação com o aspecto dos animais dos outros grupos.

GRÁFICO 1 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE PESOS MÉDIOS DOS ANIMAIS, EM FUNÇÃO DAS DIETAS.



5.2 - DESLOCAMENTO MESIAL DO PRIMEIRO MOLAR MAXILAR DIREITO
(M₁)

Os dados foram obtidos após criteriosa avaliação radiográfica, como descrito anteriormente no capítulo 4.3. Assim, procuramos agrupá-los em tabelas, a seguir:

5.2.1 - Tabela 5 - Valores do deslocamento mesial do M₁ com relação ao M₂, mensurado à nível do ponto de contato entre ambos, nos sub-grupos GI_A, GII_A e GIII_A.

Nº de animais	Sub-Grupos		
	GI _A	II _A	GIII _A
1	0.8mm	0.6mm	0.6mm
2	1.0mm	0.8mm	0.5mm
3	0.7mm	0.5mm	0.6mm
4	0.8mm	0.7mm	0.4mm
5	1.0mm	0.6mm	0.6mm
Média	0.86mm	0.64mm	0.54mm
μ	86	64	54

5.2.2 - Tabela 6 - Valores do deslocamento mesial do M_1 com relação ao M_2 , mensurado à nível do ponto de contato entre ambos, nos sub-grupos GI_n , GII_n e $GIII_n$.

Nº de animais	Sub-Grupos		
	GI_n	GII_n	$GIII_n$
1	1.8mm	0.8mm	0.6mm
2	1.0mm	1.0mm	0.6mm
3	1.0mm	0.9mm	0.5mm
4	1.0mm	0.8mm	0.5mm
5	1.0mm	0.8mm	0.3mm
Média	1.00mm	0.86mm	0.48mm
μ	100	86	48

5.2.3 - Tabela 7 - Valores do deslocamento mesial do M_1 com relação ao M_2 , mensurado à nível do ponto de contato entre ambos, nos sub-grupos GI_c , GII_c e $GIII_c$.

Nº de animais	Sub-Grupos		
	GI_c	GII_c	$GIII_c$
1	1.0mm	1.0mm	0.5mm
2	1.2mm	0.9mm	0.6mm
3	1.0mm	0.9mm	0.5mm
4	1.2mm	1.0mm	0.7mm
5	1.1mm	1.0mm	0.7mm
Média	1.10mm	0.96mm	0.56mm
μ	110	96	56

Tabela 8 - Análise de variância para dados do movimento mesial do M_1 .

CAUSA DE VARIACÃO	G. L.	S. Q.	Q. M.	F	Nível %
Grupos (GR)	2	1.944460000	0.97222800	110.76**	0,00
Tempo (TE)	2	0.413789000	0.206895000	23.57**	0,00
Interação GRxTE	4	0.48877200	0.012219300	1.39NS	
Resíduo	36	0.315987000	0.008777410		
Total	44	2.723110000			

Tabela 9 - Teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, para comparação do movimento mesial do M entre os Grupos GI, GII e GIII.⁴

DMS = 0.083698

Grupo	GI	0.98667 - A
Grupo	II	0.82000 - B
Grupo	GIII	0.48667 - C

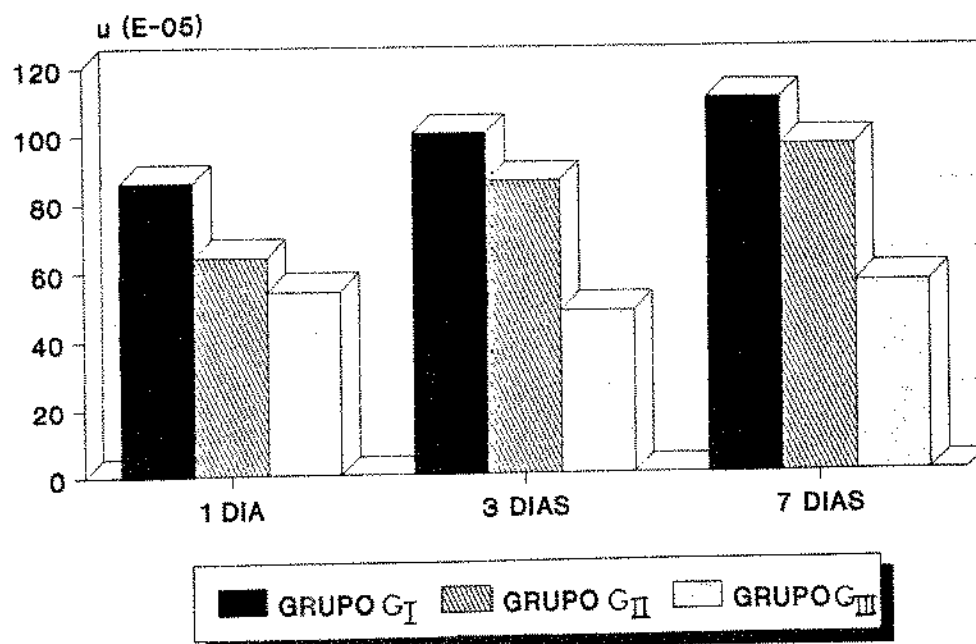
Tabela 10 - Teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade para comparação de deslocamento mesial do M em função do tempo, independentemente do grupo estudado.⁴

DMS = 0.083698

7 dias	0.87333 - A
3 dias	0.78000 - B
1 dia	0.64000 - C

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

GRÁFICO 2 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO DESLOCAMENTO MESIAL DO M_1 , APRESENTADOS NAS TABELAS 5, 6 e 7, SENDO OS VALORES EXPRESSOS EM μ .



5.3 - RESULTADOS HISTOLÓGICOS

Para ordenar a interpretação dos aspectos histológicos encontrados e facilitar a discussão dos resultados, bem como permitir a correlação com a movimentação dentária ocorrida com o M_1 , procuramos relatar essas alterações histológicas de modo que fiquem agrupadas nos períodos experimentais correspondentes, segundo o método e sequência deste trabalho. Assim, não apresentamos os resultados dos sub-grupos controles (dieta normoprotéica) e posteriormente dos outros dois sub-grupos experimentais (dietas hiper e hipo-protéicas), mas disporemos tais resultados na ordem em que serão efetuadas as comparações.

5.3.1 - Descrição das alterações histológicas ocorridas no periodonto de sustentação do M_1 , de ratos pertencentes aos sub-grupos GI_A , GII_B e $GIII_C$, ou seja, 1 dia após a colocação do DMD.

5.3.1.1 - Ligamento periodontal, lado de pressão: GI_A

Verificou-se um espaço periodontal nitidamente diminuído em relação ao lado de tração. O ligamento periodontal exibiu um diminuído número de fibras, sendo que estas fibras apresentavam-se desorganizadas apesar de estarem direcionadas longitudinalmente em alguns exemplares (Fig. 5 e 6).

Os vasos sanguíneos, apesar de achatados com seus calibres reduzidos, estavam presentes e associados aparentemente à diminuição da substância intercelular ou colágeno (Fig. 6).

Osteoclastos foram detectados em número discreto e os osteoblastos não foram observados em quantidade normal.

Notou-se a presença de áreas hialinizadas, sendo que a superfície do osso alveolar sob pressão mostrou um contorno regular, com pequenas áreas de reabsorção (Fig. 6).

5.3.1.2 - Ligamento periodontal, lado de tração: GI_A

O espaço periodontal apresentou-se nitidamente aumentado com fibras do ligamento periodontal alongadas, porém constatou-se inserção normal das fibras (fibras de Sharpey) tanto no osso fasciculado quanto no cimento, não sendo observados rompimento ou desorganização. Os vasos sanguíneos mostraram-se mais alongados e contornados por células indiferenciadas. Ao examinar esses exemplares, notou-se atividade de osteoblastos, com a presença de fibroblastos e substância intercelular normais, geralmente alinhados paralelamente às fibras, que se direcionavam no sentido da tração (Figs. 5 e 7).

5.3.1.3 - Aspecto do osso alveolar, na região
do septo interradicular: GI_A

No geral, a densidade do osso alveolar revelou-se normal, com presença de canais de Havers exibindo áreas de neoformação, com reorientação de trabéculas ósseas. Discreta presença de osteoclastos foi detectada no interior de espaços medulares ou nos canais de Havers em formação (Fig. 8).

5.3.1.4 - Ligamento periodontal, lado de pressão: GII_A (controle).

Notou-se uma redução do espaço periodontal estando as fibras orientadas no sentido longitudinal, menos abundantes do que no lado de tração. Apresentou-se uma perda de inserção das fibras de Sharpey, em algumas áreas, tanto no cimento como no osso fasciculado. Os vasos sanguíneos estavam em número reduzido, com redução aparente do número de fibroblastos. Áreas nitidamente hialinizadas foram evidentes no ligamento periodontal. A parede alveolar, em alguns exemplares, mostrou um recorte característico provocado por lacunas de reabsorção com presença de osteoclasto (Figs. 9 e 10).

5.3.1.5 - Ligamento periodontal, lado de tra-
ção: GII_A (controle).

O espaço periodontal mostrou-se aumentado com presença abundante de fibras de aparência organizada e direcionadas num mesmo sentido, mantendo inserções normais das fibras de Sharpey tanto no osso fasciculado quanto no cimento. Os vasos sanguíneos eram abundantes e de bom calibre, com presença de células indiferenciadas em torno deles. Foram também encontrados fibroblastos em número relativamente normal e presença de osteoblastos junto à parede óssea alveolar (Figs 9 e 11).

5.3.1.6 - Osso alveolar, na região do septo in-
terradicular: GII_A (controle).

O osso alveolar interradicular exibiu sinais de organização dos canais de Havers e espaços medulares uniformemente distribuídos. Alguns canais de Havers acharam-se com as paredes recobertas por osteoblastos, circundados por osteócitos. Num todo, o corpo do osso apresentou-se com aspecto aparentemente normal. Observou-se também, a presença de alguns osteoclastos iniciando o processo de reabsorção óssea (Fig. 12).

5.3.1.7 - Ligamento Periodontal, lado de pressão: GIII_A

O espaço periodontal, nesse lado de pressão, viu-se diminuído, com fibras escassas nitidamente comprimidas e direcionadas no sentido longitudinal, com má definição das fibras de Sharpey no lado ósseo. Apresentou-se com aspecto celular pobre, exibindo mais fibras, com ausência de vasos sanguíneos. Além disso, pudemos notar áreas de hialinização (Figs. 13 e 14).

O ligamento periodontal mostrou-se pobre em substâncias intercelulares, havendo reduzido número de fibroblastos. Houve uma presença de osteoclastos em número razoável. A superfície óssea, apesar de regular, exibiu um aspecto fibroso como de resto todo o corpo ósseo (Fig. 14).

5.3.1.8 - Ligamento periodontal, lado de tração: GIII_A

Percebeu-se nítida distensão das fibras periodontais, embora alguns setores desorganizados. Entretanto, quando comparadas com as presentes no lado de pressão, apresentaram-se com melhor organização e direcionamento (Figs. 13 e 15). Verificou-se a presença normal de vasos sanguíneos e elementos celulares indiferenciados. Contudo, poucos osteoblastos junto à parede do osso alveolar e alguns osteoclastos estavam presentes nas lacunas de reabsorção da superfície do osso alveolar. O corpo ósseo mostrou-

se levemente fibrosado, com aspecto mais normal, quando comparado com o lado de pressão (Fig. 15).

5.3.1.9 - Osso alveolar, na região do septo interradicular: GIII_A

O osso alveolar entre as raízes dentárias mostrou poucos espaços medulares (canais de Havers), de um modo geral de aspecto esponjoso, porém, apresentou aspecto fibroso na maioria dos exemplares (Fig. 16).

5.3.2 - Descrição das alterações histológicas ocorridas no periodonto de sustentação do M₁, de rato pertencentes aos sub-grupos GI_B, GII_B e GIII_B, ou seja, 3 dias após a colocação do DMD.

5.3.2.1 - Ligamento periodontal, lado de pressão: GI_B

Notou-se um ligamento periodontal diminuído, exibindo extensas áreas de hialinização presentes em todos os exemplares (Fig. 17). Sob pressão, as fibras periodontais se apresentavam desorganizadas, não dispostas perpendicularmente às superfícies óssea e radicular. Foi evidente um engorgitamento vascular com presença de elementos sanguíneos extravasados. Existência de células de aspecto indiferenciado presentes em torno dos vasos. O

número de células estava bastante diminuído, principalmente fibroblastos (Fig. 18).

5.3.2.2 - Ligamento periodontal, lado de tração: GI_B

Os exemplares deste sub-grupo mostraram um espaço periodontal bastante aumentado, estando as fibras desse ligamento periodontal distendidas e dispostas num sentido homogêneo, compatível com o sentido da força exercida sobre o dente. Também observou-se alongação de vasos sanguíneos com algumas áreas mostrando evidente aglomerado celular em torno destes vasos. Houve presença marcada de cementoblastos e osteoblastos. Verificou-se inserções normais das fibras (fibras de Sharpey) tanto no osso fasciculado da parede óssea alveolar quanto no cimento radicular, conservando sua perfeita integridade (Figs. 17 e 19).

5.3.2.3 - Osso alveolar, na região do septo interradicular: GI_B

O osso alveolar apresentou-se com densidade regular normal: espaços lacunares (sistemas haversianos) aparentemente amplos e preenchidos de elementos sanguíneos (intensamente vascularizados). Bastante atividade de neoformação óssea nas lacunas internas (canais de Havers) do osso alveolar e, em alguns destes, presença de osteoclastos caracterizando processo de reabsorção.

Alguns canais de Havers acharam-se com paredes revestidas de células osteogênicas (Fig. 20).

5.3.2.4 - Ligamento periodontal, lado de pressão: GII_B (controle)

O espaço do ligamento periodontal apresentou-se bem reduzido com presença de extensas áreas de hialinização do ligamento e nítida desorganização das fibras periodontais, com evidente diminuição do número de células (Fig. 21). Presença de poucos vasos sanguíneos. O osso alveolar adjacente a essa área de pressão apresentou-se com lacunas de reabsorção, com evidente presença de osteoclastos (Fig. 22).

5.3.2.5 - Ligamento periodontal, lado de tração: GII_B (controle)

A espessura do ligamento periodontal estava aumentada, com presença abundante de fibras periodontais dispostas em forma organizada e direcionadas no mesmo sentido do estiramento que, de certa forma, também provocou alongação dos vasos, com presença de células indiferenciadas ao seu redor. O número de fibroblastos mostrou-se normal. As inserções das fibras de Sharpey, tanto no cimento quanto no osso fasciculado permaneceram íntegras. E, ao longo da parede alveolar adjacente, percebeu-se intensa atividade celular tanto osteogênica como de osteólise ou osteolítica (Figs.

5.3.2.6 - Osso alveolar, na região do septo interradicular: GII₂ (controle)

A superfície óssea apresentou-se desprovida de osteoblastos, mostrando presença de osteoclastos, que também é notada em lacunas ósseas (canais de Havers) internas do osso interradicular. A porção lamelar do osso alveolar apresentou-se com aparência de normalidade (Fig. 24).

5.3.2.7 - Ligamento periodontal, lado de pressão: GIII₂

Neste sub-grupo, em que os animais foram alimentados por dietas contendo baixo teor de proteína, exibiu-se um espaço periodontal diminuído, apresentando-se edema e degeneração das fibras periodontais. As fibras, de um modo geral, apresentaram-se desorganizadas com perdas das inserções das fibras de Sharpey (Fig. 25). Houve presença de áreas hialinizadas, somada à escassez de vasos sanguíneos, e presença de osteoclastos atuando em processo de reabsorção óssea na parede alveolar adjacente (Figs. 25 e 26). O número de fibroblastos tornou-se diminuído no ligamento e, sua disposição e orientação pareceu acompanhar a orientação geral das fibras.

5.3.2.8 - Ligamento periodontal, lado de tração GIII_B

O alargamento do espaço periodontal foi observado, com as fibras periodontais direcionadas quase todas num mesmo sentido, sem perder suas inserções cimento-osso fasciculado. A vascularização sofreu aparente redução sendo que os vasos observados estavam distendidos (Figs. 25 e 27).

5.3.2.9 - Osso alveolar na região do septo interradicular: GIII_B

Uma modificação na estrutura da porção lamelar do osso alveolar foi marcada pela redução do número de trabeculados ósseos, mais poroso e menos denso do que seria normal, somada à redução na atividade de remodelação óssea. Uma nítida redução dos espaços medulares e canais de Havers que mostraram-se ampliados, além de se notar uma redução no número de osteoblastos. De um modo geral, o osso alveolar apresentou-se com aspecto fibroso, com pouca distinção da porção fasciculada e porção lamelar do osso alveolar (Fig. 28).

5.3.3 - Descrição das alterações histológicas ocorridas no periodonto de sustentação do M_1 , de ratos pertencentes aos sub-grupos GI_c , GII_c e $GIII_c$, ou seja, 7 dias após a colocação do DMD.

5.3.3.1 - Ligamento periodontal, lado de pressão: GI_c

Notou-se que, no lado de pressão, o ligamento periodontal mostrou sinais de reorganização. Não houve mais o aspecto de compressão das fibras de ligamento, com recuperação do espaço periodontal. A população celular pareceu restabelecida, exibindo fibroblastos direcionados no sentido das fibras bem organizadas e orientadas, apresentando inserção normal das fibras de Sharpey. O osso alveolar mostrou estar sob um processo de reabsorção que ainda se encontrava em andamento (Figs. 29 e 30).

5.3.3.2 - Ligamento periodontal, lado de tração: GI_c

Ainda se observou uma alongação das fibras no sentido de tração, reunidas em feixes característicos, bem organizados, contendo fibroblastos direcionados no mesmo sentido da tração. Porém, o número de células mostrou-se aparentemente normal (Figs. 29 e 31).

5.3.3.3 - Osso alveolar, na região do septo interradicular: GI_c

O osso alveolar apresentou aspecto normal, com nítida distinção entre o osso fasciculado e lamelar. A parte fasciculada apresentou-se com lâminas ósseas paralelas que aprisionam, no seu interior, as fibras de Sharpey; fibras estas que se apresentavam inseridas perpendicularmente à superfície óssea e estavam paralelas entre si, originando uma imagem nitidamente normal. A parte lamelar mostrou-se sob a forma de lâminas ósseas paralelas, ou ainda, sob a forma de sistemas haversianos (Fig. 32).

5.3.3.4 - Ligamento periodontal, lado de pressão: GII_c (controle)

O espaço periodontal mostrou-se dimensionalmente preservado em toda sua extensão, estando as suas fibras dirigidas de modo desorganizado e desorientado. Os fibroblastos apareceram em número aparentemente normal e alinhados paralelamente às fibras. Não se constatou inserção normal das fibras (fibras de Sharpey) tanto no osso fasciculado quanto no cimento, sendo observado rompimento ou desorganização. A área de hialinização estava diminuída pelo aparecimento do tecido de granulação e o tecido ósseo da área alveolar adjacente apresentou-se com aspecto de neoformação pelo revestimento de células osteogênicas (Figs. 33 e 34).

5.3.3.5 - Ligamento periodontal, lado de tração: GII_c (controle)

Evidenciou-se um espaço periodontal preservado, com as fibras apresentando uma direção e organização mais uniforme, embora, em alguns exemplares, mantivesse a alongação das fibras (Fig. 35).

Os elementos celulares do ligamento mostraram uma distribuição numérica e morfologia normais, apresentando um claro alinhamento de fibroblastos e osteoblastos ao longo da superfície óssea adjacente (Figs. 35 e 36).

5.3.3.6 - Osso alveolar, região do septo interradicular, GII_c (controle)

O osso alveolar apresentou-se com aspecto normal e, apenas na sua superfície do lado de tração, mostrou-se um pouco irregular quando comparado com o lado de pressão. De um modo geral, o osso alveolar apresentou-se com densidade normal (Fig. 36).

5.3.3.7 - Ligamento periodontal, lado de pressão: GIII_c

O ligamento periodontal exibiu-se com aspecto desorganizado, com nítida deficiência em fibras periodontais; vasos sanguíneos com aspecto bem irregular e em número reduzido, coloca-

dos ao meio de pouca quantidade de substância intercelular (colágeno). Houve má definição das fibras de Sharpey, tanto no lado do osso fasciculado quanto do cimento radicular. O osso alveolar adjacente a este lado de pressão mostrou-se com aspecto esponjoso e fibroso (aspecto poroso). Também foi registrada a presença de células indiferenciadas e de osteoclastos em notável processo de reabsorção óssea (Figs. 37 e 38).

5.3.3.8 - Ligamento periodontal, lado de tração: GIII_c

O espaço do ligamento periodontal mostrou-se alargado, com carência de fibras periodontais e substância intercelular (colágeno). Em alguns exemplares não se verificou perda das inserções das fibras de Sharpey, sendo que apenas as fibras mostraram-se com aspecto desorganizado, porém com vascularização normal, compatível com a tração (Figs. 37 e 40).

O osso alveolar adjacente mostrou-se com nítida aparência fibrosa e esponjosa (aspecto poroso) parecido com o encontrado no lado de pressão. Foi evidente a presença de osteoblastos e osteoclastos, em número razoável (Fig. 39).

5.3.3.9 - Osso alveolar região do septo interradicular: GIII_c

O osso alveolar, nas suas porções lamelar e fasciculada apresentou-se densamente fibrosado e bem desorganizado, com pobreza de lacunas (canais de Havers) e pouca presença de trabéculas ósseas calcificadas; deste modo, o osso alveolar mostrou-se mais poroso e menos denso, apresentando uma baixa atividade de remodelação óssea (Fig. 40).

**LEGENDA GERAL DOS SIMBOLOS INDICATIVOS DAS ESTRUTURAS
APRESENTADAS NAS FIGURAS DE N.º 5 A 40, QUE SE SEGUEM:**

- D - Dentina ou dente
- Fb - Fibroblasto
- F - Fibras colágenas
- FS - Fibras de Sharpey
- H - Zona hialina
- L - Ligamento periodontal
- O - Osso alveolar
- OF - Porção fasciculada do osso alveolar
- OL - Porção lamelar do osso alveolar
- Ob - Osteoblasto
- Oc - Osteoclasto
- SH - Canal ou Sistema de Havers
- V - Vaso sanguíneo
- Otc- Osteócito

PRANCHA 1 - COMPOSTA DE FOTOGRAFIAS QUE ILUSTRAM OS ASPECTOS DO PERIODONTO DO GRUPO GI_A, ANIMAIS ALIMENTADOS COM DIETA HIPER-PROTEICA, SACRIFICADOS 1 DIA APÓS COLOCAÇÃO DO DMD.

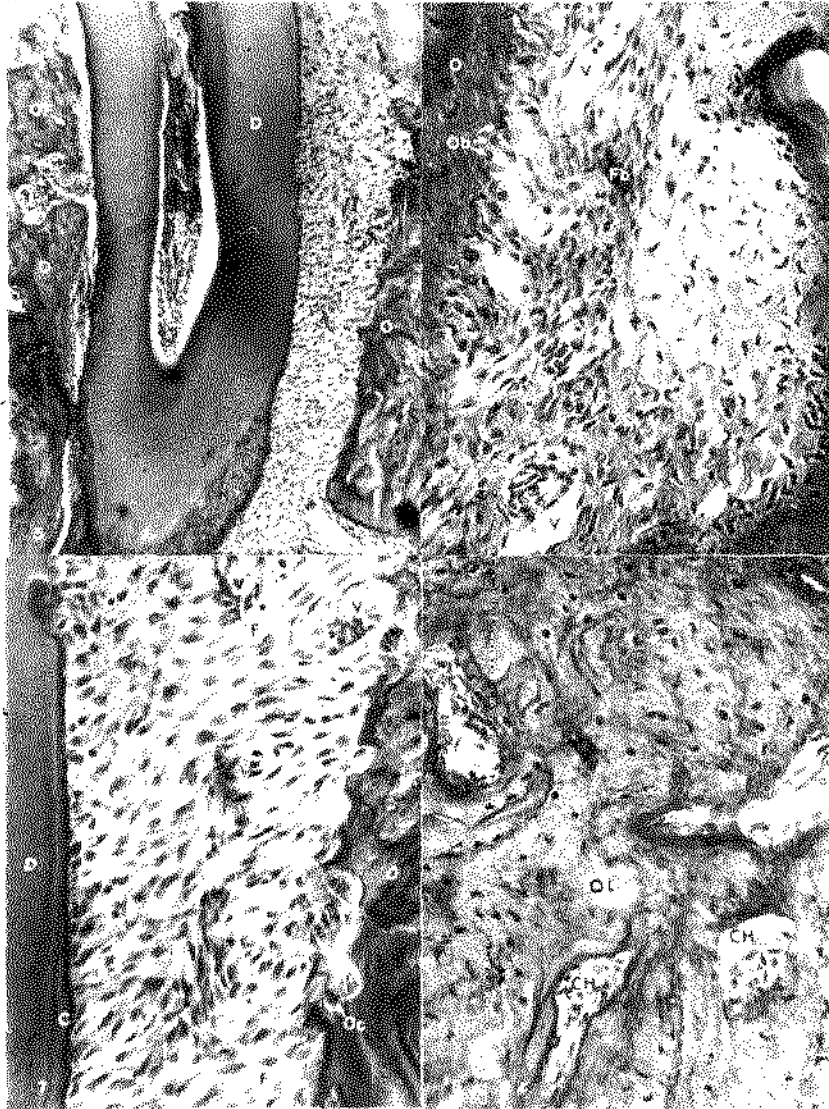
Fig. 5 - Vista panorâmica do periodonto; espaço do ligamento periodontal, lados de pressão e tração. Coloração HE.

Fig. 6 - Ligamento periodontal, lado de pressão na altura do terço médio radicular. Coloração HE.

Fig. 7 - Ligamento periodontal, lado de tração, na altura do terço médio radicular. Coloração HE.

Fig. 8 - Osso alveolar, na região do septo interradicular. Coloração HE.

FRANCHA 1



PRANCHA 2 - COMPOSTA DE FOTOGRAFIAS QUE ILUSTRAM OS ASPECTOS DO PERIODONTO DO GRUPO GII_A, ANIMAIS CONTROLES ALIMENTADOS COM DIETA NORMO-PROTÉICA, SACRIFICADOS 1 DIA APÓS COLOCAÇÃO DO DMD.

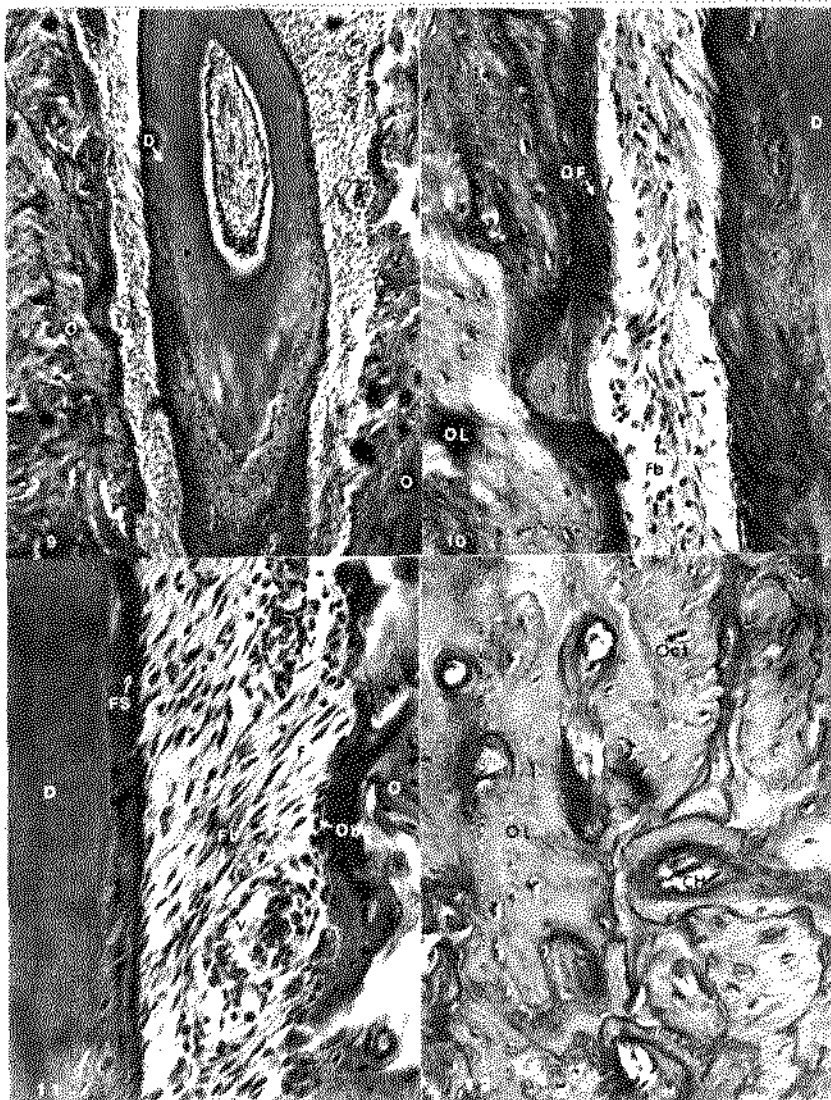
Fig. 9 - Vista panorâmica do periodonto, espaço do ligamento periodontal, lado de pressão e tração. Coloração HE.

Fig.10 - Ligamento periodontal, lado de pressão na altura do terço médio radicular. Coloração HE.

Fig.11 - Ligamento periodontal, lado de tração na altura do terço médio radicular. Coloração HE.

Fig.12 - Osso alveolar, na região do septo interradicular. Coloração HE.

PRANCHA 2



PRANCHA 3 - COMPOSTA DE FOTOGRAFIAS QUE ILUSTRAM OS ASPECTOS DO PERIODONTO DO GRUPO GIII^A, ANIMAIS ALIMENTADOS COM DIETA HIPO-PROTÉICA, SACRIFICADOS 1 DIA APÓS A COLOCAÇÃO DO DMD.

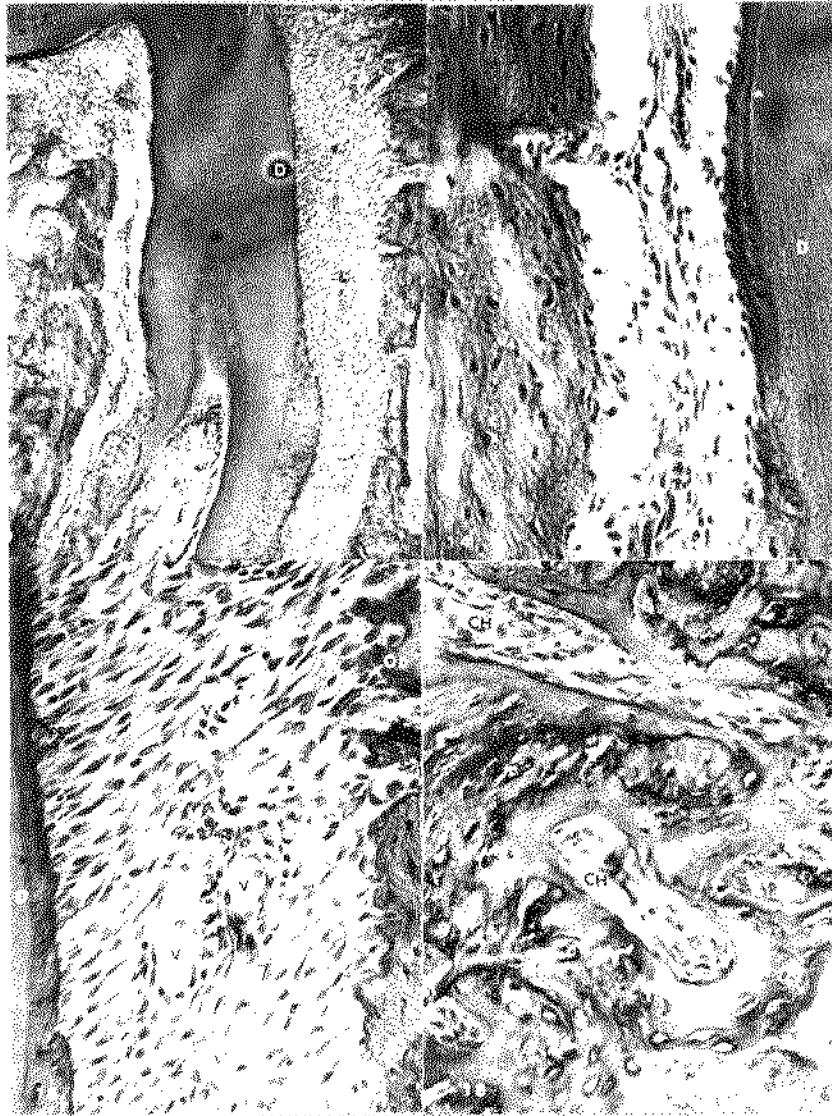
Fig. 13 - Vista panorâmica do periodonto, espaço do ligamento periodontal, lado de pressão e tração. Coloração HE.

Fig. 14 - Ligamento periodontal, lado de pressão na altura do terço médio radicular. Coloração HE.

Fig. 15 - Ligamento periodontal, lado de tração na altura do terço médio radicular. Coloração HE.

Fig. 16 - Osso alveolar, na região do septo interradicular. Coloração HE.

PRANCHA 3



PRANCHA 4 - COMPOSTA DE FOTOGRAFIAS QUE ILUSTRAM OS ASPECTOS DO PERIODONTO DO GRUPO GI_B, ANIMAIS ALIMENTADOS COM DIETA HIPER-PROTÉICA, SACRIFICADOS 3 DIAS APÓS A COLOCAÇÃO DO DMD.

Fig. 17 - Vista panorâmica do periodonto, espaço do ligamento periodontal, lado de pressão e tração. Coloração HE.

Fig. 18 - Ligamento periodontal, lado de pressão na altura do terço médio radicular. Coloração HE.

Fig. 19 - Ligamento periodontal, lado de tração na altura do terço médio radicular. Coloração HE.

Fig. 20 - Osso alveolar, na região do septo interradicular. Coloração HE.

PRANCHA 4



PRANCHA 5 - COMPOSTA DE FOTOGRAFIAS QUE ILUSTRAM OS ASPECTOS DO PERIODONTO DO GRUPO GII_B, ANIMAIS CONTROLE, ALIMENTADOS COM DIETA NORMO-PROTÉICA, SACRIFICADOS 3 DIAS APÓS A COLOCAÇÃO DO DMD.

Fig. 21 - Vista panorâmica do periodonto, espaço do ligamento periodontal, lado de pressão e tração. Coloração HE.

Fig. 22 - Ligamento periodontal, lado de pressão na altura do terço médio radicular. Coloração HE.

Fig. 23 - Ligamento periodontal, lado de tração na altura do terço médio radicular. Coloração HE.

Fig. 24 - Osso alveolar, na região do septo interradicular. Coloração HE.

PRANCHA 5



PRANCHA 6 - COMPOSTA DE FOTOGRAFIAS QUE ILUSTRAM OS ASPECTOS DO PERIODONTO DO GRUPO GIII, ANIMAIS ALIMENTADOS COM DIETA HIPO-PROTÉICA, SACRIFICADOS 3 DIAS APÓS A COLOCAÇÃO DO DMD.

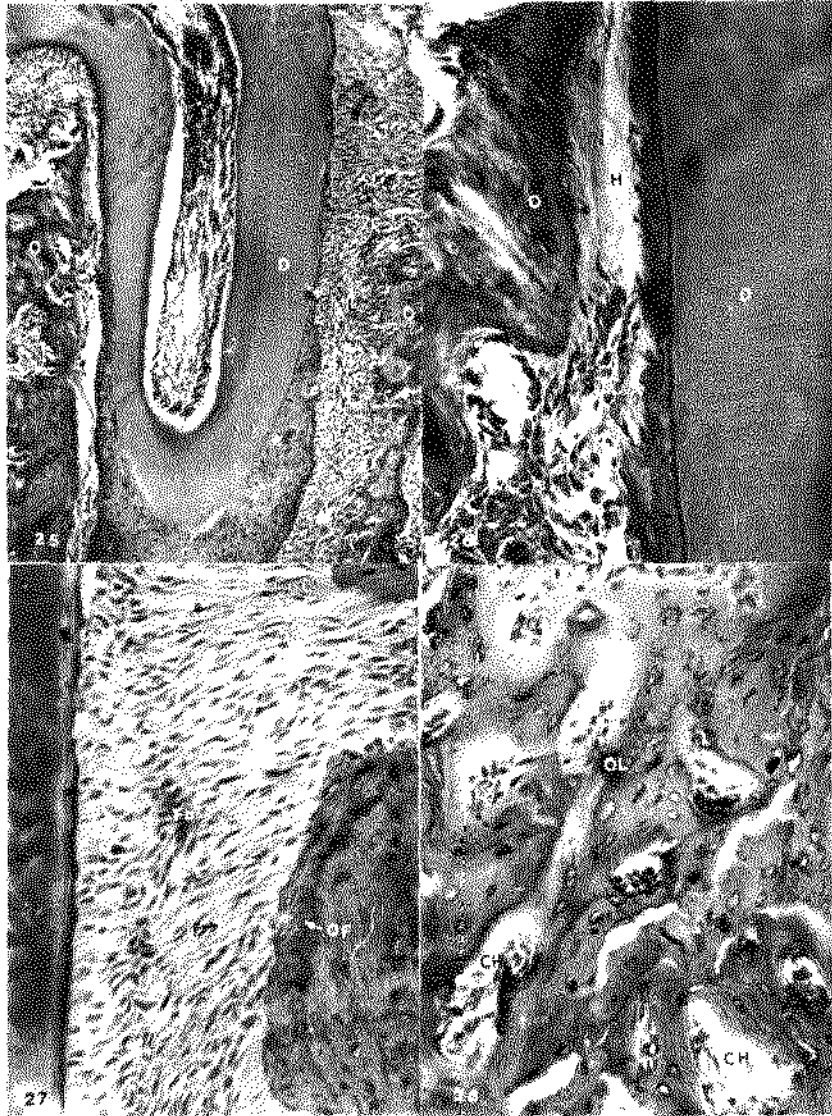
Fig. 25 - Vista panorâmica do periodonto, espaço do ligamento periodontal, lado de pressão e tração. Coloração HE.

Fig. 26 - Ligamento periodontal, lado de pressão na altura do terço médio radicular. Coloração HE.

Fig. 27 - Ligamento periodontal, lado de tração na altura do terço médio radicular. Coloração HE.

Fig. 28 - Osso alveolar, na região do septo interradicular. Coloração HE.

PRANCHA 6



PRANCHA 7 - COMPOSTA DE FOTOGRAFIAS QUE ILUSTRAM OS ASPECTOS DO PERIODONTO DO GRUPO GI_c, ANIMAIS ALIMENTADOS COM DIETA HIPER-PROTÉICA, SACRIFICADOS 7 DIAS APÓS A COLOCAÇÃO DO DMD.

Fig. 29 - Vista panorâmica do periodonto, espaço do ligamento periodontal, lado de pressão e tração. Coloração HE.

Fig. 30 - Ligamento periodontal, lado de pressão na altura do terço médio radicular. Coloração HE.

Fig. 31 - Ligamento periodontal, lado de tração na altura do terço médio radicular. Coloração HE.

Fig. 32 - Osso alveolar, na região do septo interradicular. Coloração HE.

PRANCHA 7



PRANCHA 8 - COMPOSTA DE FOTOGRAFIAS QUE ILUSTRAM OS ASPECTOS DO PERIODONTO DO GRUPO GII_c, ANIMAIS CONTROLE, ALIMENTADOS COM DIETA NORMO-PROTÉICA, SACRIFICADOS 7 DIAS APÓS A COLOCAÇÃO DO DMD.

Fig. 33 - Vista panorâmica do periodonto, espaço do ligamento periodontal, lado de pressão e tração. Coloração HE.

Fig. 34 - Ligamento periodontal, lado de pressão na altura do terço médio radicular. Coloração HE.

Fig. 35 - Ligamento periodontal, lado de tração na altura do terço médio radicular. Coloração HE.

Fig. 36 - Osso alveolar, na região do septo interradicular. Coloração HE.

PRANCHA 8



PRANCHA 9 - COMPOSTA DE FOTOGRAFIAS QUE ILUSTRAM OS ASPECTOS DO PERIODONTO, GRUPO GIII_c, ANIMAIS ALIMENTADOS COM DIETA HIPO-PROTÉICA, SACRIFICADOS 7 DIAS APÓS A COLOCAÇÃO DO DMD.

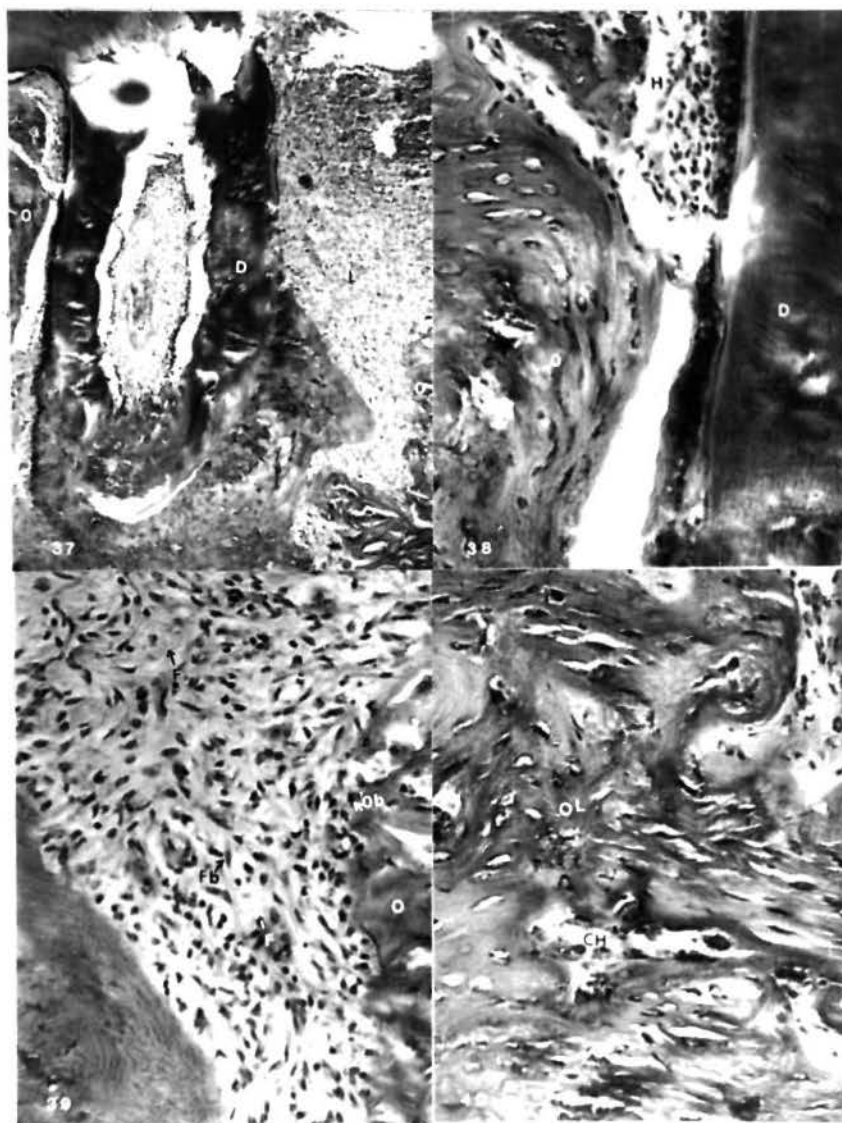
Fig. 37 - Vista panorâmica do periodonto, espaço do ligamento periodontal, lado de pressão e tração. Coloração HE.

Fig. 38 - Ligamento periodontal, lado de pressão na altura do terço médio radicular. Coloração HE.

Fig. 39 - Ligamento periodontal, lado de tração na altura do terço médio radicular. Coloração HE.

Fig. 40 - Osso alveolar, na região do septo interradicular. Coloração HE.

PRANCHA 9



CAPÍTULO 6

DISCUSSÃO

6 - DISCUSSÃO

Apesar de nosso estudo ter como objetivo principal verificar as alterações histológicas resultantes de movimentação dentária, não podemos deixar de ressaltar a ocorrência de alterações no desenvolvimento e no peso dos animais, em decorrência do tratamento alimentar aplicado.

Este capítulo se apresenta composto de dois módulos distintos: 1) discussão realizada de maneira comparativa, quanto a análise de peso e ingestão alimentar e, 2) uma discussão dos resultados do deslocamento mesial do M_1 e alterações histológicas sem caráter comparativo, pois, apesar de existirem trabalhos que relacionaram carência proteica e periodonto de proteção, parece que a correlação entre nutrição protéica e movimentação dentária não foi estudada da maneira como se aborda neste trabalho.

Desta forma, inicialmente, analisaremos os resultados do peso corporal e desenvolvimento dos animais e, em seguida, consideraremos a quantidade de movimento dentário e as alterações histológicas.

6.1 - ANÁLISE DO PESO

CHAWLA & GLICKMAN⁽¹⁰⁾ e STAHL e cols.⁽⁶⁹⁾, ao aplicarem dieta hipoprotéica em animais experimentais, verificaram que

estes animais tiveram pouca ou nenhuma alteração de peso e não apresentaram desenvolvimento corporal significativo, mantendo-se com o mesmo tamanho do início ao fim do período experimental. Já, os animais cuja dieta administrada foi a normoprotéica, exibiram um progressivo ganho de peso. Igualmente, o desenvolvimento corporal deste segundo grupo mostrou-se bem superior quando comparado àquele de ratos hiponutridos. Esta descrição assemelha-se aos nossos resultados quando se compara os grupos GII (controle) e GIII (dieta hipoprotéica) conforme o gráfico 1.

Todavia, os animais pertencentes ao grupo GI, mantidos sob dieta hiperprotéica, apresentaram um ganho progressivo de peso, porém, ligeiramente maior do que o grupo de animais controles (grupo GII). Ainda, com relação aos animais do grupo GI, destacou-se um evidente desenvolvimento da musculatura e do tamanho, em contraposição àqueles resultados que ocorreram nos animais submetidos à dieta hipoprotéica (grupo GIII) e, também aos resultados de peso, crescimento e desenvolvimento de animais tratados com dieta hipoprotéica por GOOD e cols.⁽¹⁸⁾, LEAVER e cols.⁽²⁸⁾ e FRANDSEN e cols.⁽⁴⁴⁾.

A relação entre o desenvolvimento e peso com relação à idade do rato normal, foram feitas por FARRIS & GRIFFITH⁽¹³⁾. Para estes autores, o peso expressa não só a idade mas também o desenvolvimento desses animais. Quando comparados o peso e o desenvolvimento dos animais do grupo GII (controles) com os dados destes autores, notou-se semelhança. Entretanto, o grupo GIII mostrou não só uma deficiência no desenvolvimento como também manu-

tenção de um baixo peso corporal.

A significativa deficiência de peso dos animais submetidos a dietas carentes associada a perda da matéria mineral do tecido ósseo são resultado da ativa osteoporose, tal como também observaram CHAWLA & GLICKMAN⁽¹⁰⁾, OLIVER⁽⁴²⁾, BISSADA & DE MARCO⁽⁵⁾.

6.2 - AÇÃO DO DMD E DESLOCAMENTO MESIAL DO M_1

Logo no primeiro dia após a aplicação de força sobre o M_1 , pudemos verificar um deslocamento mesial deste dente, como apontam os resultados no gráfico 2. Este movimento inicial foi relatado por AZUMA⁽¹⁾, GOLDIE & KING⁽¹⁷⁾, REITAN^(50, 51) e KING & FISCHLSCHWEIGER⁽²⁶⁾, como um movimento inicial acelerado que, segundo eles, caracteriza o início do deslocamento dentário quando este se encontra sob força mecânica. Este movimento inicial acelerado é seguido por uma interrupção do deslocamento que se estende do primeiro ao quarto dia após iniciada a aplicação de força. E o dente volta a apresentar, no intervalo de 4 a 7 dias, um aumento do deslocamento, porém, numa intensidade mais discreta que a ocorrida no intervalo inicial. Com relação a estes intervalos de deslocamento dentário, verificamos que os resultados dos grupos GI e GII mostraram-se semelhantes. Entretanto, o grupo GIII apresentou um deslocamento inicial que se manteve constante até o sétimo dia (Gráfico 2).

Na análise estatística do movimento dentário do M_1 em

função do tempo, nos intervalos de 1, 3 e 7 dias, teste de Tukey ao nível de 5% (Tabela 9), verificou-se que, independentemente do período ou intervalo de tempo analisado, o grupo GI (sub-grupos GI_A , GI_B e GI_C) exibiu uma significativa e maior movimentação mesial do M_1 . Esta movimentação se deu de uma forma acelerada no primeiro dia e continuou aumentando, de forma discreta e contínua, nos outros intervalos, de 3 e 7 dias.

Apesar de o grupo GI apresentar uma alteração de movimento maior do M_1 , o grupo GII (sub-grupo GII_A , GII_B e GII_C) também mostrou uma movimentação razoável, ainda que em menor grau, porém mantendo-se a mesma proporção. O grupo GIII (sub-grupo $GIII_A$, $GIII_B$ e $GIII_C$) exibiu um movimento inicial acelerado no primeiro dia, porém esta movimentação não teve alteração estatisticamente significativa para os períodos de 3 e 7 dias. Quando se compara os grupos GI, GII e GIII, percebe-se que nos três intervalos analisados, o grupo GIII apresentou um deslocamento mesial do M_1 inferior aos grupos GI e GII.

Na comparação entre os tempos, independentemente do grupo estudado, teste de Tukey ao nível de 5% (Tabela 10), pode-se verificar que com 7 dias houve deslocamento mesial do M_1 superior ao 3º dia que, por sua vez, superior ao 1º dia.

Na análise de variância (Tabela 8), pode-se verificar que não houve interação entre o deslocamento e tempo, sugerindo que estas alterações ocorreram em função de outros fatores que, provavelmente, advieram do tratamento alimentar aplicado. "Embora muitos estudos focalizem a remodelação óssea como componente ne-

cessário para o movimento dentário, poucos demonstraram que os efeitos sistêmicos sobre o metabolismo ósseo podem alterar a taxa de movimento dentário", MIDGETT e cols.⁽⁸⁶⁾; esta nos parece uma questão que permanece bastante aberta à pesquisa e a muita discussão científica.

Observando o dente incisivo, que serviu como "âncora-gem", notamos que este dente se deslocou para distal em todos os sub-grupos (Fig. 4). Este deslocamento foi maior do que o movimento mesial ocorrido no M_1 , parecendo-nos que tal fato resulta de uma tendência fisiológica que o molar do rato apresenta de se deslocar para distal. Este fenômeno foi igualmente relatado por MYERS & WYATT⁽⁸⁸⁾ e JOHNSTON⁽²⁴⁾ que trabalharam com hamsters e rato, respectivamente.

A utilização do dispositivo mecânico (DMD), permitiu a aplicação de força relativamente leve e contínua capaz de induzir um deslocamento do M_1 que possibilitou o estudo das alterações do seu periodonto de sustentação, demonstrando que o método aplicado foi tão eficiente e válido quanto a inserção de borracha no ponto de contato entre o M_1 e M_2 conforme realizado por WALDO⁽⁶⁷⁾, WALDO & ROTHBALTT⁽⁶⁸⁾, MACAPANPAN e cols.⁽⁸⁵⁾ e BAURINND⁽⁸⁾.

6.3 - ALTERAÇÕES HISTOLÓGICAS

De um modo geral, as alterações histológicas vistas no periodonto do M_1 , após a aplicação de DMD nos grupos GI e GII, foram semelhantes às aquelas anteriormente descritas por

SANDSTEDT⁽⁵⁵⁾, MACAPANPAN e cols.⁽³⁶⁾, WALDO & ROTHBLATT⁽⁶⁸⁾, MOYERS⁽³⁷⁾, SMITH & ROBERTS⁽⁶⁰⁾ e ZAKI & VAN HUYSEN⁽⁷⁰⁾.

Áreas hialinizadas, diminuição do número de fibras periodontais associada a carência de substância intercelular, com redução no calibre dos vasos sanguíneos e discreto número de células conjuntivas foram detectadas na membrana periodontal, no lado de pressão, logo no primeiro dia após a aplicação do DMD, nos sub-grupos GI_A, GII_A e GIII_A. Essas observações caracterizam as alterações iniciais provocadas pelo movimento mecânico dentário, cujos resultados apontam investigações anteriores (MACAPANPAN e cols.⁽³⁵⁾, REITAN^(49,51), AZUMA⁽⁴⁾, RYGH^(58,54)).

Comparando as alterações histológicas do ligamento periodontal, do lado de tração, nos sub-grupos GI_A, GII_A e GIII_A, verificamos que o alargamento do espaço do ligamento periodontal, a alongação dos vasos sanguíneos e a presença de osteoblastos e fibroblastos confirmam que, mesmo sob tração, as estruturas de suporte mantiveram-se íntegras; neste aspecto, nossos resultados confirmam as observações de MACAPANPAN e cols.⁽³⁵⁾ e REITAN^(49,51). Também podemos notar que nossos resultados corroboram afirmativa de MOYERS⁽³⁷⁾, segundo o qual a integridade das funções capilares é necessária para o restabelecimento celular e movimento dentário subsequente. Porém, no sub-grupo GIII_A, apesar do número razoável de fibras periodontais, estas parecem mais desorganizadas e apresentam pouca inserção das fibras de Sharpey, com diminuição de fibroblastos e fibras colágenas, fato este que sugere que a deficiência protéica atuou sobre a membrana periodontal, causando cer

ta destruição, conforme também observaram CHAWLA & GLICKMAN⁽⁴⁰⁾.

Com relação ao osso alveolar, nos sub-grupos GI_A e GII_A existe pouca diferença na densidade óssea, considerada do ponto de vista histológico como normal. Já no sub-grupo GIII_A, o osso alveolar exibiu uma redução do tecido calcificado, caracterizado por um aumento de espaços fibrosos que indica um quadro nítido de osteoporose, evidenciando uma relação muito provável entre este quadro e o estado de carência protéica, conforme já constataram STAHL e cols.⁽⁶⁸⁾ assim como CHAWLA & GLICKMAN⁽⁴⁰⁾.

No que diz respeito à membrana periodontal, no lado de pressão, nos sub-grupos GI_B, GII_B e GIII_B, parece que as fibras do ligamento periodontal são mais numerosas no sub-grupo GI_B, e o tecido hialinizado presente nos sub-grupos GI_B e GII_B não atinge as proporções verificadas no sub-grupo GIII_B. A hialinização consiste na perda da arquitetura normal do ligamento periodontal e dos principais tecidos fibrosos e intersticial, havendo uma unificação das fibras em uma massa sem estrutura e acelular. Esta zona hialinizada pareceu-nos, de certa forma, responsável pela interrupção ou retardamento do movimento dentário tal como descrito por REITAN^(49,51) e MACAPANPAN e cols.⁽⁹⁵⁾.

Não houve diferenças na membrana periodontal no lado de tração, nos sub-grupos GI_B, GII_B e GIII_B. Isto indica que a compressão das fibras periodontais influi no processo degenerativo da membrana periodontal independentemente de outras variáveis. No sub-grupo GIII_B porém, parece ter havido influência de outra variável (talvez a dieta hipoprotéica), tal como salientaram STAHL

e cols.⁽⁶⁸⁾, visto que o processo mostrou-se mais intenso.

O osso alveolar não é um tecido estável. É continuamente remodelado de acordo com a necessidade funcional (ZAKI e HUYSSEN⁽⁷⁰⁾). Entretanto, no sub-grupo GIII_c, verificou-se um processo deficiente em formação óssea (osteoporose) e, mesmo sob estímulo da força mecânica, não se constatou nenhum poder de ossificação do mesmo modo como já fora descrito por STAHL e cols.⁽⁶³⁾ e FRANDSEN e cols.⁽¹⁴⁾.

Uma nova formação de fibras periodontais e proliferação de fibroblastos, com poucas inserções das fibras de Sharpey tanto no osso alveolar quanto no cimento, associada a reparação da zona hialinizada, foram observadas tanto no sub-grupo GI_c como no GII_c. Este quadro que se instalou no 7º dia após a aplicação do DMD é descrito como um processo de regeneração da membrana periodontal (AZUMA⁽¹⁾, RYGH⁽⁵³⁾, MYERS e WYATT⁽³⁸⁾, REITAN⁽⁵¹⁾). Ambos os lados de tração e pressão no ligamento periodontal, apresentaram nova formação de fibras colágenas.

Embora houvesse presença de abundantes fibras periodontais no lado de tração, nos exemplares do sub-grupo GIII_c, estas estavam desorganizadas e haviam perdido as inserções (fibras de Sharpey). Este quadro se repetiu sendo mais acentuado no ligamento periodontal do lado de pressão deste sub-grupo sugerindo que o desaparecimento das células conjuntivas e a desorganização do ligamento periodontal foram consequências de aplicação de força conjugada à carência protéica. Certamente há associação deste quadro com uma redução da densidade óssea corroborou observações

de STAHL e cols.⁽³⁸⁾, CARRANZA e cols.⁽⁹⁾, LITTON⁽³³⁾, GOLBIE e KING⁽¹⁷⁾, OLIVER⁽⁴²⁾, BACCHI⁽²⁾ e BAUMRIND^(2,4), que obtiveram resultados semelhantes ao investigar o ligamento periodontal exposto à força mecânica, e à utilização de variáveis nutricionais como proteína, cálcio e a vitamina C e hipocalcemia atuando como co-fatores.

O osso alveolar mostrou ser a estrutura de suporte mais atingida pela carência protéica, resultando numa osteoporose. Enquanto que, no grupo GI, a densidade óssea foi nitidamente aumentada, exibindo uma massa óssea compacta e mais densa do que o osso alveolar dos indivíduos do Grupo GII.

As alterações do ligamento periodontal produzidas pelos aparelhos destinados a aplicar força mecânica sobre os dentes indicam um quadro "patológico" se torna reversível quando a força é interrompida. Esta situação pôde ser por nós observada, tal como já houvera sido por HUETTNER⁽²²⁾, AZUMA⁽¹⁾, RYGH⁽⁵³⁾, SMITH e ROBERT⁽⁶⁰⁾.

Os resultados de nosso trabalho parecem permitir inferências e hipóteses, até certo ponto confirmadas por vários outros autores (SEIPP JUNIOR⁽⁵⁸⁾, BACCHI⁽²⁾ e NIZEL⁽⁴⁰⁾), de que há certamente relação muito estreita entre fatores nutricionais, seus vários estados carênciais, e os processos de cura ou reparação dos tecidos periodontais, tanto no que se refere ao seu mecanismo quanto na velocidade de respostas. Neste particular, as portas permanecem abertas à muita investigação científica ainda que muito já tenha sido pesquisado.

CAPÍTULO 7

CONCLUSÕES

CONCLUSÕES

Tendo como base os resultados obtidos, podemos concluir que:

1 - As dietas hiper, normo e hipo-protéicas adotadas neste experimento resultaram em nítida diferença de peso corpóreos médios dos animais pertencentes aos grupos a elas respectivamente submetidos, comprovando sua eficiência experimental.

2 - O movimento dentário se faz com maior amplitude em ratos mantidos sob dieta hiper-protéica, seguidos, pela ordem, pelos ratos sob dietas normo e hipo-protéicas.

3 - Os efeitos da nutrição protéica alteram as respostas do ligamento periodontal e do osso alveolar à ação da força de tração do dente para mesial, resultando nos seguintes aspectos irregulares:

3.1 - sinais histológicos de osteoporose alveolar.

3.2 - sinais de retardo nas respostas de reparação tecidual do ligamento e do osso.

3.3 - destruição e redução das fibras periodontais e material intercelular ou colágeno sugerindo um prejuízo para a movimentação dentária, neste grupo.

4 - A nutrição protéica mostrou ser um fator importante na regeneração do ligamento periodontal e na remodelação do osso alveolar.

5 - A dieta hiper-protéica parece ter intensificado o processo de regeneração do ligamento periodontal e do osso alveolar.

CAPITULO 8
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

- 1 - AZUMA, M. Study on histologic changes of periodontal membrane incident to experimental tooth movement. Bull. Tokyo med. dent. Univ., 17: 149-78, 1970.
- 2 - BACCHI, E.O.S. Alterações do periodonto de sustentação do sagüi (*Callithrix jacchus*) sob influência oclusal e hipovitaminose C. Piracicaba, 1976. 96p. [Tese (Doutoramento) - FOP-UNICAMP].
- 3 - BAUMRIND, S. A reconsideration of the propriety of the "pressure-tension" hypothesis. Am. J. Orthod., 55(1): 12-22, Jan., 1969.
- 4 - ——— & BUCH, D.L. Rate changes in cell replication and protein synthesis in the periodontal ligament incident to tooth movement. Am. J. Orthod., 57(2): 109-31, Feb., 1970.
- 5 - BISSADA, N.P. & DE MARCO, T.J. The effect of a hypocalcemic diet on the periodontal structures of the adult rat. J. Periodont., 45(10): 739-45, Oct., 1974.
- 6 - BOISSON, M. & GIANELLY, A.A. Collagen synthesis in rat gingiva during tooth movement. Am. J. Orthod., 80(3): 289-99, Sept., 1981.
- 7 - BRIDGES, T. et alii. The effect of age on tooth movement and mineral density in the alveolar tissues of the rat. Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop., 93(3): 245-50, Mar., 1988.

*Capítulo elaborado de acordo com a NB/66 da Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1978. Abreviatura dos periódicos de acordo com "World List of Periodicals Published", 1963.

- 8 - BUTLER, T. Comparative histologic study of heavy intermittent and light continuous forces. Am. J. Orthod., 55(3): 304-12, Mar., 1969.
- 9 - CARRANZA, Jr. F.A.; CABRINI, R.L.; LOPES OTERO, R. & STHAL, S.S. . Histometric analysis of interradicular bone in protein deficient animals. J. Periodont. Res., 4: 292-5, 1969.
- 10 - CHAWLA, T.N. & GLICKMAN, I. Protein deprivation and the periodontal structures of the albino rat. Oral Surg., Oral Med. e Oral Patology, 4: 576-602, May, 1951.
- 11 - EDWARDS, J.G. A study of the periodontium during orthodontic rotation of teeth. Am. J. Orthod., 54(6): 441-61, June, 1968.
- 12 - FARRAR, J.N. A treatise on the irregularities of the teeth and their corrections. New York, 1888. Apud. BAUMRIND, S. op. cit. ref. 3.
- 13 - FARRIS, E.J. & GRIFFITH, J.O. The rat in laboratory investigation. New York, Hofner, 1971.
- 14 - FRANDSEN, A.M.; BECKS, H.; NELSON, M. & EVANS, H.N. The effects of various levels of dietary protein on the periodontal tissues of young rats. J. Periodont., 24(3): 135-42, July, 1953.
- 15 - GAENGLER, P. & MERTE, K. Effects of force application on periodontal blood circulation - A vital microscopic study in rats. J. Periodont. Res., 18(1): 86-92, Jan., 1983.
- 16 - GLICKMAN, I. Influências nutricionais na etiologia da doença periodontal. In: ————. Periodontia Clínica de Glickman; ed. por F.A.Carranza Junior e outros. 5.ed. Rio de Janeiro, Guanabara, 1986. Cap.23, p.453-55.

- 17 - GOLDIE, R.S. & KING, G.J. Root resorption and tooth movement in orthodontically treated, calcium-deficient, and lactating rats. Am. J. Orthod., 85(5): 424-30, May, 1984.
- 18 - GOOD, R.A.; WEST, A.; FERNANDEZ, G. Nutritional modulation of immune responses. Fedn Proc. Fedn Am. Socs exp. Biol., 39: 3098-104, 1980.
- 19 - HELLER, I.J. & NANDA, R. Effect of metabolic alteration of periodontal fibers on orthodontic tooth movement. An experimental study. Am. J. Orthod., 75(3): 239-58, Mar., 1979.
- 20 - HERMANSON, P.C. Alveolar bone remodeling incident to tooth movement. Angle Orthod., 42(2): 107-115, Apr., 1972.
- 21 - HERZBERG, B.L. Bone changes incident to orthodontic tooth movement in man. J. Amer. dent. Ass., 19: 1777-88, 1932.
- 22 - HUETTNER, R.J. Experimental histologic study of the effects of orthodontic movement on the gingiva and periodontal membrane in the macaca *Rhesus monkey*. Am. J. Orthod., 46(12): 929, Dec., 1960.
- 23 - ITOIZ, M.E.; CARRANZA, F.A.; CABRINI, R.L. Histologic and histometric study of experimental occlusal trauma in rats. J. Periodont., 34(4): 305-14, July, 1963.
- 24 - JOHNSTON, P.B. Tissue response to tooth movement in normal and rachitic rats. Am. J. Orthod., 46(8): 626-7, Aug., 1960.
- 25 - JUNQUEIRA, L.C. & CARNEIRO, J. Histologia básica, 6^a ed., Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1985, p.155.

- 26 - KING, G.J. & FISCHLSCHWEIGER, W. The effect of force magnitude on extractable bone resorptive activity and cemental cratering in orthodontic tooth movement. J. dent. Res., 61(6): 775-9, June, 1982.
- 27 - KOUMAS, H. & MATTHEWS, J.L. Effect of pressure on the formation of collagen in the periodontal ligament. Am. J. Orthod., 56(6): 604-12, Dec., 1969.
- 28 - LEAVER, A.G.; HARTLES, R.L.; TRIFFITT, J.T. Effect of dietary protein on the composition of the rat femur. J. dent. Res., 41(6): 1258, Nov/Dec., 1962.
- 29 - LILJA, E.; LINDSKOG, S.; HAMMRSTRÖM, L. Orthodontic forces and periodontal compression. A new method and its application. Acta. odon. scand., 39(6): 367-78, 1981.
- 30 - LIMA, A.F.M et alii. Evolução da doença periodontal em ratos tratados com vitamina A. Ciênc. Cult., 41(1): 76-80, Jan., 1989.
- 31 - LINDSKOG, S. & LILJA, E. Scanning electron microscopic study of orthodontically induced injuries to the periodontal membrane. Scand. J. dent. Res., 92: 334-43, Aug., 1984.
- 32 - LISTGARTEN, M.A. Intracellular collagen fibrils in the periodontal ligament of the mouse, rat, hamster, guinea pig and rabbit. J. Periodont. Res., 8(6): 335-42, 1973.
- 33 - LITTON, S.F. Orthodontic tooth movement during an ascorbic acid deficiency. Am. J. Orthod., 65(3): 290-302, Mar., 1974.
- 34 - LURA, H.E. Tissue reactions of bone upon mechanical stresses. Am. J. Orthod., 38(6): 453-9, 1952.

- 35 - MACAPANPAN, L.C.; WEINMANN, J.P.; BRODIE, A.G. Early tissue changes following tooth movement in rats. Angle Orthod., 24: 79-95, Apr., 1954.
- 36 - MIDGETT, R.J.; SHAYE, R.; FRUGE, J.F. The effect of altered bone metabolism on orthodontic tooth movement. Am. J. Orthod., 80(3): 256-62, Sept., 1981.
- 37 - MOYERS, R.E. The periodontal membrane in orthodontics. J. Am. dent. Ass., 40(1): 22-7, Jan., 1950.
- 38 - MYERS, H.I. & WYATT, W.P. Same histopathologic changes in the hamster as the result of a continuously acting orthodontic appliance. J. dent. Res., 40(4): 846-56, Jul./Aug., 1961.
- 39 - NASCIMENTO, A. & SALLUM, A.W. Periodontal changes in distant teeth due to trauma from occlusion. J. Period. Res., 10: 44-8, 1975.
- 40 - NIZEL, A.E. Protein nutrition and its interactions with infection. In: ———— Nutrition in preventive dentistry: science and practice. Philadelphia, W.B. Saunders, 1972. Cap. 6, p. 80-93.
- 41 - NUNES GALVÃO, C.A.A. Efeito da administração de hormônio somatotrófico e da tiroxina sobre o crescimento da mandíbula de ratos hipofizectomizados. Araçatuba, 1965 [Tese (Doutoramento) - FOA-UNESP].
- 42 - OLIVER, W.M. The effect of deficiencies of calcium, vitamin D or calcium and vitamin D and of variations in the source of dietary protein on the supporting tissues of the rat molar. J. Periodont. Res., 4(1): 56-69, 1969.

- 43 - OPPENHEIM, A. Tissue changes, particularly of the bone, incident to tooth movement. Am. J. Orthod., 3: 57-67; 113-32, 1911/1912.
- 44 - ————. Bone changes during tooth movement. Int. J. Orthod., Dent. Child, 16: 535-51, 1930.
- 45 - ————. A possibility for physiologic orthodontic movement. Am. J. Orthod. e Oral Surg., 30: 277-345, 1944.
- 46 - PINTO, O.F. Nutrição na clínica odontológica. In: LASCALA, N.T. & MOUSSALLI, N.H. Periodontia clínica; especialidades afins. São Paulo, Artes Médicas, 1980. p.677-85.
- 47 - REITAN, K. Clinical and histologic observation on tooth movement during and after orthodontic treatment. Am. J. Orthod., 53(10): 721-45, Oct., 1967.
- 48 - ————. Effects of force magnitude and direction of tooth movement on different alveolar bone types. Angle Orthod., 34: 244-55, 1964.
- 49 - ————. The initial tissue reaction incident to orthodontic tooth movement. Acta odont. scand., 9 (suppl. 6), 23-33; 195-217, 1951.
- 50 - ————. Some factors determining the evaluation of forces in orthodontics. Am. J. Orthod., 43: 32-45, 1957.
- 51 - ————. Tissue behavior during orthodontic tooth movement. Am. J. Orthod., 46(12): 881-900, Dec., 1960.
- 52 - ROBERTS, W.E.; GOODWIN, W.C.; HEINER, S.R. Cellular response to orthodontic force. Dent. Clin. N. Am., 25(1): 3-17, Jan., 1981.

- 53 - RYGH, P. Ultrastructural cellular reactions in pressure zones of rat molar periodontium incident to orthodontic tooth movement, Acta Odont. Scand., 30(5): 575-93, Nov., 1972.
- 54 - ————. Ultrastructural changes in pressure zones of human periodontium incident to orthodontic tooth movement. Acta Odont. Scand., 31(2): 109-22, 1973.
- 55 - SANDSTEDT, C. Einige beitrage zur theorie der zahnregulierung, Nord. tandl. Tidsskr., 4(1): 236-56 , 1904 e 5(2):1-25, 1905 Apud SCHWARZ, A.M., op. cit. ref. 57.
- 56 - SCHWALBE & FLOUREN - apud OPPENHEIM, A. op. cit. ref. 45.
- 57 - SCHWARZ, A.M. Tissue changes incidental to orthodontic tooth movement. Am. J. Dent., 18: 331-52, Apr., 1932.
- 58 - SEIPP JUNIOR, H. A study of tooth migration in rachitic and non-rachitic rats. Am. J. Orthod., 46(10): 793, Oct., 1960.
- 59 - SKILLEN, W.G. & REITAN, K. Tissue changes following rotation of tooth in the dog. Angle Orthod., 10: 140-7, 1940.
- 60 - SMITH, R.K. & ROBERTS, W.E. Cell kinetics of the initial response to orthodontically induced osteogenesis in rat molar periodontal ligament. Calcif. Tiss. Int., 30(1): 51-6, 1980.
- 61 - ———— & STOREY, E. The importance of force in orthodontics and its relationship to teeth movement. Aust. J. Dent., 56: 291-304, Dec., 1952.

- 62 - STAHL, S.S.; MILLER, S.C.; GOLDSMITH, E.C. Effects of various diets on the periodontal structures of hamsters. J. Periodont., 29: 7-14, Jan., 1958.
- 63 - ———; ——— ; ———. The effects of vertical occlusal trauma on the periodontium of protein deprived young adult rats. J. Periodont., 28: 87-96, Apr., 1957.
- 64 - STOREY, E. The natural of tooth movement. Am. J. Orthod., 63: 292-314, 1973.
- 65 - STUTIVILLE, O.H. Injuries caused by orthodontic forces and the ultimate results of these injuries. Am. J. Orthod., 24: 103-16, 1938.
- 66 - ———. Injuries to the teeth and supporting structures caused by various orthodontic appliances, and methods of preventing these injuries. J. Am. dent. Ass., 24(9): 494-507, Sept., 1937.
- 67 - WALDO, C.M. method of the study of tissue response to tooth movement. J. dent. Res., 32(5): 690-1, Oct., 1953.
- 68 - ——— & ROTHBLATT, J.M. Histologic response to tooth movement in the laboratory rat. J. dent. Res., 33(4): 481-6, Aug. 1954.
- 69 - YOSHIKAWA, D.K. Biomechanical principles of tooth movement. Dent. Clin. N. Am., 25(1): 19-26, Jan., 1981.
- 70 - ZAKI, A.E. & VAN HUYSEN, G. Histology of the periodontium following tooth movement. J. dent. Res., 42(6): 1373-9, Nov./Dec., 1963.

CAPITULO 9

RESUMO

RESUMO

Realizou-se um estudo para quantificar o deslocamento dentário e as alterações do periodonto de sustentação de dentes de animais mantidos sob dietas hiper, normo e hipo-protéicas. Para tanto foram utilizados 45 ratos (*Rattus norvegicus, albinus, Wistar*) com 21 dias de idade e pesos iniciais entre 50 e 70 gramas. Os animais após serem distribuídos em três grupos receberam o seguinte tratamento:

Grupo GI - (constituído de 15 ratos) recebeu 40% de proteína na dieta (dieta hiper-protéica).

Grupo GII- (constituído de 15 ratos) recebeu 15% de proteína na dieta (dieta normo-protéica).

Grupo GIII-(constituído de 15 ratos) recebeu 6% de proteína na dieta (dieta hipo-protéica).

Todos os animais eram pesados semanalmente para verificar o crescimento ocorrido e o controle de ingestão alimentar. Receberam também um dispositivo mecânico para movimentação dentária (DMD), construído com um segmento de mola espiral fechada (UNITEK.008x.030) contendo 6mm de comprimento que era amarrado na cervical do molar maxilar direito (M_1) e ativado contra o incisivo maxilar direito, a fim de produzir uma força inicial igual a 113,40g. Após a ativação inicial a mola não mais foi ativada. Cinco animais de cada grupo foram sacrificados no período de 1, 3 e

7 dias. Radiografias do hemi-crânio serviram para mensuração do deslocamento dentário e cortes histológicos da região do M₁ foram realizados para avaliação dos tecidos.

Assim, verificou-se que uma nutrição hiper-protéica acel_{er}a o deslocamento dentário e intensifica o processo de formação óssea, permitindo maior velocidade no processo de regeneração dos tecidos periodontais. Uma nutrição deficiente em proteína causou retardo no crescimento do animal e uma evidente degeneração dos tecidos periodontais, representada por: osteoporose e diminuição do número de fibroblastos e fibras colágenas.

CAPÍTULO 10

SUMMARY

SUMMARY

In order to quantify the tooth movement and changes in the periodontal tissues of rats under special dietary proteinic conditions it was made this experiment.

It were used 45 male animals (*Rattus norvegicus* albinos, Wistar), aged 21 days old, with a mean body weight around 60g.

The animals were divided into three groups which received the following experimental cares:

GROUP G I - (15 rats) - fed with an hyper-proteinic diet (40% protein).

GRUP G II - (15 rats) -fed with a normo-proteinic diet (15% protein).

GROUP G III -(15 rats) -fed with an hypo-proteinic diet (6% protein).

All the animals were weekly weighed to verify body growth and food ingestion. It was adapted into the mouth of each animal a mechanical device to move teeth (DMD), built of a closed coil spring segment (UNITEK.008 x .030")6.0 mm lenght. The refered DMD was tied with a ligature wire .007" around the cervical region of the first right maxillary molar (M_1) and anchored at the same side upper incisor, in order to produce an initial force of 113.40 g.

After the initial activation the coil springs were no

more activated. Five animals of each group were sacrificed after 1, 3 and 7 days from the beginning of action of the DMD. Hemio-cranial X-ray was taken and used to measure tooth movement of the M_1 (first upper molars) which periodontal tissues were examined by classical histological means.

Therefore, it was concluded that 1) an hyper-proteinic diet seems to accelerate the tooth movement; 2) the same dietary condition seems to increase the bone formation process, which means a more rapid regeneration of the alveolar conditions; 3) an hypo-proteinic diet resulted in a body growth retardation of the animals and a clear degeneration of the periodontal conditions around the M_1 traduced by osteoporosis and a reduction of the number of fibroblasts and collagen fibers.