

Retração dos Dentes Caninos com Alças: Aspectos Biomecânicos Indispensáveis para o Sucesso deste Procedimento

Canine Retraction with Loops: Biomechanical Aspects Essential for a Successful Therapy

Roberto Hideo Shimizu*
 Katiane Regina Staszak**
 Isabela Almeida Shimizu***
 Aldrieli Regina Ambrósio****

Shimizu RH, Staszak KR, Shimizu IA, Ambrósio AR. Retração dos dentes caninos com alças: aspectos biomecânicos indispensáveis para o sucesso deste procedimento. J Bras Ortodon Ortop Facial 2004; 9(50):178-86.

Durante a retração dos dentes caninos, deve-se considerar, para a utilização clínica das molas, a quantidade de ativação, a intensidade de pré-ativações (efeito *gable*) entre o segmento anterior e o posterior, o posicionamento anteroposterior da alça e as magnitudes de força e de momento gerados. Para a obtenção dos momentos necessários para o controle da inclinação durante a retração, deve-se inserir dobras de pré-ativações nos segmentos anterior e posterior da alça, bem como deslocá-las mesial ou distalmente no espaço *interbrackets*. A alça ortodôntica, de uma maneira geral, deveria apresentar a capacidade de gerar força leve e constante, ou seja, uma baixa proporção Carga/Deflexão e que necessitasse de poucas reativações. Portanto, na construção dessas alças, deve-se considerar a liga metálica utilizada e a configuração da mesma, para que se produza uma baixa proporção C/D, gerando pouca variação durante sua desativação e, assim, minimizando os efeitos colaterais no dente e nas estruturas circunjacentes, bem como preservando a ancoragem dos dentes posteriores. A magnitude de força necessária para a retração dos caninos superiores e inferiores varia de 120 a 200 gramas. No entanto, a grande maioria das alças apresenta uma magnitude muito maior (alta proporção Carga/Deflexão). Essas alças de retração devem ainda apresentar uma elevada proporção Momento/Força, já que é uma das principais características das alças de retração, pois define como o dente se movimentará. A proporção M/F deve ser suficiente para proporcionar desde um movimento por inclinação controlada até um movimento radicular, o que é dificultado pela elevada magnitude de força gerada pela grande maioria das alças de retração. Esse trabalho objetiva, portanto, apresentar os aspectos mecânicos das alças de retração e também meios auxiliares para propiciar a retração dos dentes caninos de maneira extremamente favorável.

PALAVRAS-CHAVE: Fechamento de espaço ortodôntico; Biomecânica; Extrações dentárias; Ortodontia.

INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA

No tratamento ortodôntico realizado com extrações

dentárias, o fechamento de espaços pode ser realizado com a retração em massa do segmento anterior ou a retração inicial dos dentes caninos, e, posterior, dos incisivos, e a decisão deve ser tomada de acordo com o plano de tratamento do caso clínico avaliado. Quando se deseja o máximo de ancoragem do segmento posterior, a retração inicial do canino deve ser o procedimento de escolha.

A retração do canino poderá ser realizada com técnicas utilizando arco contínuo ou arco segmentado. Quando a opção é com o arco contínuo, pode-se lançar mão de corrente elástica, molas espirais, gancho J (*J hook*), dentre outros (Perez *et al.*, 1980; Mendes *et al.*, 1992; Staggers, Germane, 1991). Utilizando-se o arco segmentado/seccio-

nado, esse procedimento será realizado por meio de alças de retração. Qualquer que seja a escolha, haverá vantagens e desvantagens em sua utilização. Portanto, vale o bom senso para a escolha correta, minimizando, assim, os efeitos colaterais e, conseqüentemente, aumentando a eficácia da movimentação.

Dentre os fatores a serem considerados durante a retração dos dentes caninos, está a magnitude de força gerada pelos dispositivos ortodônticos, que deve ser leve e preferencialmente constante (Burstone *et al.*, 1961; Weinstein, 1967; Paulson *et al.*, 1970; Boester, Johnston, 1974).

Para Burstone *et al.* (1961), os aparelhos de escolha, não apenas para a retração de caninos, são os que apre-

*Professor Doutor da Disciplina de Ortodontia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná e Universidade Tuiuti do Paraná; Professor da Pós-graduação da Pontifícia Universidade Católica do Paraná; Rua Padre Anchieta, 1846/602 – CEP 80730-000, Curitiba, PR; e-mail: shimizu@rla01.pucpr.br

**Cirurgiã-dentista; e-mail: katiastaszak@bol.com.br

***Mestre em Ortodontia pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná; e-mail: isabelashimizu@hotmail.com

****Mestranda em Ortodontia pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná; e-mail: aldrieli@hotmail.com

sentam a capacidade de aplicar forças leves e constantes. Alças que possuem menor proporção Carga/Deflexão (C/D) produzem forças mais constantes, uma vez que há pequena variação na magnitude de força para cada milímetro de desativação. Weinstein (1967) definiu como sendo uma força de pequena magnitude produzida por uma ativação relativamente grande. Quando ativada, a alça é capaz de armazenar energia e dissipá-la em pequenas quantidades enquanto o dente se movimenta. A utilização de força leve é mais biológica e menos dolorosa para o paciente, segundo Boester, Johnston (1974).

Outro aspecto importante para o controle do movimento dental durante a retração é a proporção/relação entre a quantidade de momento e de força gerada pela alça ortodôntica (M/F). Estudando a influência do momento e da força no movimento dentário, Burstone, Koenig (1976), Smith, Burstone (1984) e Melsen *et al.* (1990) afirmaram que: quando apenas uma força era aplicada ao dente, este apresentava um movimento por inclinação descontrolada, uma vez que a proporção M/F era igual a zero e o centro de rotação localizava-se levemente apical em relação ao centro de resistência. Com uma proporção M/F de 8/1, o centro de rotação localizava-se no ápice radicular e o movimento era de inclinação controlada. Quando esta proporção era de 10/1, o movimento era de translação e, quando de 12/1, o centro de rotação localizava-se na cúspide, determinando um movimento radicular.

Tanne *et al.* (1988), utilizando-se do método do elemento finito, que é um modelo tridimensional desenvolvido para os incisivos centrais superiores, investigaram a relação entre a proporção M/F e o centro de rotação e encontraram que para uma proporção M/F de 9,53 o centro de rotação encontra-se na borda incisal, produzindo um movimento radicular. Com uma pequena diminuição desse valor, M/F de 8,39, ocorrerá a translação do dente. Com a proporção M/F de 6,52, o centro de rotação está localizado no ápice do dente, produzindo o movimento de inclinação controlada. Para a determinação da proporção M/F necessária para cada tipo de movimento, deve-se considerar que o comprimento radicular, a altura da crista alveolar, a espessura do ligamento periodontal e as propriedades biomecânicas dos tecidos variam de paciente para paciente.

Para obter um sistema de forças ideal, é preciso considerar que os dentes possuem diferentes superfícies radiculares, portanto, necessitam de diferentes magnitudes de forças para cada tipo de movimento. Para Darendeliler *et al.* (1997), os mecanismos de fechamento de espaços convencionais apresentam deficiências, por produzirem os mesmos sistemas de forças para todas as situações clínicas.

O sistema de forças gerado por uma alça ortodôntica está estritamente relacionado com aspectos como configu-

ração, secção transversal do fio, liga metálica, ativação, pré-ativação (efeito *gable*) e posicionamento anteroposterior. Muitos trabalhos foram desenvolvidos com o intuito de avaliar a influência destas variações no comportamento mecânico das alças (Chaconas *et al.*, 1974; Nanda, Diaz, 1981; Burstone, 1982; Gjessing, 1985; Staggers, Germane, 1991; Gjessing, 1994; Nanda, Kuhlberg, 1997; Kuhlberg, Burstone, 1997; Shimizu *et al.*, 2002).

Objetivando determinar o efeito da secção transversal do fio, da configuração da alça (alça comprimida, vertical fechada, vertical fechada com helicóide e dupla alça fechada com helicóides), da magnitude de força e do efeito *gable* (pré-ativação) durante os procedimentos de retração dos dentes caninos, Chaconas *et al.* (1974) avaliaram os efeitos dessas variáveis e, dentre as conclusões, afirmaram que a secção transversal do fio, a configuração da alça e o efeito *gable* tiveram efeitos marcantes nas proporções C/D das alças de retração. O aumento desta última variável elevou significativamente a força necessária para a ativação das alças comprimidas.

Para Burstone (1982), o fechamento de espaços sem perda de ancoragem deverá ser realizado em dois estágios: movimento de inclinação distal da coroa, seguido pelo movimento radicular. O posicionamento da alça também altera a proporção M/F: para se obter um sistema de força igual para as duas extremidades da alça, deve-se centralizá-la no espaço *interbrackets*. Caso contrário, deve-se deslocar a alça para o lado onde se deseja a maior magnitude de momento. Para conseguir tais objetivos, o autor preconizou a alça T construída com fio beta-titânio.

Por sua vez, Gjessing (1985) preconizou a alça "PG" para retração de caninos, construída com fio de aço inoxidável .016" x .022" que gerava de 140g a 160g de força com 1,0mm de ativação. Para o autor, o controle de retração do canino requer um sistema de forças que gere uma proporção M/F constante, para que se tenha a ancoragem necessária e se evitem movimentos de rotação e inclinação. Os segmentos mesial e distal da alça são angulados tanto no sentido vertical quando no horizontal, para evitar movimentos de inclinação e de rotação, respectivamente. O autor concluiu que a proporção M/F pode ser elevada quando: aumenta-se a porção vertical da alça gengivalmente, e a porção horizontal apicalmente; diminui-se a distância *interbrackets*; desloca-se a alça para próximo do dente a ser movimentado; pré-ativa-se os segmentos mesial e distal da alça.

Os sistemas de forças das dobras em degrau e em "V" foram analisados por Burstone, Koenig (1988). Estes verificaram grande variabilidade dos sistemas de forças das dobras em "V", em relação à alteração do seu posicionamento mesio-distal. Quando a dobra em "V" encontra-se centralizada no espaço *interbrackets*, os momentos gerados serão iguais e opostos. Também verificaram a

produção de forças verticais quando deslocadas as alças e concluíram que, ao deslocar a dobra "V" para o segmento posterior, neste atuaria uma força extrusiva e, no segmento anterior, uma força intrusiva; da mesma maneira, posicionando a dobra em "V" mais próxima ao segmento anterior, uma força extrusiva atuaria neste segmento e outra intrusiva no segmento posterior.

Staggers, Germane (1991) compararam a alça vertical com a alça vertical reversa e afirmaram que ambas possuíam a mesma proporção M/F, porém, a quantidade de ativação e a proporção C/D eram maiores na alça vertical reversa, pois esta, quando ativada, tinha as pernas aproximadas no mesmo sentido da última dobra, enquanto que, na alça vertical, as mesmas se afastavam, propiciando a sua deformação permanente. Em relação ao posicionamento anteroposterior, preconizaram que, para a retração dos caninos, a alça deveria ser posicionada mais próxima ao segmento anterior. O efeito *gable* deveria ter maior intensidade no segmento posterior, objetivando utilizar este segmento como ancoragem, o contrário seria necessário para a protração dos molares.

Para Gjessing (1992), o uso do arco segmentado proporciona forças ótimas para o segmento anterior e posterior durante o movimento de retração. Assim, estabeleceu arcos pré-calibrados que produzissem retração, verticalização e intrusão dos incisivos. Portanto, a alça "PG" pode ser usada tanto para a retração do canino quanto para a retração dos incisivos, necessitando de mínimos ajustes. A variação da distância *interbrackets* não influenciou significativamente na magnitude de força intrusiva produzida pela alça.

Segundo Gjessing (1994), a força necessária para retração do canino varia entre 75 e 260g, a proporção M/F anti-inclinação é de 11 e a proporção M/F anti-rotação, 4. O sistema de forças gerado pela alça "PG" para a retração do canino possibilita, inicialmente, um movimento de inclinação controlada, seguido por um movimento de translação e, finalmente, por um movimento radicular. A curvatura no segmento posterior da alça é responsável pelo momento gerado nos dentes posteriores e pela ancoragem. A extrusão é neutralizada pelas forças dos movimentos mastigatórios. A força intrusiva gerada por esta curvatura neutraliza a tendência de extrusão do canino durante a retração.

Estudando o mecanismo de ancoragem, Nanda, Kuhlberg (1997) dividiram em grupos A, B e C. No grupo C, 75% ou mais do espaço da extração deve ser fechado pela protração posterior. Utilizando-se a alça T (TMA .017"x .025") proposta por Burstone (1982), para o fechamento de espaço, salientaram que este mecanismo apresentava um sistema de ancoragem diferencial com momentos nas extremidades alfa e beta, que utilizava o princípio das dobras em "V", ou seja, quanto mais deslocada esta dobra

para a extremidade alfa, maior o momento para os dentes anteriores e vice-versa. Para o fechamento de espaço no grupo C, o aumento na proporção M/F é para a extremidade alfa, aumentando a extrusão dos dentes posteriores e o momento do segmento anterior, aumentando a ancoragem neste último segmento.

Mendes *et al.* (1992) realizaram um trabalho no qual avaliaram algumas variáveis que deveriam ser consideradas na execução do fechamento de espaço, durante o tratamento ortodôntico, tais como: a configuração da alça, a secção transversal, as propriedades do fio utilizado, tipo de movimento desejado e a quantidade de força necessária. Dentre as conclusões, destacaram que parece existir discrepância entre a magnitude da força produzida por determinadas alças de retração e os valores da força ótima; os valores de força ótima, recomendados para a retração dos dentes anteriores, variavam de 196g a 338g para os incisivos superiores, de 170g a 296g para os incisivos inferiores, de 326g a 595g para os incisivos e caninos superiores e de 294g a 512g para os incisivos e caninos inferiores; as alças de retração deveriam apresentar uma alta proporção M/F e uma baixa proporção C/D, para que os níveis da força fossem relativamente constantes durante a sua ativação/desativação; as propriedades da alça de retração poderiam ser alteradas pela secção transversal, módulo de elasticidade do fio, configuração, quantidade de fio utilizado na sua construção, incorporação de efeito *gable*, tratamento térmico e quantidade de ativação; durante a mecânica de retração, dever-se-ia evitar a utilização de forças excessivas, que retardariam a movimentação dos dentes anteriores e favoreceriam a mesialização dos dentes posteriores.

Para Kuhlberg, Burstone (1997) as variações nas magnitudes de momento e de força e, conseqüentemente, na proporção M/F, são responsáveis pelos diferentes tipos de movimento dental. O propósito do estudo foi avaliar os efeitos produzidos pela alça T (TMA) quando descentralizada no espaço *interbrackets*. Segundo os autores, quando a alça estava centralizada, a proporção M/F era praticamente igual nas duas extremidades, gerando apenas uma pequena força intrusiva no canino. A alça descentralizada gerava maior magnitude de momento no segmento em que se encontrava mais próxima. Advertiram que a alça descentralizada 1,0mm alterava a magnitude do momento, alterando a proporção M/F e, conseqüentemente, o tipo de movimento, bem como a incorporação de forças verticais.

Em 1998, Liou, Huang propuseram a distração osteogênica para a retração de canino. O processo de distração osteogênica é mecanismo pelo qual há uma neoformação óssea de 1,0mm por dia a partir do osso já existente. O processo de neoformação é similar ao que ocorre na sutura

palatina durante expansão do palato. Quando se aplica uma força, o ligamento periodontal sofre tensão, o que equivale à distração osteogênica, seguido de neoformação óssea, o que equivale à osteogênese.

Objetivando avaliar a aplicação e os efeitos produzidos pela mola "PG" nas estruturas dento-alveolares, durante a retração de incisivos, Dinçer *et al.* (2000) compararam os sistemas de forças da alça "PG" e da mola espiral e concluíram que: ocorre uma inclinação mais favorável dos incisivos quando se utiliza a alça "PG", devido à posição mais favorável do centro de rotação; durante a retração foi observada perda de ancoragem com movimento de inclinação dos molares nos dois grupos. Para minimizar este efeito de inclinação, sugere-se o aumento da proporção M/F, no segmento posterior.

Souza *et al.* (2002) estudaram o sistema de força de alça T construída em beta-titânio, utilizada pela FOAr-Unesp. Ativada 5,0mm, a alça T proporciona 253,6g e uma proporção M/F de 7,6. Após 1,5mm de desativação, a mesma apresentou movimento de translação, e com 2,0mm de desativação, movimento radicular.

PROPOSIÇÃO

O objetivo do presente trabalho é apresentar alguns princípios biomecânicos que regem a movimentação dentária propiciando um fechamento de espaço favorável, bem como enfatizar o sistema de forças de uma alça de retração de caninos que proporcione desde o movimento por inclinação controlada até o movimento radicular, otimizando tal procedimento e, ao mesmo tempo, minimizando os efeitos colaterais inerentes ao movimento de retração.

DISCUSSÃO

Segundo Proffit (2000), existem duas principais razões para extração de dentes em Ortodontia: obter espaço para o alinhamento dos incisivos sem protruí-los excessivamente, e permitir camuflagem de relações maxilares de Classe II e III moderadas, quando alterações no crescimento não são mais possíveis. Nestes casos, o espaço da extração pode ser fechado por meio de retração dos dentes anteriores, protração dos dentes posteriores ou uma combinação de ambos os movimentos (Burstone, 1982; Staggers, Germane, 1991; Nanda, Kuhlberg, 1997).

A retração de caninos com arco contínuo, utilizando-se corrente elástica ou molas espirais, pode produzir projeção dos dentes anteriores e perda de ancoragem. Já a retração com *J hook* é muito eficiente para o controle da ancoragem, com poucos efeitos indesejáveis tanto para o segmento posterior quanto para o anterior.

Segundo Nanda, Diaz (1981) e Burstone (1982), o fe-

chamento de espaço pode ser realizado em uma única etapa, transladando o dente, ou em duas etapas: inicialmente uma inclinação controlada, seguida de um movimento radicular.

Como já citado, as alças para fechamento de espaço vêm sendo muito estudadas, porém, conclui-se que a maioria apresenta características mecânicas aquém das ideais para a realização dos movimentos desejados. Shimizu *et al.* (2002) relataram que a alça Bull modificada e a maioria das alças apresentam a proporção C/D acima do ideal, além de não atingir a proporção M/F necessária para o movimento de translação.

Burstone (1966) afirmou que existem três variáveis que influenciam o sistema de forças das alças utilizadas para o fechamento de espaços em Ortodontia: proporção M/F; magnitude do momento e/ou da força e a constância do momento e/ou da força.

MAGNITUDE DE FORÇA

A força considerada ideal durante a ativação de uma alça deve ser leve e constante (Burstone *et al.*, 1961; Weinstein, 1967; Hixon *et al.*, 1969; Sleichter, 1971; Boester, Johnston, 1974; Eden, Waters, 1994). No entanto, não existe uma alça que gere uma magnitude de força constante, uma vez que para cada milímetro de desativação, há um decréscimo dessa magnitude.

Altas magnitudes de força, conforme Burstone (1982), são responsáveis pela perda de ancoragem, reabsorções radiculares e sintomatologia dolorosa. Para Sleichter (1971), forças muito altas podem estrangular o ligamento periodontal, os tecidos e, possivelmente, prejudicar a polpa. Além disso, quanto maior a magnitude de força, maior a quantidade de momento necessário para se conseguir a proporção M/F para o tipo de movimento desejado.

No entanto, a magnitude ideal para retração dos dentes caninos, apesar de muito estudada pelos autores, não é unanimidade na literatura (Hixon *et al.*, 1969; Sleichter, 1971; Boester, Johnston, 1974; Gjessing, 1994; Mendes *et al.*, 1992; Shimizu, 1995).

De acordo com Hixon *et al.* (1970), existe uma força ótima capaz de produzir máxima resposta biológica com máxima quantidade de movimento, que seria de 2 a 2,5g/mm de área. Mas, para os autores, existem algumas dúvidas quanto à teoria de força ótima, uma vez que forças três a quatro vezes acima deste valor podem movimentar um dente com sucesso. No entanto, para Sleichter (1971), biologicamente o tratamento mais favorável é aquele que trabalha com forças não maiores que a pressão dos vasos capilares. A força considerada ótima para o dente seria de 15 a 20g/mm. Sendo assim, para os caninos, seria de 150 a 200g, enquanto que forças menores que 300g não conseguiriam movimentar um molar. O autor afirmou, ainda, que não faz sentido o uso de forças de alta magnitude

quando apenas 150g são capazes de retrair o canino no mesmo período de tempo.

Investigando se havia magnitude de força ótima para a retração de canino, e se existiam diferentes respostas a magnitudes de forças variando de 55g a 310g, Boester, Johnston (1974) concluíram que: a aplicação de 55g produz menos movimento do que as outras magnitudes de força; não existe diferença significativa no fechamento de espaço para as diferentes magnitudes de força; a perda de ancoragem independe da magnitude de força aplicada; não existe diferença significativa no desconforto para o paciente quando as magnitudes de força são aplicadas. Já para Gjessing (1994), a força necessária para retração do canino varia de 75g a 260g. Por sua vez, Nikolai (1975) objetivou avaliar a influência das magnitudes de forças sobre os dentes e a capacidade dos aparelhos ortodônticos de produzir a forma de movimento desejado e, a partir dos resultados, concluiu que: para o movimento de inclinação são necessários 60g de força; o valor para o movimento de translação foi de 210g.

PROPORÇÃO MOMENTO/FORÇA

A proporção M/F é definida por Melsen *et al.* (1990) como a distância numérica do *bracket* ao centro de rotação. É uma das principais características da alça, pois é a responsável pelo tipo de movimento: inclinação descontrolada, inclinação controlada, translação ou movimento radicular.

Muitos estudos foram realizados para determinação da proporção entre as magnitudes de momento e de força horizontal para cada tipo de movimento (Smith, Burstone, 1984; Tanne *et al.*, 1988; Melsen *et al.*, 1990). Smith, Burstone (1984) e Melsen *et al.* (1990) concluíram que com

valores de 0, 8/1, 10/1 e 12/1 teremos, respectivamente, movimentos de inclinação descontrolada, inclinação controlada, translação e movimento radicular (Figura 1). Por outro lado, Tanne *et al.* (1988), utilizando-se do Método do Elemento Finito, preconizaram para os incisivos centrais superiores uma proporção M/F de 6,52 para o movimento de inclinação controlada, de 8,39 para o movimento de translação e de 9,53 para o movimento radicular.

É importante o controle do sistema de força pelo Ortodontista, pois pequenas alterações na proporção M/F alteram o centro de rotação e podem produzir movimentos não desejados (Burstone, Koenig, 1976; Burstone, 1982; Smith, Burstone, 1984; Tanne *et al.*, 1988; Melsen *et al.*, 1990).

Conforme ilustrado na Figura 1, durante o movimento de inclinação descontrolada, o centro de rotação (Crot) se encontra levemente acima do centro de resistência (Cres); no movimento de inclinação controlada, o Crot está localizado no ápice radicular. Para o movimento de translação, o Crot encontra-se deslocado para o infinito e durante o movimento radicular, o Crot localiza-se na porção incisal do dente (Smith, Burstone, 1984; Tanne *et al.*, 1988; Melsen *et al.*, 1990).

Segundo Burstone (1982), Nanda, Kuhlberg (1997), Kuhlberg, Burstone (1997), a alça T deveria movimentar o dente inicialmente por um movimento de inclinação controlada, seguida do movimento radicular. Já para Sleichter (1974), o melhor movimento é o de translação, pois fecha mais rápido o espaço. Provavelmente, a retração dental em duas fases – inclinação controlada e movimento radicular – proporcionaria maior controle da ancoragem dos dentes posteriores.

Como algumas alças não conseguem atingir a proporção

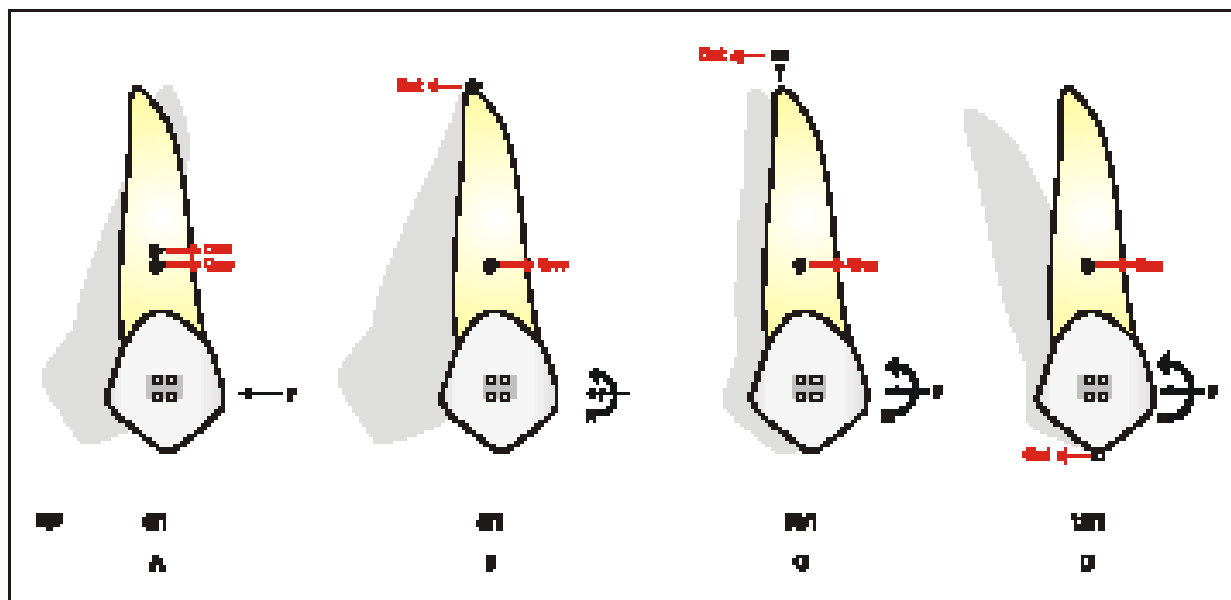


FIGURA A e B: Tipos de movimento – proporção momento/força.

ção M/F necessária para o tipo de movimento desejado, são possíveis algumas alterações para a elevação dessa proporção. Para Burstone, Koenig (1976), pode-se intensificar as pré-ativações, desde que a alça apresente baixa proporção C/D; caso contrário, as forças verticais serão demasiadamente elevadas. Ou ainda, sugerem um aumento da altura da alça, associado ao menor comprimento oclusal e a um maior comprimento cervical, o que foi comprovado por meio de estudos comparando a alça vertical com a alça T, ambas construídas com fio de aço inoxidável.

PROPORÇÃO CARGA/DEFLEXÃO

A constância de uma força gerada por determinada alça depende basicamente da proporção C/D, que deveria ser a mais baixa possível (Burstone *et al.*, 1961; Burstone, 1966; Burstone, Koenig, 1976; Nanda, Diaz, 1981; Burstone, 1982; Stagers, Germane, 1991; Gjessing, 1992; Shimizu *et al.*, 2002). Alças com baixa proporção C/D e grande quantidade de ativação necessitarão de poucas reativações para o fechamento de espaço, de acordo com Burstone (1982). Afirmou ainda que elevada proporção C/D nas alças verticais acaba por necessitar de elevadas magnitudes de força para a sua ativação. O mesmo não ocorre com a alça T (TMA), que produz baixa proporção C/D e possibilita grande quantidade de ativação.

Há muitos estudos com a intenção de modificar as características mecânicas das alças para que alcancem proporções C/D mais baixas. Uma das maneiras é incorporar maior quantidade de fio na porção apical (Burstone, 1982), especialmente na forma de helicóides (Burstone, Koenig, 1976; Nanda, Diaz, 1981). Chaconas *et al.* (1974) e Shimizu *et al.* (2002) afirmaram que a secção transversal, a configuração da alça, tipo da liga e as pré-ativações têm efeitos marcantes na proporção C/D das alças.

ALÇAS DE RETRAÇÃO

Inúmeras são as alças preconizadas para a retração dos dentes caninos; elas apresentam-se com diferentes configurações, ligas metálicas, dimensões, secções transversais e pré-ativações (Chaconas *et al.*, 1974; Burstone, Koenig, 1976; Burstone, 1982; Gjessing, 1985).

Características importantes das alças de fechamento de espaços são as magnitudes de força e de momento geradas durante sua ativação. Souza *et al.* (2000), estudando as propriedades mecânicas das alças T construídas com fio de beta-titânio e pré-ativações preconizadas pela FOAR-Unesp, recomendaram ativação de 5,0mm e reativação após 2,5mm de desativação. Dessa maneira, inicialmente, o movimento seria de inclinação controlada, seguido por translação e, finalmente, movimento radicular. Já Shimizu *et al.* (2002), avaliando o sistema de forças da alça T construída em aço inoxidável, afirmaram que, conforme a secção transversal do fio, intensidade de ativação e pré-ativações inseridas, essa alça gera magnitudes de força e de momento apropriadas para a retração do canino. Quando se utiliza a alça T construída com fio de aço inoxidável .017" x .025", deve-se ativar 1,0mm ou 1,5mm, pré-ativar 30° ou 40° e reativar quando a alça estiver com 0,5mm ou 0mm de ativação. Dessa forma, inicialmente, o dente se movimentará por inclinação controlada, seguida pelos movimentos de translação e, finalmente, movimento de correção radicular. Utilizando-se o fio .019" x .025", a ativação deve ser de 1,0mm e pré-ativações de 30° ou 40°, proporcionando 218g ou 240g e proporções M/F de 7,3mm ou 6,3mm, respectivamente. Com 0,5mm de desativação, a alça proporciona 103g e 120g, bem como proporções M/F de 13,1mm e 10,6mm para pré-ativações de 30° e 40°, respectivamente. Já o fio .018" x .025" não gerou proporção M/F suficiente para o movimento de translação, bem como movimento radicular.

A alça T construída em aço inoxidável permite conseguir proporção M/F suficiente para todos os tipos de movimento. Ao associar determinada magnitude de momento à força, o centro de rotação se deslocará para o ápice radicular e ocorrerá o movimento de inclinação controlada, inclinando a coroa na mesma direção da força e o ápice permanecendo no mesmo lugar (Figura 1B). Aumentando a magnitude de momento e, conseqüentemente, a proporção M/F, o centro de rotação se deslocará apicalmente para o infinito e provocará o movimento de translação (Figura 1C). Aumentando-se ainda mais essa proporção, o centro de rotação se deslocará para incisal, pro-

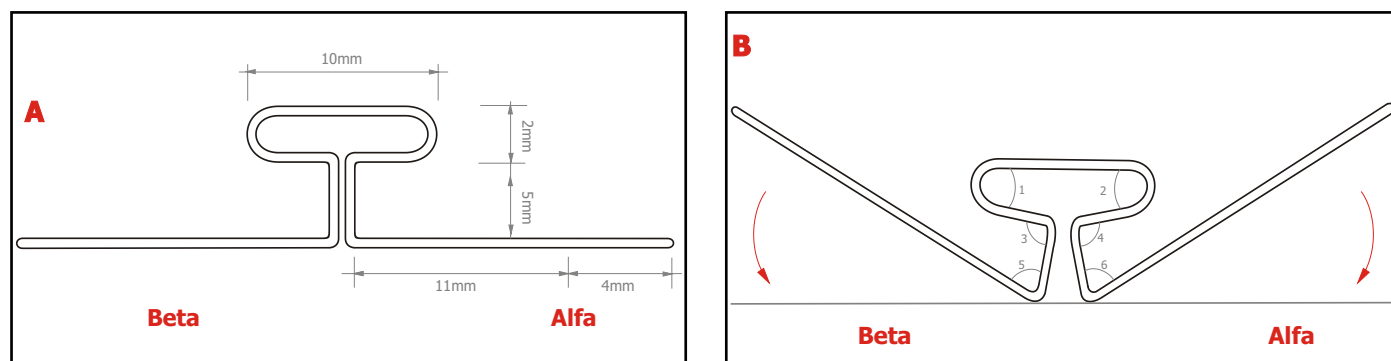


FIGURA 2: Pré-ativações das alças T de retração.

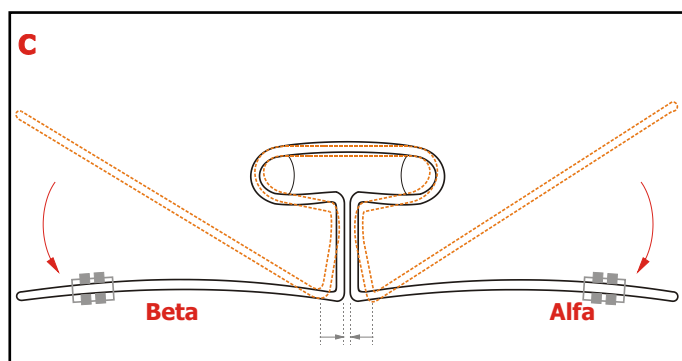


FIGURA C: Pré-ativações das alças T de retração.

duzindo o movimento radicular (Figura 1D).

Uma grande qualidade dessa alça está no fato de que, necessitando de maior magnitude de momento, pode-se aumentar a intensidade de pré-ativações sem, no entanto, aumentar significativamente a magnitude da força. Essa possibilidade se deve fundamentalmente ao local da inserção das pré-ativações, pois os segmentos verticais são afastados quando a alça é pré-ativada e, portanto, no momento da inserção de suas extremidades alfa e beta nos *slots* dos *brackets*, não há compressão dos segmentos verticais, logo, não ocorrendo o acúmulo de forças (Figuras 2 A, B e C).

POSICIONAMENTO ANTEROPOSTERIOR

O posicionamento anteroposterior da alça de fechamento de espaço e da dobra em "V" no espaço *interbrackets* é de fundamental importância na determinação da proporção M/F, pois determina o tipo de movimento dos dentes, na geração de forças verticais e na manutenção da ancoragem em cada uma das extremidades.

Burstone, Koenig (1988), estudando os efeitos mecânicos da dobra em "V", concluíram que, quando centralizada, a dobra produz momentos com sentidos opostos e de mesma intensidade, e forças verticais insignificantes. Ao deslocar a dobra em V para o segmento anterior (alfa), potencializa-se o momento e, por conseguinte, a proporção M/F para tal segmento e, ainda, gera-se forças extrusivas para o segmento alfa e forças intrusivas para o segmento beta (posterior) e vice-versa. Conceitos também defendidos por outros autores (Burstone, Koenig, 1976; Burstone, 1982; Melsen *et al.*, 1990; Staggers, Germane, 1991; Nanda, Kuhlberg, 1997). Burstone, Koenig (1988) ainda complementaram, em seus estudos, que quando a alça se encontrar a 1/3 do segmento anterior, teremos momento igual a zero para o segmento posterior.

Segundo Kuhlberg, Burstone (1997), o posicionamento das dobras ou alças deve ser feito com cuidado, pois um deslocamento de 1,0mm da posição altera a quantidade de momento, modificando a proporção M/F

e, em conseqüência, o tipo de movimento, além de proporcionar forças verticais. Para Burstone (1982), esta



FIGURA 3: Posicionamento anteroposterior da alça de retração do canino.

característica é ainda mais sensível para aquelas alças que apresentam alta proporção C/D, como é o caso da alça vertical construída com fio de aço inoxidável. Kuhlberg, Burstone (1997) ainda defenderam que, para a retração de caninos, a alça deve ser posicionada mais próxima ao segmento anterior, para que se tenha um melhor controle do sistema de forças neste segmento. É o que também afirmaram Burstone (1982), Gjessing (1985), Staggers, Germane (1991), conforme pode ser visualizado na Figura 3.

CONTROLE DE ANCORAGEM

Algumas vezes, o controle da ancoragem é imprescindível para o sucesso da correção de uma determinada maloclusão. Dentre as maneiras de se preservar a ancoragem posterior durante a retração dos caninos, está o aumento da proporção M/F neste segmento, de modo que ocorra apenas o movimento radicular; e a melhor maneira de obtê-lo é intensificando as pré-ativações (Burstone, Koenig, 1976; Nanda, Diaz, 1981; Melsen *et al.*, 1990; Staggers, Germane, 1991; Nanda, Kuhlberg, 1997; Dinçer *et al.*, 2000).

Outro fator a ser considerado no controle da ancoragem é a magnitude de força empregada para a retração. Conforme Boester, Johnston (1974), durante a retração dos dentes caninos, utilizando-se magnitudes de força variando de 55g a 310g, não ocorreu a perda de ancoragem. Em concordância, Sleichter (1971) relatou que forças abaixo de 300g não foram capazes de movimentar os molares mesialmente.

Para Nanda, Diaz (1981) e Burstone (1982), a ancoragem poderia ser potencializada aumentando o número de dentes nesta unidade e realizando o fechamento de espaço em duas etapas, inicialmente por movimento de inclinação controlada, seguido pela correção radicular.

Nos mecanismos de ancoragem, Paulson *et al.* (1970) afirmaram que é possível obter a retração sem qualquer movimento mesial dos dentes posteriores quando se faz uso de arco transpalatal ou aparelho extrabucal. Esses dispositivos ortodônticos, como aparelho extrabucal, barra palatina ou arco transpalatal (construídos com fio espesso e rígido) e botão palatino, são bastante eficazes no controle da ancoragem. Sendo este último dispositivo utilizado apenas durante a retração dos caninos, deve ser removido ou trocado por uma barra palatina no momento da retração dos incisivos (Figura 4).

A retração dos caninos utilizando a técnica do arco segmentado deverá, preferencialmente, utilizar a barra palatina construída com fio de aço inoxidável 0,9mm para a estabilização do segmento posterior e, dessa forma, aumentar o controle da ancoragem. Assim, durante a uti-

lização das alças de retração, as mesmas magnitudes de forças horizontais aplicadas contra os caninos (dentes unirradiculares) também serão aplicadas contra um segmento posterior único composto de seis dentes (2º pré-molar direito e esquerdo e 1º e 2º molares direito e esquerdo) com 10 raízes na maxila ou 14 raízes na mandíbula.

CONCLUSÕES

1. No fechamento de espaços, a retração inicial do dente canino seguida pela retração dos incisivos contribui para a preservação da ancoragem;

2. A retração do dente canino com *J hook* está perfei-

e capacidade de gerar elevadas proporções M/F;

6. Baseado em suas propriedades mecânicas, pode-se afirmar que as alças T construídas com fio beta-titânio ou aço inoxidável e as alças de retração PG mostraram-se muito versáteis para retração dos dentes caninos.



FIGURA 4: Utilização de barra palatina para consolidar e aumentar a ancoragem do segmento posterior.

tamente indicada para casos clínicos que necessitam de ancoragem máxima;

3. As alças de retração devem ser deslocadas para mesial, para aumentar o controle do movimento durante a retração dos dentes caninos;

4. A retração dos dentes caninos parece ser mais favorável quando realizada com a técnica do arco segmentado, quando comparada com uma técnica utilizando arco contínuo;

5. Preferencialmente, as alças de retração para os dentes caninos devem apresentar baixas proporções C/D

Shimizu RH, Staszak KR, Shimizu IA, Ambrósio AR. Canine retraction with loops: biomechanical aspects essential for a successful therapy. *J Bras Ortodon Ortop Facial* 2004; 9(50):178-86.

During canine retraction, some aspects must be considered, such as clinical employment of springs, amount of activation, intensity of the pre-activations (*gable effect*) between the anterior and posterior segments, anteroposterior positioning of the loop and the magnitude of the yielded force and moment. For achievement of the required moments for tipping control during retraction, pre-activation bends should be included on the anterior and posterior segments of the loop, as well as mesial or distal displacement of them to the interbracket space. In general, orthodontic loops should demonstrate a low load/deflection rate that would demand few reactivations. Therefore, for construction of such loops, one should consider the metallic alloy employed and its design, in order to reduce adverse side effects on the adjacent teeth and structures and preserve anchorage of the posterior teeth. The force magnitude required for canine retraction ranges from 120 to 200 grams, yet most loops present a much higher magnitude (high load/deflection rate). These retraction loops should also present a high moment/force rate, one of the main characteristics of retraction loops, since it defines how the tooth movement will occur. The M/F rate should be enough to provide since a controlled tipping movement up to root movement, which is impaired by the high force magnitude yielded by most retraction loops. Therefore, the aim of the present study is to present the mechanical aspects of retraction loops and also auxiliary means to provide canine retraction in an extremely favorable manner.

KEYWORDS: Orthodontic space closure; Biomechanics; Tooth extractions; Orthodontics.

REFERÊNCIAS

- Boester CH, Johnston LE. A clinical investigation of the concepts of differential and optimal force in canine retraction. *Angle Orthod* 1974; 44(2):113-9.
- Burstone CJ, Baldwin JJ, Lawless DT. The application of continuous forces to orthodontics. *Angle Orthod* 1961; 31(1):1-17.
- Burstone CJ. The mechanics of the segmented arch techniques. *Angle Orthod* 1966; 36:99-120.
- Burstone CJ, Koenig HA. Optimizing anterior and canine retraction. *Am J Orthod* 1976; 70(1):1-20.
- Burstone CJ. The segmented arch approach to space closure. *Am J Orthod Dent Orthop* 1982; 82:361-78.
- Burstone CJ, Koenig HA. Creative wire bending – The force system from step and V bends. *Am J Orthod Dent Orthop* 1988; 93(1):59-67.
- Chaconas SJ, Caputo AA, Hayashi RK. Effects of wire size, loop configuration, and gabling on canine retraction springs. *Am J Orthod* 1974; 65:58-66.
- Darendeliler MA, Darendeliler H, Üner O. The drum spring retractor: a constant and continuous force for canine retraction. *Eur J Orthod* 1997; 19:115-30.
- Diñçer M, Gülsen A, Türk T. The retraction of upper incisors with the PG retraction spring. *Eur J Orthod* 2000; 22:33-41.
- Eden JD, Waters NE. Characteristics of PG canine retraction spring. *Am J Orthod Dent Orthop* 1994; 105:49-60.
- Gjessing P. Biomechanical design and clinical evaluation of a new canine retraction spring. *Am J Orthod Dent Orthop* 1985; 87:353-62.
- Gjessing P. Controlled retraction of maxillary incisors. *Am J Orthod Dent Orthop* 1992; 101(2):120-31.
- Gjessing P. A universal retraction spring. *J Clin Orthod* 1994; 28(4):222-42.
- Hixon EH, Atikian H, Callow GE, McDonald HW, Tacy RJ. Optimal force, differential force and anchorage. *Am J Orthod* 1969; 55(5):437-57.
- Hixon EH, Aasen TO, Arango J, Clark RA, Klosterman R, Miller SS *et al.* On force and tooth movement. *Am J Orthod* 1970; 57(5):476-89.
- Kuhlberg AJ, Burstone CJ. T-loop position and anchorage control. *Am J Orthod Dent Orthop* 1997; 112(1):12-8.
- Liou EJW, Huang CS. Rapid canine retraction through distraction of the periodontal ligament. *Am J Orthod Dent Orthop* 1998; 114(4):372-82.
- Melsen B, Fotis V, Burstone CJ. Vertical force considerations in differential space closure. *J Clin Orthod* 1990; 24(11):678-83.
- Mendes AM, Baggio PE, Bolognese AM. Fechamento de espaços. *Rev Soc Bras Ortod* 1992; 2:11-9.
- Nanda R, Diaz MAT. Orthodontic space closure. *Dent Clin North Am* 1981; 25:95-107.
- Nanda R, Kuhlberg A. Biomechanical basis of extraction space closure. In: Nanda R. *Biomechanical in clinical orthodontics*. Philadelphia: W.B. Saunders; 1997. p.156-87.
- Nikolai RJ. On optimum orthodontic force theory as applied to canine retraction. *Am J Orthod* 1975; 68(3):290-302.
- Paulson RC, Speidel TM, Isaacson RJ. A laminographic study of cuspid retraction versus molar anchorage loss. *Angle Orthod* 1970; 40(1):20-7.
- Perez CA *et al.* Canine retraction with J hook headgear. *Am J Orthod* 1980; 78:538-47.
- Proffit WR, Fields HW. *Ortodontia contemporânea*. 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2000. 595p.
- Shimizu RH. Fechamento de espaço após exodontias de primeiros pré-molares [Dissertação de Mestrado em Ortodontia]. Araraquara: Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista; 1995. 99p.
- Shimizu RH, Sakima T, Santos-Pinto A, Shimizu IA. Desempenho biomecânico da alça T construída com fio de aço inoxidável durante o fechamento de espaço no tratamento ortodôntico. *Rev Dental Press Ortod Ortop Maxilar* 2002; 7(6):49-61.
- Shimizu RH, Sakima T, Santos-Pinto A, Shimizu IA, Spinelli D. Comportamento mecânico da alça Bull modificada durante o fechamento de espaços em ortodontia. *Rev Dental Press Ortod Ortop Maxilar* 2002; 7(2):13-24.
- Steichter CG. A clinical assessment of light and heavy forces in the closure of extraction spaces. *Angle Orthod* 1971; 41(1):66-75.
- Smith RJ, Burstone CJ. Mechanics of tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1984; 25:364-9.
- Souza RP. Avaliação do sistema de forças gerado pela mola T, grupo B de ancoragem, pré-ativada segundo a filosofia de Araraquara [Dissertação de Mestrado em Ortodontia]. Araraquara: Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista; 2000. 222p.
- Staggers JA, Germane N. Clinical considerations in the use of retraction mechanics. *J Clin Orthod* 1991; 25:364-9.
- Tanne K, Koenig HA, Burstone CJ. Moment to force ratios and center of rotation. *Am J Orthod Dent Orthop* 1988; 94:426-31.
- Weinstein S. Minimal force in tooth movement. *Am J Orthod* 1967; 53(12):881-903.

Recebido para publicação em: 28/05/03

Enviado para análise em: 10/07/03

Aceito para publicação em: 18/08/03