

Disciplina de Ortodontia Preventiva

Profa. Dra. Maria Bernadete Sasso Stuani
Mestre e Doutora em Ortodontia – UFRJ
Pós Doutorado em Ortodontia- Aarhus University

MOVIMENTO DENTÁRIO ORTODÔNTICO - Parte 2

REAÇÕES TECIDUAIS FRENTE À MOVIMENTAÇÃO ORTODÔNTICA

A Ortodontia é uma especialidade da Odontologia que tem como objetivo prevenir, interceptar ou corrigir as maloclusões dentárias e na medida do possível as consequentes implicações faciais. Baseia-se, fundamentalmente, no fato de que o dente pode movimentar-se quando submetido à ação de uma força. Apesar da enunciação de teorias, só em 1904 é que surgiu o primeiro trabalho visando estudar o que ocorria na intimidade dos tecidos quando o órgão dentário era submetido à ação de uma força mecânica. Este trabalho deve-se a Sandstedt, que trabalhando em cães determinou, através de exames histológicos, haver **reabsorção óssea no lado de pressão e neoformação no lado de tração**. Constatou, ainda, modificação na disposição geral das trabéculas óssea na neoformação. Em 1911 Oppenheim publicou seu primeiro trabalho sobre o assunto que, apesar de algumas divergências, em essência confirma aquilo que já havia sido publicado por Sandstedt. Estendeu seus estudos, e, em 1930 e 1933 fez novas publicações mais abrangentes, procurando correlacionar a natureza da formação óssea, em duração e intensidade com as reações teciduais.

REAÇÕES TISSULARES

Segundo Reitan, “reações tissulares”, quando relacionadas à Ortodontia, tradicionalmente indicam as **trocas histológicas ocorridas no ligamento periodontal**, e particularmente no osso alveolar em torno de um dente que tenha sido movimentado com finalidade ortodôntica. Num sentido mais amplo, o termo “reações tissulares”, abrange modificações ocorridas também no tecido mole adjacente ao

processo alveolar ou correspondente ao espaço percorrido pelo dente que foi movimentado.

A mecânica empregada pelo ortodontista e as reações biológicas advindas, estão inter-relacionadas. A força empregada para o movimento dentário foi definida a partir da adaptabilidade dos tecidos, através das reações histológicas observadas nos mesmos. Os aparelhos ortodônticos empregados na atualidade estão em perfeita ressonância com o conhecimento dos princípios biofísicos e biomecânicos, que regem a histofisiologia dos tecidos de suporte e proteção dos dentes.

MOVIMENTO DENTÁRIO FISIOLÓGICO x MOVIMENTO DENTÁRIO ORTODÔNTICO

A definição do termo “movimento dentário fisiológico” é fundamental. Ela designa, primariamente, o **leve movimento de inclinação** experimentado pelo dente **durante a função mastigatória** e, **secundariamente**, do dente de pessoa jovem, **durante e após a erupção**. A modificação na posição do dente observada em indivíduo em crescimento ou em adulto, após a erupção, é chamada “migração dentária”.

O novo tecido depositado durante a migração dentária apresenta várias fases de evolução. A formação de osso passa por três estágios:

- 1) osteóide
- 2) osso fasciculado
- 3) osso lamelado

1- O osteóide é produzido pelos osteoblastos. É encontrado em todas as superfícies ósseas onde está havendo **nova deposição**. Como não apresenta sinais de calcificação o osteóide não sofre reabsorção.

2- A partir do instante que surgem os primeiros sinais de calcificação o tecido recebe a denominação de **osso fasciculado**.

3- Quando este alcança certa espessura e maturidade as partes deste osso fasciculado reorganizam-se e formam o **osso lamelado**.

A sequência é, em princípio, a mesma que se observa na formação óssea que se segue ao

movimento ortodôntico; sendo a **intensidade** da força ortodôntica maior, a **recuperação dos tecidos** se faz de forma mais demorada, aí residindo a principal diferença entre movimento fisiológico e movimento ortodôntico.

Resposta óssea e do ligamento periodontal à aplicação de forças ortodônticas

De acordo com Reitan, não existe grande diferença entre as reações tissulares observadas nos movimentos dentários fisiológicos e ortodônticos. Apesar dos dentes serem movidos mais rapidamente durante o tratamento ortodôntico, as mudanças tissulares produzidas por forças ortodônticas são, em consequência, **mais marcadas e extensas**. Esta diferença também se reflete no **maior tempo** requerido para que se inicie a formação óssea nas áreas previamente absorvidas por forças ortodônticas.

DeAngelis, em 1970, relata que a resposta tissular à mecanoterapia é um achado fundamental na série de eventos que devem ser considerados no movimento dentário. Princípios mecânicos podem ser aplicados com sucesso sobre a dentição. A degradação osteoclástica do osso alveolar como resultado da pressão e a concomitante deposição osteoblástica em resposta à tração, são achados consistentes em estudos histológicos de movimento dentário. Mais recentemente, vários refinamentos técnicos na magnitude e duração de forças aplicadas tem alterado as características da resposta tecidual.

Componentes do Periodonto de Sustentação

O *ligamento periodontal* pode ser visto como um sistema de proteção duplo com um componente mecânico fibroso e outro hidráulico. O dente é mantido no alvéolo por um sistema de união fibrosa, sendo sua estrutura formada basicamente por fibras colágenas que desempenham papel importante na articulação entre o dente e o osso (gonfose) através de vários feixes orientados em diferentes sentidos, possibilitando o reconhecimento microscópico de 6 grupos principais, divididos por Black, a saber:

I - Grupo Gengival

Tem apenas uma das extremidades inseridas no cimento cervical (acelular) e espalha-se na lâmina própria da gengiva marginal, favorece o contato da gengiva com o dente. São ricas em colágeno e são muito importantes na Ortodontia, pois são, além das fibras transeptais, as responsáveis pela recidiva nos tratamentos ortodônticos. Para isto ser evitado, devemos fazer sindesmotomia dessas fibras além de contenção.

II - Grupo Transeptal (ou Dento-dentária, inter-dentária, etc).

Parte do cimento acelular de um dente e insere-se no cimento acelular do dente seguinte. É facilmente visualizado nos cortes méso-distais e, segundo certas opiniões, favorece a manutenção dos pontos de contato entre dentes vizinhos. No caso de extração dentária elas não deixam de existir. Assim como o Grupo Gengival em especial as Fibras Transceptais elas são responsáveis pela recidiva.

III - Grupo da Crista Alveolar

A partir desse Grupo encontramos os feixes de fibras colágenas envolvidas propriamente na articulação do dente ao respectivo alvéolo. São fibras que partem do cimento acelular e vão até a crista óssea alveolar. Estão relacionados com os movimentos de lateralidade que o dente apresenta no alvéolo.

IV - Grupo Horizontal

Parte do cimento acelular e, em trajeto horizontal, atinge a superfície óssea do alvéolo. É um grupo não muito desenvolvido na espécie humana e também relacionado a movimentos de báscula (inclinação).

V - Grupo Oblíquo

É o grupo mais desenvolvido na espécie humana e tem trajeto oblíquo, do osso para o cimento. Está principalmente relacionado com a função de sustentação do dente no alvéolo, evitando principalmente movimentos de intrusão dentária. A maior quantidade de fibras de ligamento periodontal pertence a este grupo.

VI - Grupo Apical

Localizado entre o ápice radicular e o fundo do alvéolo. Além de desempenhar funções relevantes nos movimentos de báscula, funciona também como um verdadeiro amortecedor na região apical, protegendo os feixes vaso-nervosos que se dirigem à polpa dentária e ao ligamento periodontal.

A resistência e a flexibilidade destas fibras colagenosas fornecem a resistência suficiente para que

o dente resista às solicitações funcionais e aos vários esforços a que possa ser submetido. As fibras periodontais, ou melhor, dizendo, a união fibrosa é tal que oferece resistência máxima aos esforços.

São encontradas as seguintes **células no ligamento periodontal**:

- **Fibroblastos** - Responsáveis pela síntese de calcígeno, fibras colágenas e das âncias amorfas do ligamento.
- **Cementoblastos** - Responsáveis pela formação de cimento.
- **Cementoclastos** - Responsáveis pela reabsorção do cimento, porém essas células são encontradas em menor quantidade, são raras nessa região.
- **Osteoblastos** - Responsáveis pela formação de osso.
- **Osteoclastos** - Responsáveis pela reabsorção do osso, porém, essas células são encontradas em menor quantidade.

TEORIA DA MOVIMENTAÇÃO DENTÁRIA ORTODÔNTICA:

TEORIA DA PRESSÃO-TRAÇÃO

A teoria da pressão-tensão é clássica, no que se refere ao movimento dentário ortodôntico, e baseia-se mais na química do que nos sinais elétricos como estímulo para diferenciação e conseqüente movimento dentário. Para Burstone e Norton, Proffit, não há dúvida de que os mensageiros químicos são importantes, na grande quantidade de eventos que levam a remodelação óssea alveolar e movimento dentário.

Nesta teoria, uma alteração no fluxo sanguíneo do ligamento periodontal é produzida por uma força aplicada, o que causaria mudanças de posição do dente no espaço periodontal, comprimindo o ligamento em algumas áreas, enquanto tracionadas em outras. O fluxo sanguíneo diminui onde o ligamento é comprimido, enquanto é frequentemente mantido ou aumentado onde o ligamento está sob tração.

A força aplicada sobre um dente se subdividirá, conforme o efeito no periodonto, em **força de pressão** e **força de tração**. A resposta histológica será reabsorção nas áreas de compressão e encurtamento dos ligamentos e formação óssea nas áreas de tração das fibras.

Tração fibras

As fibras periodontais não são individualmente elásticas, mas formam um sincício entrelaçado de fibras, cujo conjunto é elástico. Assim, quando em tração, distende. O efeito da tração da fibra é claro em secção transversal no microscópio, demonstrando atividade osteoblástica e calcificação.

Tração do osso

Na área de tração observa-se neoformação na parede intra-alveolar tendendo a regenerar a espessura original do espaço periodontal. Forma-se, inicialmente, uma matriz de tecido conjuntivo (osteóide) que é gradualmente calcificado, tornando osso maduro. Há nítida predominância da atividade osteogênica dos osteoblastos.

Pressão no osso

A resposta do osso à pressão é geralmente a reabsorção. O osso é removido rapidamente permitindo a movimentação dentária. Há predominância osteoclástica mesmo frente a menor força-ortodôntica.

Para um melhor entendimento das reações teciduais quando um órgão dentário é submetido à ação de uma força, é preciso se ter em mente o seguinte quadro:

TRAÇÃO (FIBRAS):

- T + (ESTIRAMENTO) - NEOFORMAÇÃO ÓSSEA (OSTEOBLASTOS)

PRESSÃO:

- P + (COMPRESSÃO) - REABSORÇÃO ÓSSEA (OSTEOCLASTOS)

OBS:

- 1) Pressão do lado oposto à aplicação da força
- 2) Tração do lado à aplicação da força

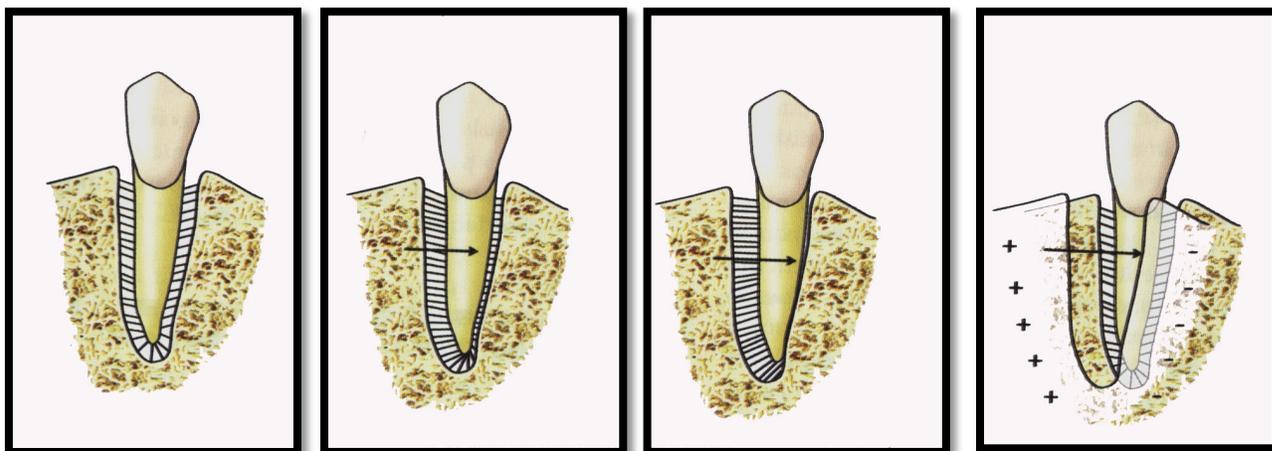


Fig 1: Esquema do movimento dentário sob a aplicação de força ortodôntica.

ASPECTOS HISTOLÓGICOS DO MOVIMENTO DENTÁRIO

Reitan observou que o movimento dentário, obedece a seguinte sequência de eventos no lado da pressão: (Gráfico de Reitan- Figura 1)

1) Uma compressão gradual do ligamento alvéolo-dentário que pode durar de 4 a 5 dias. Este período é conhecido como o **“Período Inicial”**, do movimento dentário. Nesta fase **não** ocorre reabsorção óssea no lado de pressão e, portanto a movimentação dentária é as custas da espessura do ligamento periodontal.

2) Um **período de hialinização** que pode se estender por mais 4 ou 5 dias ou até 2 vezes mais (período maior se as experiências forem efetuadas em animais de laboratório). Neste período **não** ocorre movimento dentário propriamente dito, porém há a presença de **reabsorção óssea solapante (indireta)** no lado de pressão.

3) Um **período secundário**, durante o qual haverá principalmente uma **reabsorção óssea direta**

(frontal) no lado de pressão. Reitan admite ser muito difícil evitar o período inicial de hialinização. Porém, com uma força controlada, ele afirma que será possível evitar nova zona de hialinização extensas, depois de superada a primeira área de hialinização.

Portanto, didaticamente divide-se o movimento dentário ortodôntico em 3 fases conforme o gráfico abaixo:

- 1) Período Primário
- 2) Período de Repouso
- 3) Período Secundário

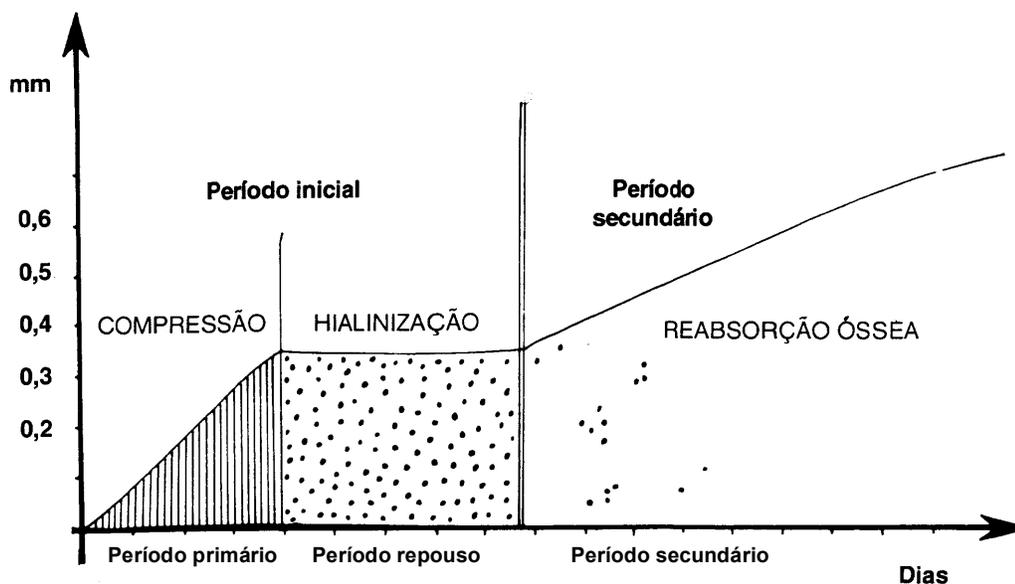


Gráfico 1: Gráfico dos períodos da movimentação dentária.

Em cada período teremos alterações histológicas no lado de pressão e no lado de tração ortodôntica. Macapampam e colaboradores observaram as seguintes reações estudando movimento em dentes de ratos submetidos a forças ortodônticas.

1) PERÍODO PRIMÁRIO

1.1 - Lado de Tração:

- As fibras periodontais são **distendidas**, produzindo-se um **espessamento** do espaço do ligamento periodontal. A movimentação dentária inicial é justamente pelo movimento do dente dentro do espaço do ligamento periodontal.

- **Proliferação** de vasos sanguíneos.

- A atividade mitótica dos **fibroblastos aumenta**. Macapampam et al., demonstraram que esta atividade intensifica-se entre 24 a 36 horas após a aplicação da força ortodôntica.

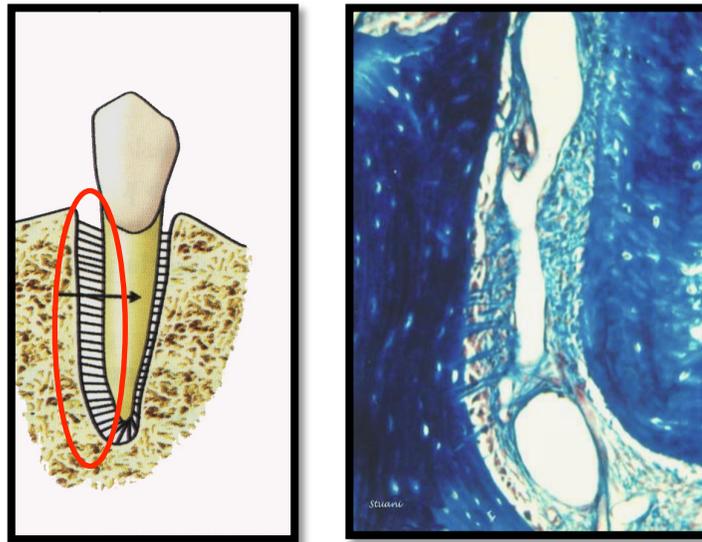


Fig 2: Esquema e quadro histológico do lado de tração do período primário mostrando o aumento da espessura do ligamento periodontal, fibras esticadas e aumento do número de células.

1.2 - Lado de Pressão:

- As fibras periodontais são **comprimidas**, produzindo-se uma **diminuição** do espaço do ligamento periodontal. O espaço periodontal reduzido, em aproximadamente, à metade de sua largura inicial. A movimentação dentária inicial é justamente pelo movimento do dente dentro desse espaço do ligamento periodontal.

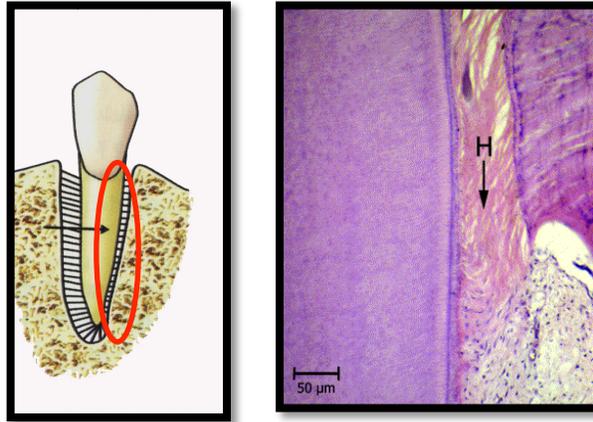


Fig 3: Esquema e quadro histológico do lado de pressão do período primário mostrando a diminuição da espessura do ligamento periodontal, fibras comprimidas e diminuição do número de células.

- Destruição dos fibroblastos e outras células conjuntivas.
- Número reduzido de osteoclastos, ou ausência dos mesmos.
- Diminuição da presença dos vasos sanguíneos, levando à uma diminuição da vascularização na região.
- destruição das células conjuntivas. Algumas células revelam núcleo pignótico, outras aparecem sem citoplasma visível, resultando na formação de áreas hialinizadas

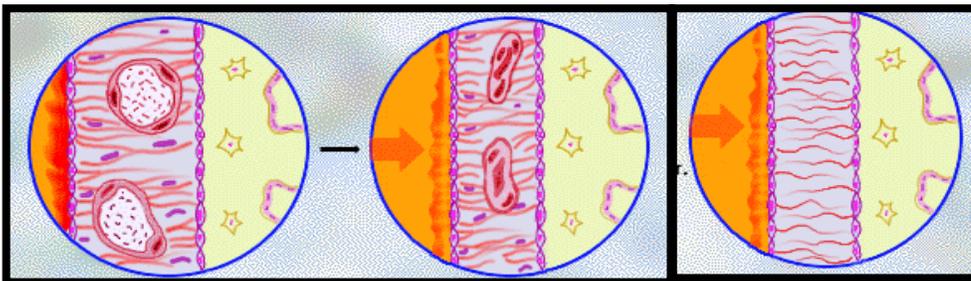


Fig. 4: A pressão excessiva leva a compressão e obliteração dos vasos. A parada do fluxo sanguíneo no ligamento periodontal eva a isquemia e consequente morte e desaparecimento celular.

2) PERÍODO DE REPOUSO

Neste período não ocorre movimentação dentária (ver figura 1)

2.1 - Lado de Tração:

- **Proliferação** de vasos sanguíneos.
- **Proliferação** de células, como fibroblastos e principalmente de osteoblastos na parede interna do alvéolo.

- Início da formação de tecido ósseo na parte interna do alvéolo. A esse tecido recém depositado dá-se o nome de **osteóide**. O osteóide é um tecido ósseo imaturo, não calcificado recém depositado.

2.1 - Lado de Pressão:

- Com a destruição de células e vasos sanguíneos do período anterior (Período primário), forma-se **tecido hialinizado**, na região do ligamento periodontal, submetido à maior pressão. O Fenômeno de **hialinização** é traduzido pela unificação das fibras em uma **massa sem estrutura, sem células e sem vasos sanguíneos**. A formação de osteoclastos responsáveis pela reabsorção óssea está bloqueada nesta região.

- o número reduzido de osteoclastos, ou ausência dos mesmos no interior do ligamento periodontal. A reprodução celular diminui como resultado da constricção vascular.

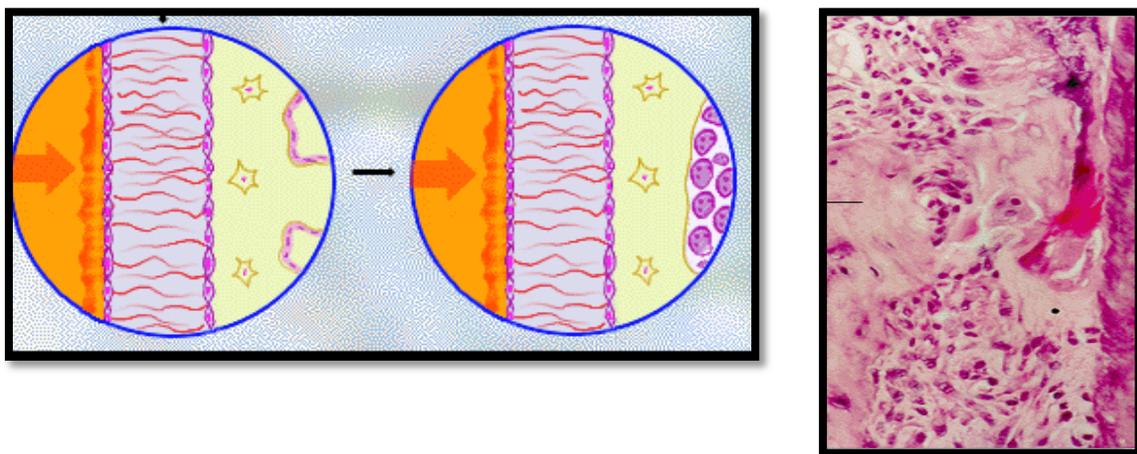


Fig. 5: Formação de tecido hialinizado no ligamento periodontal e proliferação de osteoclastos no interior das cavidades medulares. Quadro histológico mostrando tecido hialinizado.

- Proliferação de osteoclastos (células multinucleadas) **dentro da cavidades medulares** adjacentes, em torno da zona de hialinização, (próximos à região do ligamento periodontal hialinizado). Começa a **reabsorção óssea solapante (indireta ou à distância)**. Æ número reduzido de osteoclastos, ou ausência dos mesmos. A reprodução celular diminui como resultado da constricção vascular.

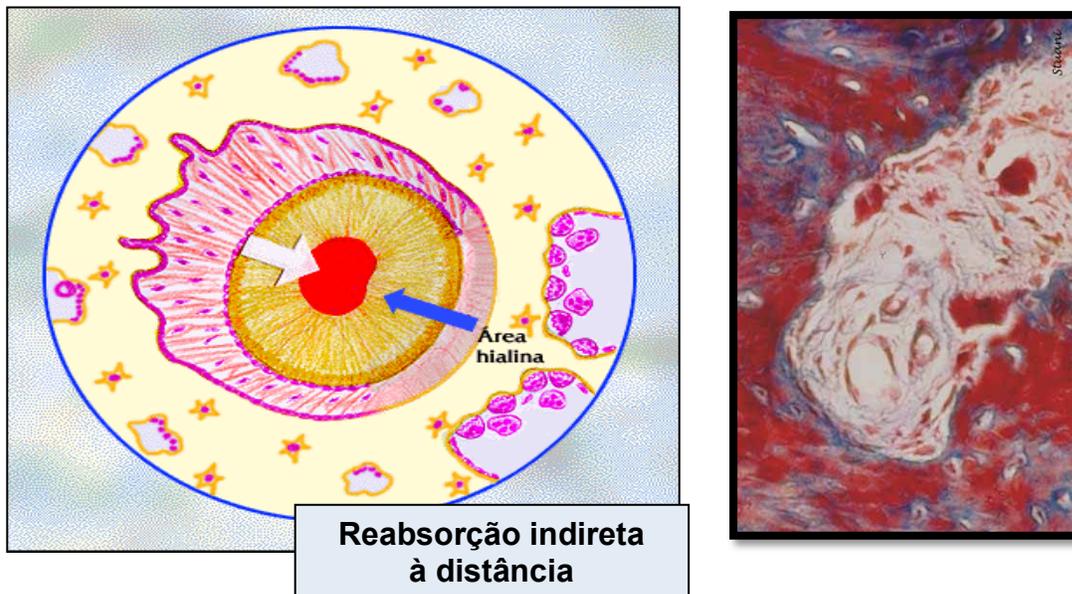


Fig 6: Proliferação de osteoclastos no interior das cavidades medulares produzindo a reabsorção óssea solapante (indireta). Quadro histológico mostrando osteoclastos no interior da cavidade medular.

OBS: Reabsorção solapante (reabsorção óssea indireta ou à distância), isto é, reabsorção progressiva e por baixo (*Undermining Resorption*), que retira o osso da cortical em torno da zona de compressão, dentro do espaço medular.

OBS: A hialinização é causada em parte por fatores anatômicos e em parte por fatores mecânicos. Um dos fatores anatômicos é a forma e o contorno da superfície óssea. Se houver fissuras e espaços abertos, é provável que haja um período de hialinização curto. A localização assim como a extensão do tecido hialinizado, também é determinada, por fatores mecânicos como a **magnitude da força e a direção do movimento**. Em um movimento de **inclinação** a zona hialinizada se localizará próxima à **crista alveolar**; em um movimento de **translação** próxima à porção **central da raiz**. Em um movimento de **rotação** nas regiões comprimidas. Se a superfície óssea possuir muitas espículas

ósseas, é possível observar duas ou mais zonas hialinizadas sobre o mesmo lado de pressão. Como regra, existe somente uma zona hialinizada, cuja extensão está determinada pela força aplicada e contorno da superfície óssea. Se esta for plana e uniforme, haverá uma zona acelular extensa. Esta extensão, também, é influenciada pela **magnitude da força**. Quando se aplica forças extensas sobre uma superfície óssea plana, a zona hialinizada será extensa. O período de **hialinização humana** dura ao redor de **2 a 3 semanas**. Quando a densidade é grande o período é maior. ^{GRABER}

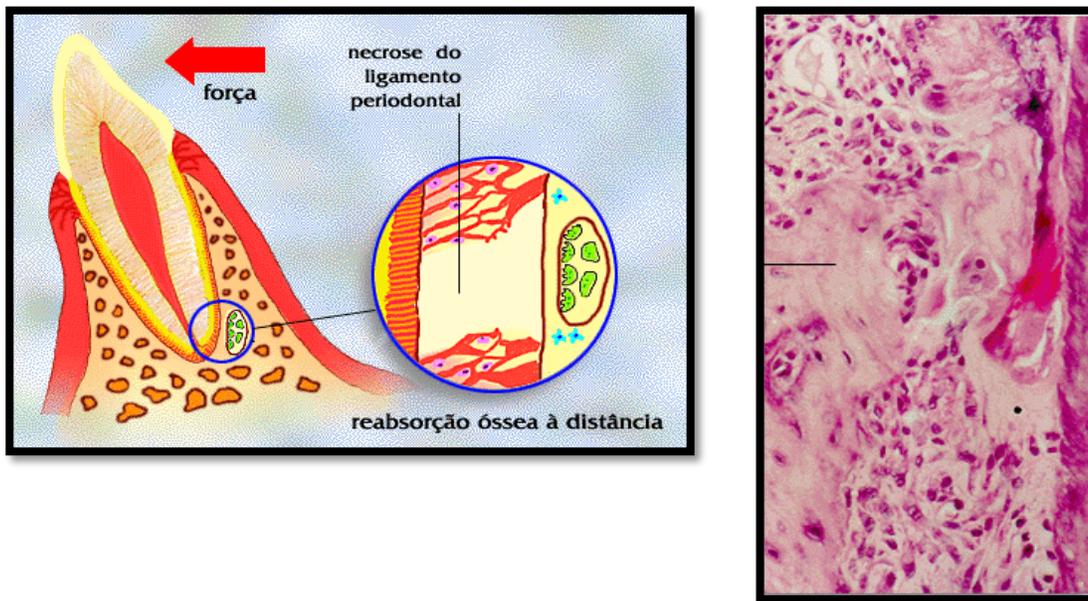


Fig 7: Proliferação de osteoclastos no interior das cavidades medulares produzindo a reabsorção óssea solapante (indireta). Quadro histológico mostrando hialinização do ligamento periodontal.

3) PERÍODO SECUNDÁRIO

3.1 - Lado de Tração:

- O ligamento periodontal que sofreu espessamento, pouco a pouco as condições histológicas se normalizam.
- A circulação sanguínea aos poucos retorna ao normal.
- Os fibroblastos produzem novas fibras colágenas que se adaptam a nova posição do dente.
- Haverá uma aposição óssea. As novas espículas ósseas aparecem ao longo das fibras estendidas.

- O tecido ósseo recém formado no período anterior (osteóide) sofre depósitos de sais de cálcio e lentamente se calcifica, passando a ser denominado de osso fasciculado e, posteriormente de osso lamelado (osso mais maturo).

O tecido **ósseo de transição** ou **osteóide** serve de matriz orgânica onde se depositarão as substâncias minerais. Este osteóide não é reabsorvível e se opõe ao movimento de retorno do dente deslocado. Esta qualidade do osteóide é de grande utilidade quando da utilização de forças extra-orais ou outros aparelhos de força intermitente. O tecido osteóide formado durante a noite, sob a ação de forças provenientes de aparelho extra-oral, se opõe ao retorno do molar quando durante o dia o paciente não usa. Porém, se o paciente permanece muito tempo sem o aparelho, ocorre a recidiva, e o osteóide surge agora do lado oposto, pronto a opôr resistência ao movimento dentário, caso o paciente resolva recolocar o aparelho, obrigando assim a um período maior de tempo até que se mineralize o osteóide e venha a ser reabsorvido o tecido agora mineralizado.

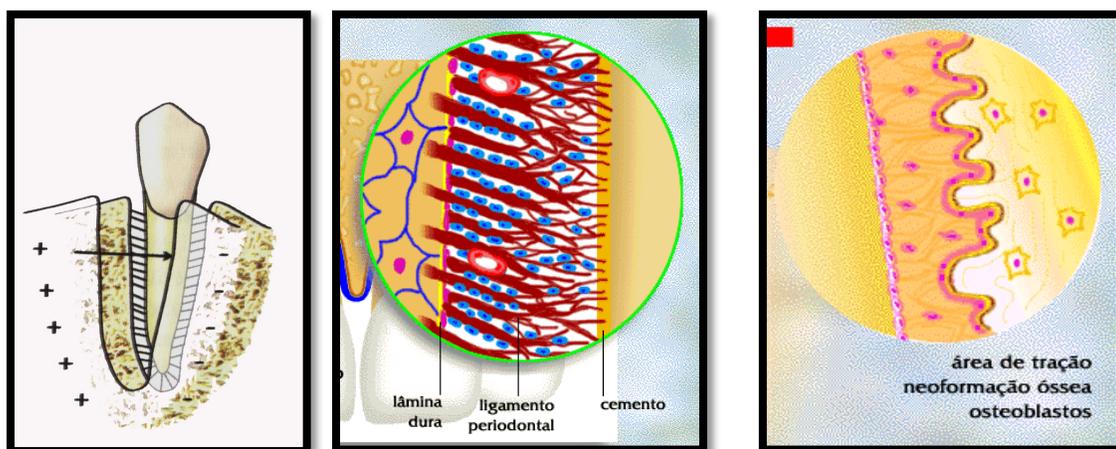


Fig 8: Lado de tração do período secundário. Proliferação vascular, celular (fibroblastos e osteoblastos) e formação de tecido ósseo (osteóide).

3.1 - Lado de Pressão:

- Há um aumento gradual do número de novas células do tecido conjuntivo, ao redor dos osteoclastos e nas áreas onde a pressão é aliviada por absorção solapante. O aumento do número de células irá facilitar a absorção óssea direta durante o estágio secundário do movimento dentário.

- Agora a atividade osteoclástica se manifesta **diretamente** na parte interna da parede do alvéolo, por aumento de células conjuntivas resultando formação de células gigantes multinucleadas ou osteoclastos (de 15 a 20 núcleos). Esse tipo de reabsorção óssea é denominada de **Reabsorção óssea direta ou frontal**.

- A remoção óssea se faz por intermédio dos osteoclastos que produzem uma enzima que destrói a matriz protéica. Esta reabsorção (**direta ou frontal**) é tanto maior quanto maior for o número osteoclastos.

- A zona de reabsorção não aparece em toda extensão da zona de pressão, ela se desenvolve ao nível da lâmina dura em sentido centrípeto ao osso maxilar.

Com a remoção da parede interna do alvéolo do dente se movimenta. O deslocamento se dá então, se as condições permanecerem as mesmas. Ou seja, se a força aplicada for a mesma.

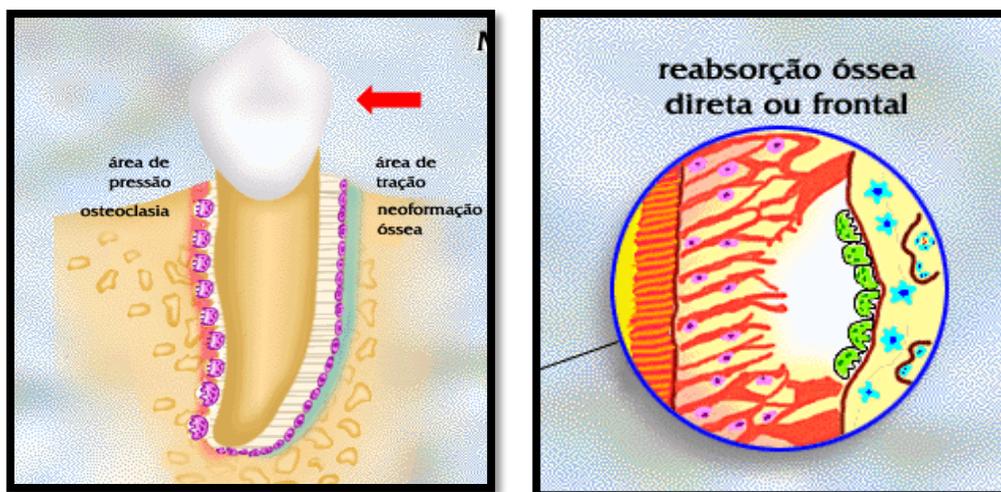


Fig 9: Lado de pressão do período secundário. Proliferação de osteoclastos na parede interna do alvéolo produzindo a reabsorção óssea solapante (indireta ou à distancia).

No caso de regiões do ligamento periodontal super-distendidas, o fluxo sanguíneo pode ser diminuído transitoriamente. As alterações no fluxo sanguíneo geram, rapidamente, mudanças no ambiente químico. Por conseguinte, o nível de oxigênio certamente pode cair na área comprimida, mas aumenta no lado de tração e a proporção relativa de outros metabólitos também pode mudar em questão de minutos. Estas mudanças químicas, agindo diretamente ou por estímulo da liberação de outros agentes ativos biologicamente, poderiam estimular, então, a diferenciação e atividade celular. Em essência, esta visão do movimento dentário mostra três estágios:

- 1) alteração no fluxo sanguíneo associado à pressão no ligamento periodontal;
- 2) a formação e/ou liberação de mensageiros químicos, e;
- 3) ativação celular.

Reabsorção óssea

Tem-se colocado como realidade que a aplicação de forças ortodônticas leves resultam em **absorção óssea direta ou frontal** do lado de pressão. A absorção óssea direta implica que os osteoclastos formam-se diretamente ao longo da superfície do osso na área correspondente as fibras comprimidas. Se forem obtidas tais reações, as fibras periodontais deverão ser comprimidas até certo tempo, e **não devem causar hialinização**. Como norma, isto não ocorrerá durante a etapa inicial do movimento dentário. A absorção óssea inicial direta pode ser observada somente em condições experimentais cuidadosamente controladas.

A duração do movimento divide-se em período inicial e secundário.

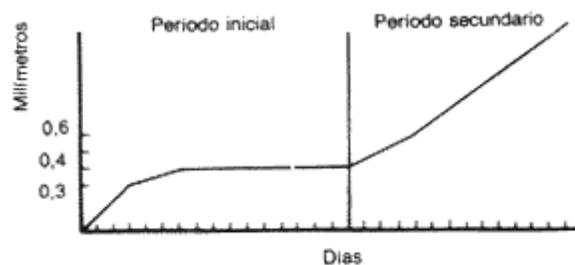


Fig. 10: Grau de movimento dentário antes e depois do processo de hialinização. O movimento dentário que ocorre depois da hialinização denomina-se de período secundário.

A **absorção óssea direta**, também chamada de absorção frontal, é formada sobre todo o **período secundário** quando o tecido hialinizado desaparece após a absorção óssea solapante. Tal absorção

óssea pode, por exemplo, ser observada durante a rotação de um dente. A raiz move-se paralelamente a superfície óssea sem provocar áreas de compressão. (figura 11)

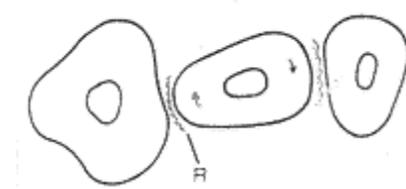


Fig 11: Absorção óssea direta ou frontal após o movimento da raiz paralela a superfície radicular, como ocorre durante a rotação. R, absorção óssea.

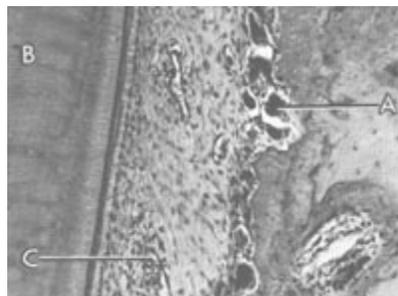


Fig 12: Corte longitudinal de uma área correspondente a uma zona de absorção. A raiz foi girada paralelamente à superfície óssea. A, absorção óssea direta com numerosos osteoclastos ao longo da superfície óssea; B, raiz; C, capilar do ligamento periodontal.

Também ocorre absorção frontal ao longo da superfície óssea adjacente a uma zona hialinizada comprimida. Neste último caso, a reação tissular, como um todo, denomina-se de absorção óssea indireta.

O ligamento periodontal tem frequentemente 0,25 mm de espessura ou menos, e num primeiro momento suas fibras serão comprimidas entre a raiz e a superfície óssea. A compressão promoverá o desaparecimento das células do ligamento periodontal nesta área, resultando em uma parada do movimento dentário. O dente não se moverá até que o osso subjacente ao tecido hialinizado tenha sido eliminado pela absorção solapante. Devido a duração desta absorção ser aproximadamente proporcional à extensão da zona hialinizada, é de fundamental importância aplicar forças iniciais de forma que previna-se a formação de áreas acelulares excessivamente extensas.

Sabe-se que os osteoclastos não absorvem tecido colágeno hialinizado, porém, são capazes de absorver osso e degradar sua matriz orgânica colágena.

As ocorrências descritas até agora fazem parte do período inicial, e sua duração pode variar de poucos dias até 2 meses. Durante o período de absorção solapante, pode, algumas vezes, ocorrer

pequenos movimentos dentários. Porém, na maioria das vezes, não há mudanças na posição dentária durante o período de hialinização, que pode durar aproximadamente 2 a 3 semanas. É importante ressaltar que, frequentes reativações tendem a aumentar a extensão e a duração da zona de hialinização, o que tenderá a tornar mais longo este período, o que é indesejável.

No período secundário o ligamento periodontal é consideravelmente alargado. Osteoclastos vão atacar a superfície óssea numa área muito mais extensa e, a maior parte da absorção óssea será do tipo direta. Este período tem uma pequena duração.

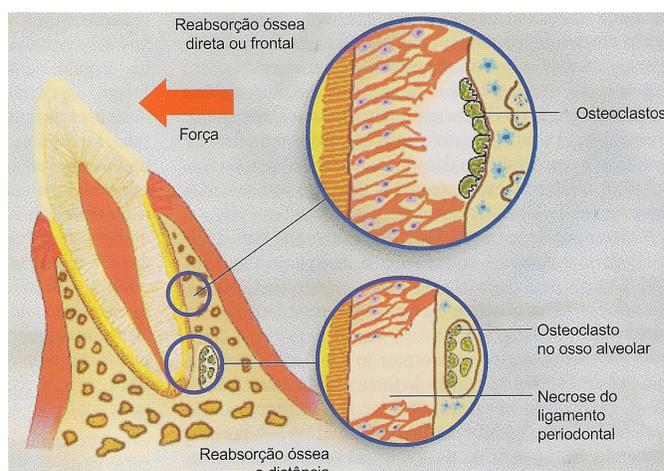


Figura 13: Gráfico mostrando a reabsorção óssea indireta e direta

Formação Óssea

Para Reitan, simultaneamente à absorção óssea que ocorre no lado de pressão, mudanças de caráter formativo estão ocorrendo no lado de tração. O número de osteoblastos e fibroblastos aumenta, devido ao aumento da atividade mitótica. Ocorre uma proliferação celular incipiente na área marginal à zona de tração após 30 a 40 horas. As novas células poderão ser observadas ao longo dos feixes de fibras estiradas, e este arranjo é característico do estágio inicial da formação óssea. Logo após a proliferação celular, tecido osteóide será depositado no lado de tração.

Segundo Langlade, esta rápida formação de osteóide é especialmente evidente durante o período secundário; após a absorção solapante ter sido completada no lado de pressão. As novas células no lado de tração são frequentemente arranjadas em uma zona proliferativa, contendo cadeias ou fileiras de odontoblastos. A formação óssea é então, o resultado da tração exercida sobre as fibras periodontais.

A calcificação do tecido osteóide inicia-se rapidamente, porém, a camada mais superficial continuará sem receber deposições de sais. Quando este novo osso fascicular atingir uma certa espessura, haverá reorganização deste osso que é relacionado, em alguma extensão, ao movimento fisiológico do dente.

Devido a estas reações tissulares de remodelado ósseo, que são estimulados pela aplicação de forças aos dentes, ocorre movimento dentário sem que haja perda da integridade entre dente e alvéolo.

Para que ocorra o movimento dentário, a força aplicada ao dente deve superar o tônus do ligamento periodontal (ou forças intrínsecas), que é a energia necessária para colocar em movimento os fluídos intersticiais e para que as fibras periodontais neutralizem estas forças.

Força Ótima ou Ideal

Os ortodontistas costumam dizer que se um dente está sendo movido com rapidez, a força responsável é a chamada “**Força Ótima**”. Smith e Storey foram os primeiros a chamarem atenção sobre o assunto, a partir de estudos sobre a distalização de caninos. Estes autores observaram que os tecidos de suporte, não apresentam fenômenos de reabsorção enquanto a força é de pouca intensidade. Com o aumento da intensidade da força, tem início o fenômeno da reabsorção, propiciando o movimento. Aumentando gradativamente a força, verificaram que até um grau determinado, o movimento era máximo, a partir do qual, apesar de aumentada ainda mais a intensidade, o deslocamento dentário se reduzia, até que não mais se observava movimento.

Muitos autores contestam os estudos de Smith e Storey, afirmando que o aumento ou diminuição da intensidade da força, para estarem relacionados com o movimento dentário, dependem, sobretudo do tempo que a força permanece atuando sobre o dente, além de fatores outros, como reação individual, idade, sexo, área da superfície radicular, etc.... O estudo de Utley, parece ser o que maiores esclarecimentos trazem ao assunto. Em sua experiência, Utley observou que o movimento dentário ocorre com qualquer intensidade de força, até mesmo as forças fisiológicas são capazes de promover modificações na posição dos dentes.

A conclusão que se pode tirar destes estudos, é que o ortodontista deve dispor de um aparelho, com o qual possa trabalhar tendo a possibilidade de atuar basicamente com três tipos de forças:

- Suaves (60 a 100 g.) Forças Ortodônticas Dentárias
- Médias (100 a 200 g.) Forças Ortodônticas Dentárias

- Pesadas (acima de 200g.) Forças Ortopédicas (450 g. em diante)

Com este recurso, estará apto a variar a atividade do aparelho, de acordo com os resultados clínicos que planejou, podendo aplicar em um mesmo paciente, os três tipos de força. Usando forças suaves em dentes isoladamente, forças médias em grupos de dentes e forças pesadas em ancoragens.

FATORES QUE INTERFEREM NO MOVIMENTO DENTÁRIO

Há leis gerais que podem ser aplicadas a todos os tipos de movimentos dentários. O osso alveolar se reabsorve quando a raiz comprime o ligamento periodontal; e novo osso se forma quando há forças de tração sobre o osso. Porém estas afirmações estão sujeitas a numerosas variações quando se introduz fatores como: (REITAN)

meio anatômico

magnitude da força

duração da aplicação da força

modo de aplicação da força

função oclusal

idade do paciente

direção da aplicação da força (tipos de movimentos dentários)

1. MEIO ANATÔMICO

É um fator determinante no qual distinguiremos alguns pontos:

1) A **densidade óssea** variável de um paciente para outro. “Alguns tem espaços medulares grandes com maior tendência de reabsorção do que outros”. Mais raramente o osso é muito denso, com espaços medulares reduzidos. Este último tipo de osso apresentará uma hialinização mais intensa e, conseqüentemente, uma reabsorção óssea mais difícil. Além disso, o deslocamento é bem diferente quando ocorre nos espaços interproximais ou nas faces vestibulares ou linguais, uma vez que o espaço interproximal contém mais osso esponjoso que os lados vestibular e lingual. LANGLADE

Infelizmente, é impossível avaliar radiograficamente a densidade óssea de um indivíduo. A classificação homeopática de **DE NEVREZE** fez ressurgir o conceito de que os movimentos dentários

são mais fáceis de se obter nos tipos carbocálcicos que nos tipos fluorcálcicos. ^{LANGLADE}

2) O **LIGAMENTO PERIODONTAL**, que apresenta uma espessura variável segundo os indivíduos; vimos que a elasticidade é função da intensidade e duração da força aplicada.

3) A **FORMA E O TAMANHO DO DENTE** a ser movimentado tem um papel importante, pois determinam a resistência por unidade de superfície. ^{LANGLADE}

4) A **POSIÇÃO DO DENTE** tem, igualmente, importância. **FURSTMAN, BERNICK e ALDRICH** demonstraram que: ^{LANGLADE}

- os dentes da maxila deslocam-se mais rapidamente que os da mandíbula.
- os dentes da maxila deslocam-se muito mais que os da mandíbula.

2. MAGNITUDE DA FORÇA

Um fator crítico é a **magnitude da força utilizada**. A **magnitude da força** determina de alguma maneira a duração da **hialinização**. Quando se aplicam forças muito intensas, ocorre um período de hialinização inicial mais prolongado, bem como a formação de zonas hialinizadas secundárias.

A quantidade de força ótima varia de acordo com o tipo de movimento dentário. Com uma força ótima (não mais que 20 a 26 gramas de pressão capilar/cm²) o ligamento periodontal se comprimirá até 1/3 de sua largura. Ocorre um **aumento** da produção celular e da irrigação sanguínea. A atividade osteoclástica no osso alveolar será estimulada próximo à lâmina dura; as células do Ligamento Periodontal proliferam no local onde a pressão é aplicada. No lado d (Reabsorção óssea direta) e tração, proliferam células osteoblásticas, que desempenham sua função de deposição óssea sobre a parede alveolar no local da tração.

Quando se aplica uma **força contínua intensa** sobre um dente, o Ligamento Periodontal se comprime. Esta região torna-se **acelular** e os vasos sanguíneos se fecham. No **lado de tração** as fibras, geralmente, não se rompem, nem há hemorragia. Entretanto, as **fibras são estiradas**, o que estimula a **formação de osteoblastos**. De acordo, com **REITAN**, com forças de até 800 gramas, as fibras não se rompem. Porém, pode ocorrer necrose no lado de tração se a força alcançar 500 gramas e atuar durante um período considerável de tempo. A zona acelular comprimida torna-se mais ampla do que com uma força de 100 gramas e, há a necessidade de um tempo maior para que a absorção óssea ocorra.

Forças leves

Para Proffit, quando uma força leve e prolongada é aplicada a um dente, o fluxo sanguíneo através do ligamento periodontal **parcialmente comprimido diminui**, o fluido é enviado para fora do espaço periodontal e o dente movimenta-se dentro do alvéolo. Dentro de poucas horas, a mudança resultante no ambiente químico produz um padrão diferente de atividade celular.

Já Reitan, acha que áreas de semi-hialinização deverão ocorrer, mesmo com a utilização de forças leves. Segundo o autor, a hialinização é causada, em parte, por **fatores anatômicos** e em parte por **fatores mecânicos**. Um dos fatores anatômicos é a forma e contorno da superfície óssea. Existindo fissuras e espaços medulares abertos é provável que exista um curto período de hialinização. Deve-se salientar que zonas hialinizadas geradas por forças leves são muito pequenas, cobrindo uma área não maior que 1 a 2 mm da superfície radicular.

A aparência hialina uniforme de uma zona comprimida é causada principalmente por certas mudanças na substância fundamental. As fibras colágenas, gradualmente, tendem a ser mais ou menos confluentes com a substância fundamental gelatinosa que os rodeia. Como resultado da destruição de células e dano aos capilares, aparecerá uma leve reação inflamatória, seguida pela produção de novos capilares e células do tecido conjuntivo em áreas ao redor da zona hialinizada

Forças pesadas

Segundo Proffit, forças pesadas são capazes de **ocluir totalmente os vasos sanguíneos** e interromper o suprimento em determinadas áreas do ligamento periodontal. Quando isto acontece, inicia-se uma necrose estéril nesta área (hialinização). As células, das áreas adjacentes ao local comprimido (Cavidades medulares), são estimuladas para se transformarem em osteoclastos. Devido a esta aparência histológica de desaparecimento das células, a área avascular é tradicionalmente chamada de **hialinizada**. Quando isto ocorre, remodelação do osso adjacente à área necrótica tem que ser efetuada por células oriundas das áreas adjacentes não danificadas (dentro das cavidades medulares).

Após um atraso de vários dias, elementos celulares das áreas adjacentes não danificadas do ligamento periodontal começam a invadir a área hialinizada. O mais importante é que osteoclastos aparecem nos espaços medulares adjacentes e começam um ataque por baixo do osso, imediatamente abaixo a área necrótica do ligamento periodontal. Este processo já descrito como absorção solapante, ataca a área abaixo da lâmina dura. Quando a hialinização e a absorção solapante acontecem, há um inevitável atraso na estimulação da diferenciação das células nos espaços medulares e,

secundariamente, por causa da considerável espessura de osso que necessita ser removido por baixo, para que o movimento dentário possa acontecer.

3. DURAÇÃO DA APLICAÇÃO DA FORÇA

A **duração da aplicação da força** é um fator importante, pois o Ligamento Periodontal deve ter períodos de reorganização, para restabelecer o suprimento sanguíneo ao ligamento e promover a proliferação celular. Uma força intensa de curta duração pode ser menos prejudicial que uma força leve e contínua.

4. MODO DE APLICAÇÃO DA FORÇA

As variações histológicas se devem a diferentes fatores como foi visto anteriormente. A quantidade, duração e a direção da força pode ser combinada de várias maneiras de acordo com o **tipo de aparelho utilizado**. Outro que poderíamos citar seria a diferença da resposta histológica ocasionada por um aparelho fixo quando comparado ao removível. Baseado nestas influências externas, o movimento dos dentes, em geral, pode ser dividido convenientemente em quatro tipos.(MOYERS)

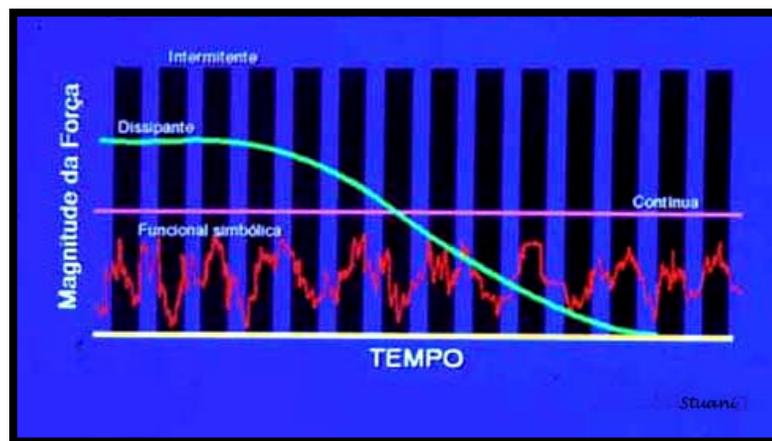


Grafico 2: Gráfico mostrando os quatro tipos de forças ortodônticas.

4.1) FORÇAS CONTÍNUAS:(Movimento dentário contínuo (aparelho fixo)

As forças contínuas mantêm, aproximadamente a mesma magnitude de força durante um tempo indefinido, por exemplo, uma mola. A força contínua submete os tecidos periodontais a longos períodos de atividade sem nenhum descanso, privando-os do tempo necessário à reorganização. O deslocamento faz-se habitualmente, neste caso, por etapas. ^{LANGLADE}

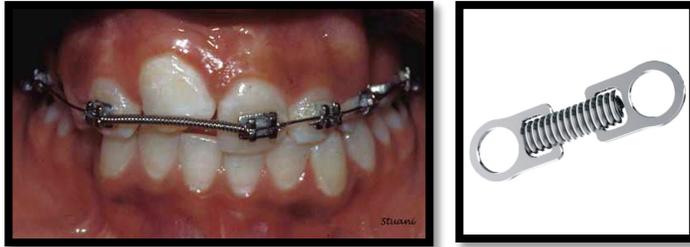


Figura 14: Mola aberta (A) e fechada (B) utilizadas para produzir força ortodôntica contínua.

4.2) FORÇAS DISSIPANTES:(Movimento dentário interrompido)

As forças dissipantes são contínuas, porém mantêm uma magnitude de força crescente dentro de um pequeno período (3 a 4 semanas), por exemplo um dente anelado ligado à um arco. A força dissipante é aquela que diminui gradativamente, com o deslocamento que ela realiza. Muitos movimentos dentários, efetuados por aparelhos ortodônticos fixos, resultam da aplicação de um tipo de força dissipante. Uma vantagem deste tipo de força sobre as forças contínuas é a existência de um período de recuperação, reorganização e proliferação celular previamente à re-aplicação da força.(MOYERS). É a melhor força para movimentar os dentes. ^{LANGLADE}



Figura 15: Aparelho ortodôntico fixo com mola "box Loop" utilizada para produzir força ortodôntica dissipante.

4.3) FORÇAS INTERMITENTES (Movimento dentário intermitente) (aparelho móvel)

As forças intermitentes produzem um movimento de **curta duração** e estão associadas com os **aparelhos removíveis**. A força é ativa quando o aparelho está na boca, e não existe quando este é removido. As ações intermitentes típicas aparecem com forças que atuam como um impulso ou golpe de curta duração durante períodos, com uma série de interrupções. Os aparelhos de tração extra-oral também são exemplos de aparelhos que produzem forças intermitentes.(MOYERS)

A **desvantagem do movimento intermitente** é o modo de deslocamento, que sempre aparece na forma de **inclinação**. São frequentes os resultados pouco satisfatórios que se observam quando alguns dos dentes são movimentados numa certa distância, terminando numa posição inclinada.

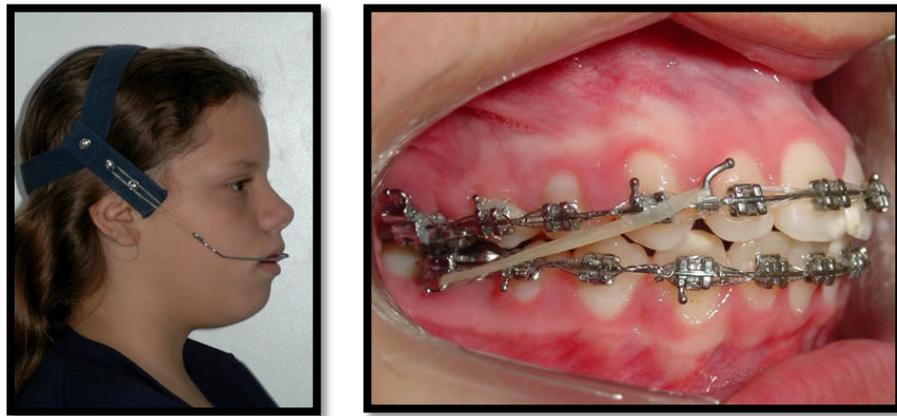


Figura 16: Exemplo de forças intermitentes. A) Arco extra-oral e, B) elástico intra-oral.

4.4) FORÇAS FUNCIONAIS

As forças funcionais surgem contra os dentes apenas durante a função bucal normal, e estão associadas com aparelhos removíveis sem grampos. Assim, cada vez que o paciente deglute, o ativador dirige as forças das contrações musculares contra os dentes. As forças funcionais não são fáceis de controlar, e não movem os dentes tão rapidamente quanto as forças dissipantes ou intermitentes.(MOYERS)



Figura 16: Exemplo de forças funcionais, com o uso de aparelhos ortodônticos funcionais.

5) FUNÇÃO OCLUSAL

Muitas vezes o movimento ortodôntico é impedido pela intercuspidação durante a função oclusal, resultante em hiper mobilidade dentária. Os dentes que estão sendo movidos podem não mostrar mobilidade até que seja encontrada uma interferência oclusal. O uso de um plano de mordida é útil, mas o desgaste dentário é desaconselhável, pois a superfície desgastada para aliviar a mobilidade pode ser necessária para a estabilidade oclusal na posição dentária final. ^(MOYERS) As **relações oclusais** podem aumentar a intensidade das forças aplicadas. Contatos prematuros ou inclinações podem aumentar a pressão exercida sobre o ligamento periodontal e influenciar os movimentos secundários ou as reabsorções radiculares indesejáveis. ^{LANGLADE}

6) IDADE DO PACIENTE

Como regra geral, as respostas biológicas às forças ortodônticas é mais lenta no adulto do que na criança. Em adultos, a eliminação das forças oclusais é importante nos movimentos dentários, e há necessidade da aplicação de forças suaves, com períodos mais longos de repouso entre os ajustes. **(REITAN)**

A **idade** do paciente, também, podem influenciar o **tipo** e a **qualidade** de ossos formados. A formação óssea em humanos também pode ser observada na forma de pontes de osteóide e em camadas, se estendendo dentro do Ligamento Periodontal, mais ou menos paralela à superfície óssea.

O quadro histológico também difere. A estrutura alveolar são compostas de lamelas ósseas

densas, com poucas aberturas para o espaço medular, e as cavidades medulares são menores e menos celulares (REITAN 1954,1969, WEISS 1972). Tanto a população celular quanto a vascularização estão reduzidas no Ligamento Periodontal e no osso alveolar de adultos, e, há uma diminuição da média de substâncias colágenas no Ligamento Periodontal, com poucos fibroblastos, osteoblastos e cementoblastos (GRANT 1972). O aumento da mineralização do osso adulto coincide com a diminuição do tecido osteóide. Esses fatores resultam em uma fase de hialinização mais longa no adulto assim como na necessidade de um período de contenção mais longo (WEISS 1972, BOND 1972). Em resumo, vários fatores sugerem que os pacientes adultos podem responder diferentemente do tratamento ortodôntico convencional executado em pacientes adolescentes.

No **jovem** em fase de crescimento, nota-se uma proliferação fisiológica do ligamento e uma superfície alveolar interna forrada de tecido osteóide circundado de osso neocalcificado, com numerosos espaços medulares. Tais condições são muito favoráveis ao deslocamento. ^{LANGLADE}

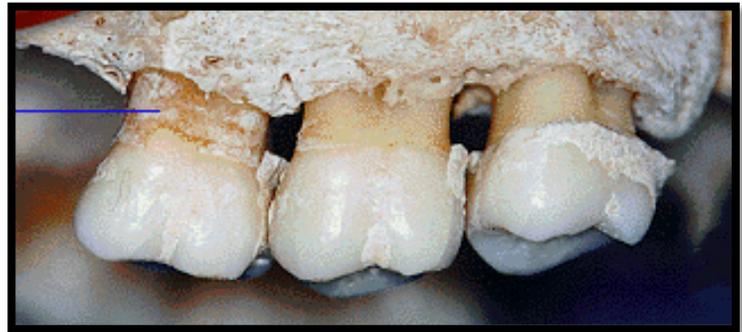
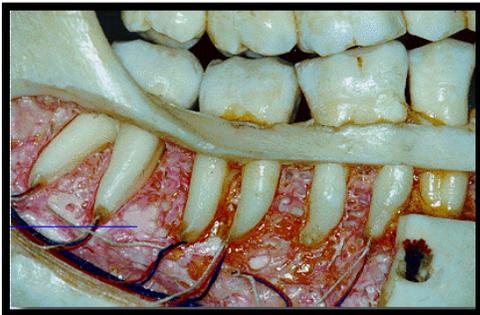


Figura 17: Exemplo de osso jovem bem vascularizado (A) e osso de um paciente adulto (B) com a presença de deiscência óssea.

7) DIREÇÃO DA APLICAÇÃO DA FORÇA

A direção da aplicação da força está relacionada aos tipos de movimentos dentários (Ver Movimento dentário parte 1). Os dentes podem sofrer os seguintes movimentos: **Inclinação verticalização, translação, torque, rotação, extrusão, intrusão**. O tipo de movimento também interfere nas respostas histológicas.

CONCLUSÃO

A partir da revista realizada, pode-se concluir que o movimento dentário é mais eficiente quando se evitam áreas de necrose no ligamento periodontal, assim como a dor é diminuída. Logicamente, é melhor evitar utilizar força ortodôntica excessiva. No entanto, apesar do desejo de produzir movimento dentário por reabsorção óssea frontal, isto pode ser extremamente difícil de se obter clinicamente. Mesmo com forças leves, pequenas áreas avasculares podem se desenvolver no ligamento periodontal e o movimento dentário pode ser retardado, enquanto estas áreas não possam ser removidas por absorção solapante. Clinicamente, o movimento dentário acontece, com frequência, de uma forma mais intercalada, por causa das inevitáveis áreas de absorção solapante. Contudo, força exagerada não é útil para o movimento ortodôntico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atharion, J.D.; The gingival response to orthodontic tooth movement. *Am. J. Orthod.*, 58: 179, 1970.
- Burstone, C.J., Norton, L.A., *The Biology of Tooth Movement*, CRC Press, Inc. Boca Raton, 1989.
- Carranza, A.F. *Compêndio de Periodoncia* - 1976.
- DeAngelis, Observation on the response of alveolar bone to orthodontic force. *Am. J. Orthod.*, 58: 284, 1970.
- Enlow, D., *Manual Sobre Crecimiento Facial*, Ed. Intermédica, Buenos Aires, 342-358, 1981.
- Foster, DT. *A textbook of Orthodontics* – 1975
- Gianelly, AA., Goldman, MH. *Biologic Basic of Orthodontics* - 1971.
- Graber, MT. *Ortodoncia - Principios y Practica* – 1965
- Graber, MT., Swain, FB. *Ortodoncia - Conceptos e Tecnicas* - 1979.
- Hirschfeld, L, Geiger, A. *Minor tooth Movement in General Practise* – 2a. ed. 1966.
- Interlandi, S. *Ortodontia - Bases para a iniciação* - 1977.
- Kvam, Einar.; *Organic Tissue Characteristics on the Pressure Side of Human Premolars Following Tooth Movement*, *Angle Orthod.*, 43(1): 18-23, 1973.
- Langlade, M., *Terapeutica Ortodôntica*, 3a Ed., Ed. Livraria Santos, São Paulo, p. 1-25, 1993.
- Lino, AP. *Ortodontia Preventiva Básica* 2a. ed. São Paulo Livraria Editora Santos, 1994 p. 136-142.
- Moyers, RE. *Ortodontia* – 3a. ed. 1979.
- Proffit, W.R., Fields Jr, H.W.; *Ortodontia Contemporânea*, Ed. Guanabara-Koogan, Rio de Janeiro, cap. 09, 1995.
- Reitan, K.; *Tissue behavior during orthodontic tooth movement*. *Am. J. Orthod.*, 46: 881, 1960.
- Reitan, K.; *Principios y reacciones biomecánicas*, Editado por Graber T.M., Swain, B.F.; *Ortodoncia. Principios Generales y Técnicas*, Ed. Panamericana, Buenos Aires, 1988.
- Reitan, K.; *Initial Tissue Behavior during Apical Root resorption*. *Angle Orthod.*, 44: 68-82, 1974.
- Reitan, K.; *Effects of Force Magnitude and direction of Tooth Movement on different alveolar bone types*. *Angle Orthod.*, 34: 244-255, 1964.
- Wilhelm, R.S.; *Movimento Dentário*, *Ortodontia*, 8 (3): 261-273, set.-dez., 1975.