

# Emprego racional da Biomecânica em Ortodontia: "arcos inteligentes"

Marcio Rodrigues de Almeida\*, Giovanni Modesto Vieira\*\*, Carlos Henrique Guimarães Jr.\*\*\*, Mustapha Amad Neto\*\*\*\*, Ravindra Nanda\*\*\*\*\*

## Resumo

A versatilidade biomecânica propiciada pelos "arcos inteligentes" ("smart archwires") permite estratégias para cada tipo de má oclusão, diferenciada por nuances terapêuticas, que por sua vez geram um melhor controle do caso clínico. Os arcos multifuncionais (Arco de intrusão de nitinol CIA® e arco de retração *Mushroom Loop*®) foram idealizados no intuito de simplificar o atendimento clínico do ortodontista que, munido de recursos diagnósticos apropriados e sólidos, os utiliza como uma ótima alternativa entre as disponíveis para a resolução dos problemas e expectativas dos pacientes. Com o presente artigo procurou-se demonstrar que os arcos de intrusão de nitinol (CIA®) e o arco de retração *Mushroom Loop*® são ferramentas poderosas no tratamento de pacientes com extrações dentárias que requerem um controle de ancoragem mais apropriado, bem como uma retração mais eficaz.

**Palavras-chave:** Biomecânica. Aparelho fixo. Intrusão de incisivos. Fechamento de espaços. Alças de retração.

## INTRODUÇÃO

### Problemática

A técnica do Arco Segmentado, apesar da sua concepção na década de 60<sup>5</sup>, obteve o seu apogeu na década de 80 com a descoberta de uma nova liga, o Beta-titânio<sup>8</sup>. O desenvolvimento de uma filosofia de tratamento, onde um sistema de forças incidia unicamente no problema alvo da má oclusão, sem efeitos colaterais nas unidades vizinhas, com boa previsibilidade de resultados, e mecânica individualizada para diferentes más

oclusões<sup>5</sup>, foi de certa forma um avanço científico significativo. Porém, esbarrava na roda viva da História da Ortodontia, onde a produtividade aliada a um menor tempo clínico de "cadeira", juntamente com um menor número de repetições autônomas de manipulação de fios, impedia nos meios ortodônticos vigentes. Somado a tudo isto, o anseio de todo clínico buscava a simplificação dos métodos de tratamento, com real controle dos casos clínicos na busca pela excelência e estabilidade nos tratamentos ortodônticos,

\* Mestre, Doutor e Pós-Doutorado em Ortodontia - FOB-USP, Professor da Faculdade de Odontologia de Lins-UNIMEP, Coordenador do Curso de Especialização em Ortodontia da UNIMEP.

\*\* Especialista em Ortodontia - ABO - Uberlândia, Professor do Curso de Especialização em Ortodontia da FUNORTE-DF.

\*\*\* Mestre em Ortodontia - UNICID-SP, Doutorando em Ortodontia pela FOB-USP, Professor Coordenador do Curso de Especialização em Ortodontia da FUNORTE-DF.

\*\*\*\* Doutor em Diagnóstico Bucal - USP, Professor Coordenador do Curso de Especialização em Ortodontia de Fortaleza.

\*\*\*\*\* Professor e Chefe do Departamento de Ortodontia da Universidade de Connecticut.- E.U.A.

com protocolos clínicos definidos. Indubitavelmente, o fator tempo tornava-se, deste modo, inexorável por conta da perda de horas para atender um único paciente. O risco pela perda de controle do caso clínico em questão, pela simples falta consecutiva às consultas por parte dos pacientes, devido às longas ativações com a perpetuação de movimentos dentários com o passar do tempo, mesmo sem o retorno ao consultório para novas reativações, de certa forma, tornava-se preocupante na técnica do Arco segmentado.

Mas como se abster dos recursos previsíveis da Biomecânica desta Técnica em detrimento de uma mecânica pobre de recursos angariados por meio do Straight-wire convencional? Como relegar a

individualização das más oclusões com sua Biomecânica peculiar e intrínseca para “aquele” paciente em analogia com a massificação de receitas de produção em série dos aparelhos pré-ajustados para problemas ortodônticos tão diversos em sua mecânica de arcos contínuos?

Quando assumiu, em 1990, a Cadeira de professor titular de Ortodontia da Universidade de Connecticut, o Dr. Ravindra Nanda provavelmente se deparou com estas questões, além de herdar a chefia do departamento que foi responsável pelo desenvolvimento e disseminação da Técnica do arco segmentado no mundo. Realmente, tornavam-se necessários para se adequar ao compasso evolutivo da História, porém sem relegar os princípios Biomecânicos clássicos, que certamente enraizavam-se em seu departamento. A solução foi a Hibridização; a utilização de aparelhos pré-ajustados de arcos contínuos com recursos e “pensamentos da filosofia do arco segmentado” e uma biomecânica de certa forma peculiar e extraordinária, que culminou com o desenvolvimento dos chamados “arcos inteligentes” (*Smart archwires*)<sup>28</sup>.

### O Controle vertical – Biomecânica diferenciada: braquifaciais, dolicofaciais e mesofaciais

De uma maneira geral, os aparelhos pré-ajustados de arcos contínuos têm, como deficiência Biomecânica, o controle vertical da sobremordida profunda. Em pacientes braquifaciais (Fig. 1), existem freqüentemente sobremordidas profundas que são uma tendência inerente ao padrão morfológico de crescimento facial, com tendências rotacionais de crescimento mandibular no sentido anti-horário<sup>14,19,34</sup>. A morfologia mandibular dos braquicefálicos (Fig. 2), tão bem estudada por Björk<sup>14,15,16</sup>, com a tendência de fechamento do ângulo goníaco, bem como um maior crescimento do ramo mandibular e a forma mandibular “quadrada”, predispõe à formação de sobremordida profunda.

É comum a ocorrência de uma curva de Spee acentuada na arcada inferior devida à extrusão e

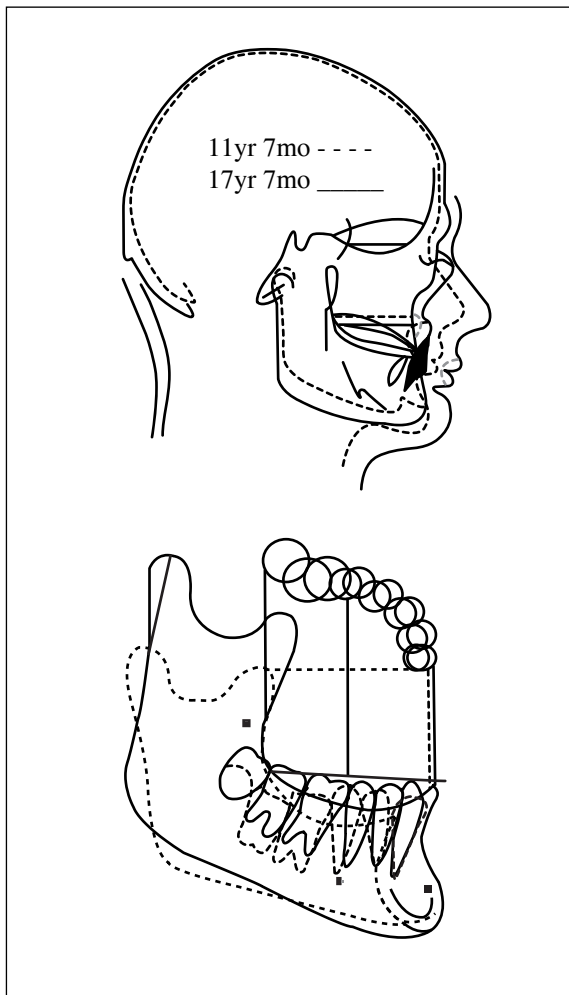


FIGURA 1 - Jovem com face curta do estudo de Björk<sup>13</sup> (1963).

lingualização dos incisivos inferiores que buscam um contato com os incisivos superiores, que na maioria dos casos encontram-se verticalizados, com tendência ao apinhamento, e com a presença de uma sobremordida exagerada, observada principalmente nos pacientes portadores de face curta<sup>14,16,29</sup>.

As quatro estratégias fundamentais (Fig. 3) para a correção da mordida profunda, sem incluir opções cirúrgicas, são: extrusão dos dentes posteriores, distalização dos dentes posteriores, inclinação dos dentes anteriores e intrusão dos incisivos superiores e/ou dos incisivos inferiores<sup>28</sup>.

O tratamento nos casos com altura facial inferior curta, excessiva curva de Spee, e moderada ou mínima exposição dos incisivos pode envolver a extrusão dos dentes posteriores<sup>28</sup> com um controle vertical irruptivo dos dentes anteriores. Sugere-se que um milímetro de extrusão dos molares superiores ou inferiores efetivamente reduz a sobremordida dos incisivos de 1,5 a 2,5mm<sup>28</sup>.

A maior desvantagem da correção da mordida profunda por extrusão é uma excessiva exposição dos incisivos, o aumento do espaço interlabial (de 3 a 4mm é considerado normal com os lábios relaxados), e uma piora no sorriso gengival<sup>6,26,28</sup>. A estabilidade da extrusão posterior pode ser questionada em pacientes que já completaram o seu crescimento<sup>28</sup>.

Para os pacientes que estão em crescimento, o aumento da altura facial ântero-inferior ocasionado pela extrusão dentária posterior, deve ser seguido por um crescimento compensatório mandibular. Se o crescimento compensatório não ocorrer, a mandíbula sofrerá rotação para baixo e para trás<sup>28</sup>, provavelmente com o crescimento do ramo mandibular e da altura facial posterior.

Nestes casos, é prudente se evitar terapias com extrações, devido às mesmas aumentarem a sobremordida e o forte padrão muscular e mastigatório dificultar ou impossibilitar o fechamento dos espaços remanescentes das extrações que

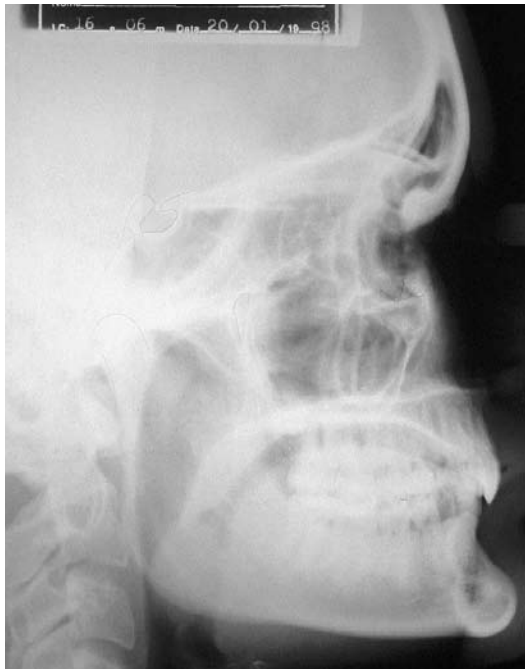


FIGURA 2 - Telerradiografia em norma lateral de uma jovem com a Síndrome da Face curta (padrão hipodivergente).

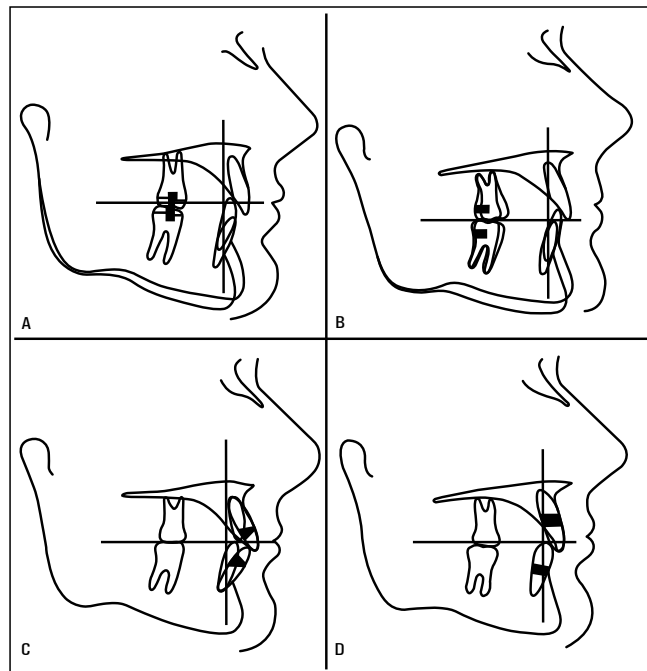


FIGURA 3 - Esquema das formas de correção da sobremordida. **A)** extrusão dos dentes posteriores; **B)** distalização dos molares; **C)** inclinação vestibular dos dentes anteriores (intrusão relativa); **D)** intrusão real dos incisivos<sup>3</sup>.

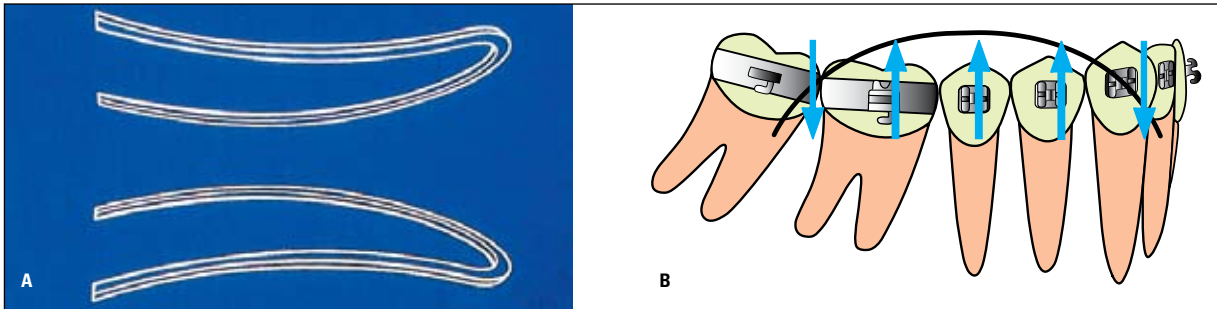


FIGURA 4 - Reversão e acentuação da Curva de Spee (Fonte: Nanda, 2005)<sup>28</sup>.

geralmente são utilizados para o alinhamento dos dentes se há discrepância negativa de modelo, ou para a retração dos dentes anteriores superiores na correção da sobressaliência aumentada. Podem ser realizadas distalizações dos dentes posteriores, o que ocasiona a extrusão dos dentes posteriores, se assim o forte padrão muscular o permitir, ou realizar a protrusão dos dentes anteriores, se for condizente com o perfil dos tecidos moles bem como o posicionamento adequado destes dentes nas suas respectivas bases apicais, para a correção da sobremordida profunda.

A reversão da curva de Spee inferior e acentuação da curva superior é o método de escolha destas técnicas de arco contínuo para o controle vertical, de maneira a efetuar a “abertura da mordida” com a subseqüente correção da sobremordida profunda e regularização da curva de Spee inferior (Fig. 4). No entanto, efeitos colaterais diversos podem advir desta mecânica, como a vestibularização do segmento ântero-inferior<sup>2,28</sup>, não tão bem aceitos em alguns pacientes, devido a possíveis distúrbios do balanço peribucal neuromuscular<sup>24,28</sup>, bem como a invasão do espaço funcional livre em outros pacientes, que por vezes dificultam ou invalidam o objetivo proposto (a abertura da mordida) e causam a instabilidade dos resultados obtidos. A tudo isso, pode-se também citar a mudança da inclinação axial dos dentes posteriores<sup>2,28</sup>, que pode contribuir para a tão inesperada recidiva.

Por outro lado, alguns autores preconizam a realização de dobras de terceira ordem nas regiões

posteriores e ântero-inferiores dos arcos reversos de maneira a eliminar estes efeitos colaterais indesejáveis<sup>2</sup>. Contudo, cabe ressaltar que quando se realiza a curva acentuada no arco superior, corre-se o risco de aumentar-se a *overjet* em pacientes portadores de má oclusão de Classe I com boa relação inter-arcos. Pode-se recomendar a curva reversa inferior e acentuada superior como recurso biomecânico para os pacientes braquifaciais que estejam em crescimento, objetivando a extrusão dos segmentos posteriores para compensar o crescimento anti-horário<sup>19</sup>, com subseqüente abertura da mordida profunda anterior, tão freqüente nestes pacientes. Entretanto, o mesmo padrão muscular se encarregaria de propiciar a recidiva e subseqüente “intrusão relativa” destes elementos dentários, com posterior recidiva da mordida profunda anterior com o passar do tempo<sup>28</sup>. Lentas correções durante o crescimento podem permitir que os músculos mastigatórios se adaptem às mudanças do tratamento<sup>28</sup>.

Simons e Joondeph<sup>35</sup>, num estudo de dez anos pós-contenção da correção da sobremordida profunda, relataram que a protrusão dos incisivos inferiores e a rotação horária do plano oclusal (por extrusões dentárias posteriores) durante o tratamento são os fatores mais significativos de recidivas. A estabilidade da extrusão dos dentes posteriores é controversa, com pesquisas apontando para resultados a longo prazo favoráveis, enquanto outros, em contrapartida, demonstrando um alto potencial de recidiva<sup>4,28</sup>.

Por outro lado, Burzin e Nanda<sup>17</sup> mostraram que a intrusão dos incisivos parece ser um procedimento estável. Portanto, uma outra opção para a correção da sobremordida profunda inclui a intrusão dos incisivos superiores e/ou dos incisivos inferiores; e está particularmente indicada em pacientes com uma grande dimensão vertical, um espaço interlabial aumentado e uma excessiva distância dos incisivos ao ponto Stômio<sup>28</sup>.

Mais recentemente, Al-Buraiki et al.<sup>1</sup>, em 2005, investigaram a estabilidade a longo prazo (12 anos) da mecânica de intrusão de incisivos em 25 pacientes com sobremordida de pelo menos 4mm. As alterações pós-tratamento da correção da

sobremordida foram consideradas clinicamente insignificantes, com uma recidiva de apenas 0,7mm no aumento da sobremordida.

Em pacientes dolicofaciais, devido à morfologia e tendência de crescimento mandibular horário<sup>19</sup>, é muito comum a ocorrência de mordidas abertas, o que é ditado pelo pouco crescimento do ramo mandibular, maior abertura do ângulo goníaco<sup>14,15,16</sup>, crescimento alveolar acentuado da região posterior e altura facial ântero-inferior aumentada com supra erupção dos dentes posteriores superiores<sup>28</sup> (Fig. 5). Além disso, observa-se uma reduzida altura vertical dentoalveolar anterior<sup>18</sup> com vistas a "compensar" um problema estrutural esquelético.

O tratamento de escolha nestes pacientes seria a intrusão dos dentes posteriores ou um controle vertical de modo que os dentes posteriores não extrussem, piorando o padrão vertical e aumentando a mordida aberta anterior. Nestes pacientes, a correção desta sobremordida negativa está associada às extrações dentárias com a verticalização dos dentes anteriores, visto que a mesialização dos segmentos posteriores está associada à extrusão dentária compensatória com vistas à preservação da dimensão vertical de oclusão durante o seu movimento para mesial, não ocorrendo a esperada intrusão dos dentes posteriores, o que seria favorável à correção da mordida aberta.

O controle vertical nos dentes posteriores é realizado por meio de dispositivos extrabucais de tração alta, bem como qualquer dispositivo ortodôntico que impeça a extrusão dos dentes posteriores, como barra transpalatina, botão de Nance ou Bite Block<sup>22,32</sup>. Sugere-se que para cada milímetro de intrusão molar, aproximadamente 3mm de redução da mordida aberta é observada na região anterior<sup>22,28</sup>.

Em alguns raros pacientes dolicofaciais, faz-se presente uma sobremordida profunda, apesar do padrão esquelético vertical. Nestes pacientes, a reversão da curva de Spee inferior e acentuação da curva superior, especialmente fora da fase

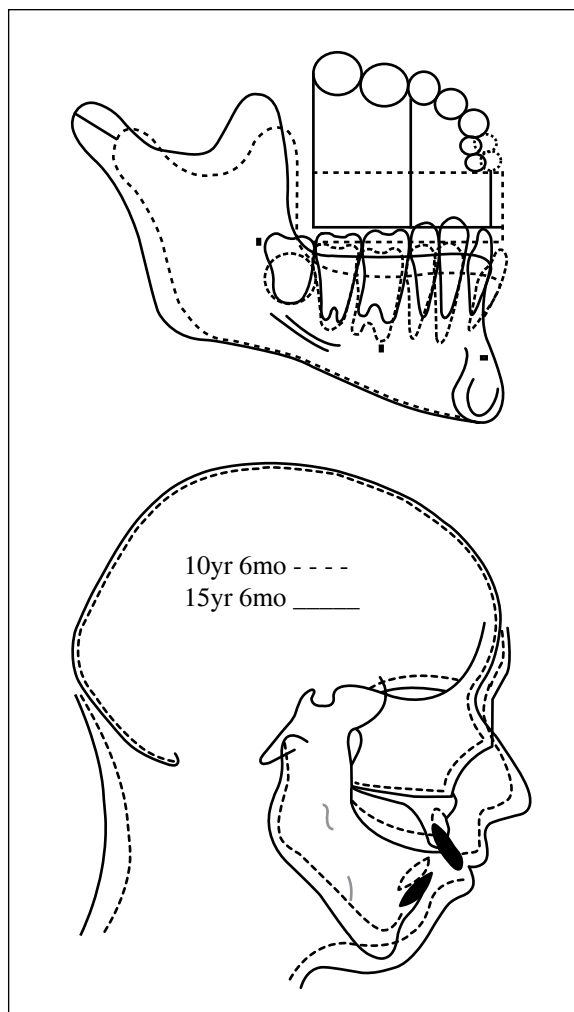


FIGURA 5 - Jovem com face longa da amostra de Björk<sup>19</sup> (1963).

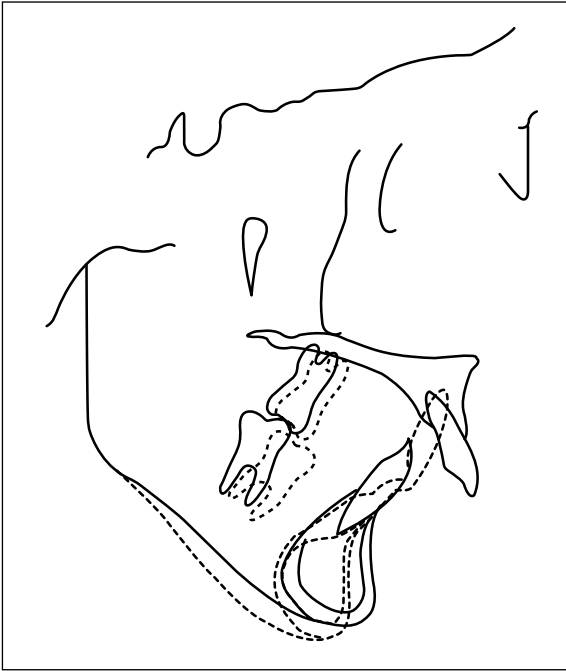


FIGURA 6 - Paciente tratado com extrusão dos dentes posteriores e giro mandibular no sentido horário (Fonte: Burstone<sup>9</sup>, 1977).

de crescimento, com vistas à correção da mordida profunda, poderá acarretar a extrusão dos dentes posteriores superiores, com a conseqüente rotação horária mandibular<sup>19,23,28</sup>, e abertura da mordida anterior. Assim, pode haver também uma piora da sobressaliência (*overjet*) pela retrusão do mento devido a esta mesma rotação mandibular (Fig. 6). Ou seja, as extrusões dentárias posteriores são contra-indicadas em pacientes com excessiva altura facial inferior<sup>28</sup>.

É improvável que os pacientes dolicofaciais, mesmo na fase de crescimento, tenham a capacidade de compensar esta extrusão dentária, pelo crescimento vertical do ramo mandibular, devido às características morfológicas intrínsecas de deficiência da altura facial ântero-posterior destes pacientes<sup>15</sup>. O tratamento de escolha para estes pacientes deve priorizar a intrusão dos dentes anteriores (Fig. 7, 8), de acordo com os padrões estéticos e funcionais de guia anterior, como a linha do sorriso em repouso em relação aos dentes supe-

riores e o mínimo de desoclusão dos dentes posteriores durante as excursões protrusivas mandibulares compatíveis com a inclinação da eminência articular, e um controle excelente da extrusão dos dentes posteriores, para se evitar a extrusão dentária destes dentes.

Provavelmente em pacientes de ângulo médio (mesofaciais) que estejam em crescimento, poderia se utilizar o recurso biomecânico de reversão da curva de Spee inferior e acentuação da curva superior, visto que o crescimento vertical do ramo mandibular compensaria a extrusão dentária posterior.

#### O controle vertical durante a retração anterior

Durante a retração anterior é imperioso que não existam contatos prematuros com os dentes

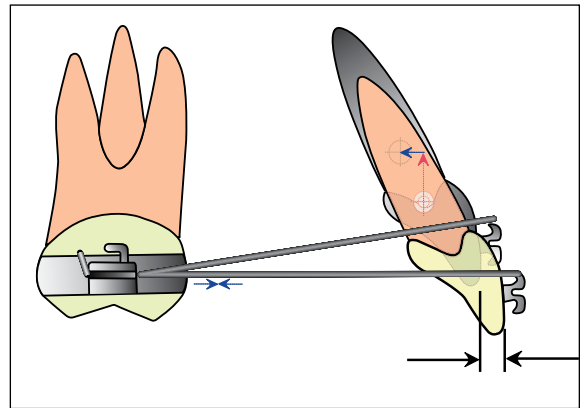


FIGURA 7 - Representação esquemática mostrando a intrusão dos dentes anteriores com arco de intrusão (Fonte: Nanda, 2005)<sup>28</sup>.



FIGURA 8 - Paciente tratado com intrusão dos dentes anteriores com arco de intrusão de Burstone.

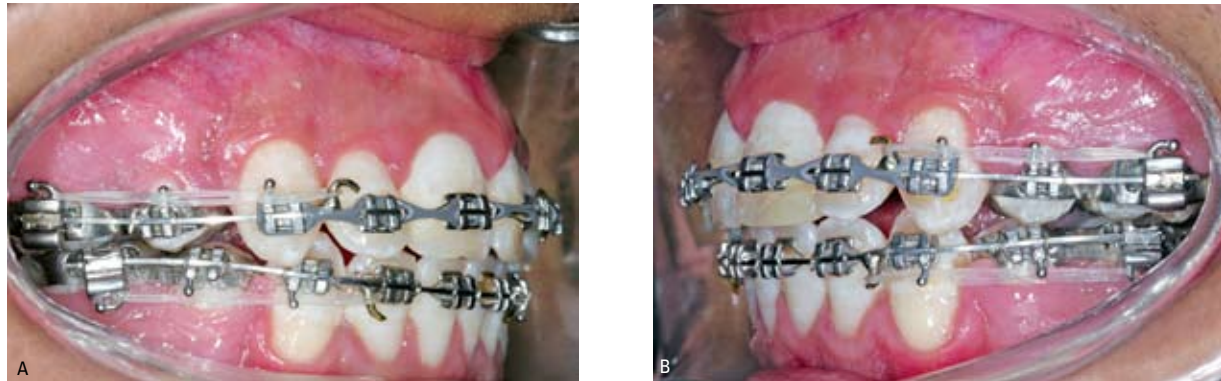


FIGURA 9 - Caso clínico na fase de retração do bloco anterior onde se aplicou a reversão e acentuação da Curva de Spee.

ântero-inferiores, pois podem impedir o movimento dos dentes superiores para a região posterior. De uma maneira geral, as forças de retração ocasionam um aumento da sobremordida pela extrusão dos dentes anteriores durante a movimentação, necessitando de uma fase de sobrecorreção da sobremordida profunda, anterior à fase de retração propriamente dita, ao término do nivelamento e alinhamento dentário<sup>20,25</sup>. Nas figuras 9A e 9B pode-se observar um caso clínico de um paciente com arcos retangulares durante a fase de retração do bloco anterior utilizando curva reversa e curva acentuada.

A angulação embutida nos caninos (Fig. 10, 11) dos aparelhos pré-ajustados propicia ainda mais a extrusão dos dentes anteriores, necessitando de um controle vertical efetivo da sobremordida anterior.

A utilização dos elásticos intermaxilares de Classe II como estratégia biomecânica para o aumento da magnitude de força anterior, durante a fase de retração, pode trazer como conseqüência um aprofundamento da sobremordida anterior, devendo a sua utilização ser bem criteriosa e o seu tempo de utilização o mais breve possível (Fig. 12).

De uma maneira geral, a maioria das técnicas dos aparelhos pré-ajustados utiliza a reversão da curva de Spee inferior e acentuação da curva su-

perior durante o término de nivelamento e alinhamento e início da retração do bloco anterior com arcos retangulares para o controle da sobremordida anterior (Fig. 9). Contudo, como comentado anteriormente, a indicação precisa desta mecânica está diretamente relacionada ao padrão facial do paciente e à gravidade da sobremordida. Entretanto, a reversão da curva de Spee pode ter como efeito colateral adverso a vestibularização dos incisivos inferiores. Este efeito será maior se durante todo o processo de nivelamento e alinhamento forem utilizados arcos redondos com curvas reversas inferiores e superiores acentuadas para o controle da sobremordida, além dos arcos retangulares a serem utilizados posteriormente.

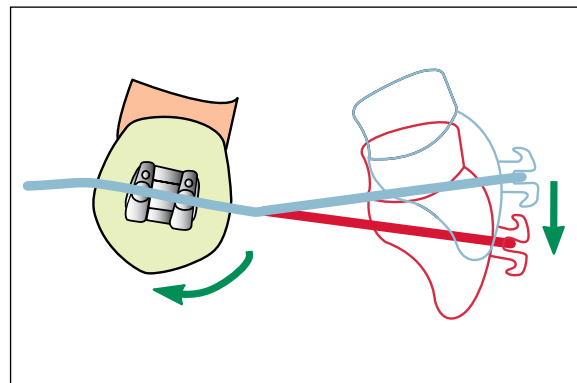


FIGURA 10 - Angulação do braquete do canino superior causando extrusão dos dentes anteriores (Fonte: Nanda, 2005)<sup>28</sup>.

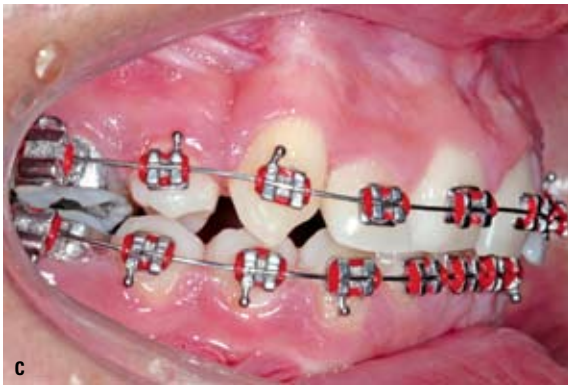
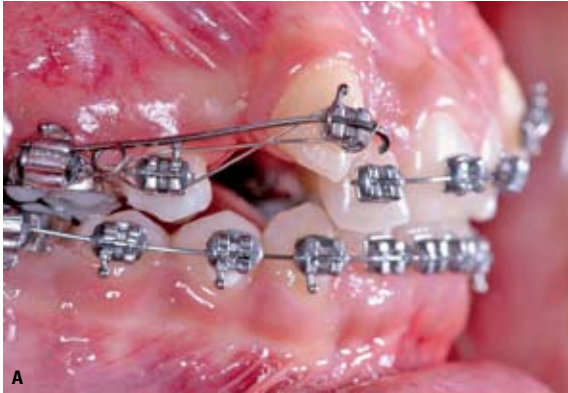


FIGURA 11 - Caso clínico de paciente que usou um cantilever para extrusão dos caninos e, depois, a angulação do braquete do canino superior, já numa posição mais favorável, causou a extrusão dos dentes anteriores e piorou a mordida profunda.

### O ARCO DE INTRUSÃO DE CONNECTICUT (CONNECTICUT INTRUSION ARCH - CIA®)

Um dos métodos propostos para a intrusão dos segmentos ântero-superiores ou inferiores, de acordo com o diagnóstico pré-estabelecido, é o arco CIA® (Ortho Organizers Inc, San Marcos, CA, USA; Ultimate Wireforms, Bristol, CT, USA) (Fig. 13)<sup>30</sup>. Na literatura, já existia o arco de Burstone para intrusão e retração associada<sup>7,36</sup>, porém com a necessidade de confecções de arcos segmentados ou contínuos de beta-titânio, com inegável perda de tempo clínico, riscos de ativações assimétricas por descuido do operador com a possibilidade de ocorrência de inclinação dos planos oclusais, além da necessidade de constantes reativações destes mesmos dispositivos que, com o passar do tempo, perdem a sua efetividade devido às características



FIGURA 12 - Caso clínico com extração de 4 pré-molares e elástico de Classe II utilizado durante a retração do bloco anterior.

intrínsecas da liga.

Para suprir as deficiências da mecânica de intrusão utilizando o arco segmentado convencional, desenvolveu-se o arco de intrusão de





FIGURA 13 - Arco de intrusão de Connecticut, confeccionado com uma liga de NiTi.

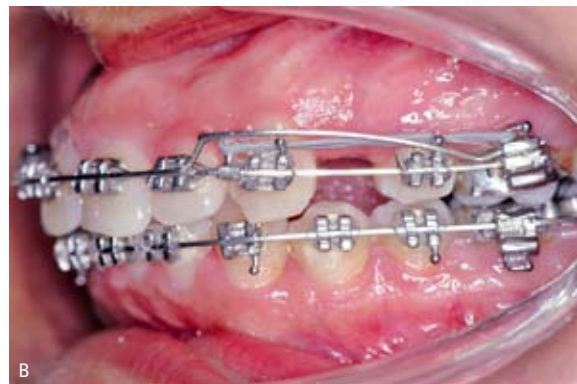


FIGURA 14 - Arco de intrusão de Connecticut (CIA®) curto, usado em casos com extração.



FIGURA 15 - Arco de intrusão de Connecticut (CIA®) longo, usado em casos sem extração.

Connecticut, confeccionado com uma liga de Nitinol Martensítica estabilizada, com baixa taxa de carga-deflexão, com uma dobra em V pré-calibrada para obter níveis de força ótima (leve e contínua) em torno de 35 a 45g nos dentes an-

teriores<sup>37</sup> (A força depende da distância dos molares até os incisivos). O arco também apresenta um degrau ou *bypass* na região entre os incisivos laterais e caninos e uma dobra em V na região posterior que vem com a ativação pré-configurada,

permitindo pequenos incrementos de desativações ao logo do tempo, sem a necessidade de reativações clínicas, além de não ser deformável pelas forças mastigatórias<sup>28</sup>.

Recentemente foi desenvolvido um arco de intrusão de Beta titânio – CNA® (Ortho Organizers) (Fig. 16D-G), que permite aplicações de forças maiores devido à sua formabilidade, a qual não é possível com os arcos de níquel-titânio, permitindo ao clínico calibrar as pré-ativações das dobras para controlar a magnitude da força (50 a 60g)<sup>28,37</sup>.

Existem dois tipos de arcos disponíveis em espessuras distintas: o de .016" x .022" e o .017" x .025", ambos em dimensões anteriores que variam de 28 a 34mm, tanto para o arco superior como para o inferior. O *bypass* localizado na distal dos incisivos laterais é avaliado de acordo com o comprimento anterior do arco. Existem dois tamanhos de arco de intrusão CIA®: o curto, para casos de extração e dentadura mista (Fig. 14), e o longo para casos sem extração<sup>30</sup> (Fig. 15). A intrusão gerada pelo arco CIA® permite esperar 1mm a cada 4 a 6 semanas<sup>30</sup>. Geralmente o arco de intrusão é amarrado sobre o arco estabilizador de aço, que pode ser o .019" x .025" segmentado quando se necessita da intrusão anterior. Por outro lado, pode-se amarrá-lo num arco contínuo para controle da sobremordida durante a fase de retração do bloco anterior.

#### Indicações e versatilidade de aplicações clínicas do CIA®

A versatilidade de indicações clínicas varia desde a intrusão dos segmentos anteriores, extração de segmentos anteriores em casos de mordida aberta dentoalveolar, correção de planos oclusais assimétricos<sup>28,38</sup>, correção da Classe II dentoalveolar pela distalização dos segmentos posteriores superiores<sup>30</sup>, até o controle de ancoragem posterior e vertical anterior na retração individual dos caninos e do bloco anterior em casos de ancoragem máxila ou do grupo A (Fig. 30B).

Por se tratar de um sistema estaticamente

determinado<sup>6</sup> (um braquete - um binário), a previsibilidade ou controle dos resultados dos movimentos previstos e obtidos é total, podendo ser mensurada clinicamente, não importando o quanto se varia a posição da dobra em V do arco CIA®. No sentido ântero-posterior, haverá duas forças antagônicas em seu sentido (em ambos os lados de ligação, pois o sistema está em equilíbrio estático<sup>9</sup>), não colineares, com apenas um momento na região onde o arco ortodôntico se insere no *slot* do braquete em questão. O que variará, de acordo com o posicionamento ântero-posterior desta dobra é a magnitude deste momento, que é inversamente proporcional ao aumento da distância da dobra em relação à inserção no *slot* do braquete<sup>11</sup>. A ligação sem o encaixe no *slot* em um dos extremos do arco é o que garante esta característica<sup>33</sup>, além da variabilidade deste(s) ponto(s) de ligação sobre o arco segmentado, modificando a inclinação axial, em particular dos dentes ântero-superiores, de acordo com os objetivos do tratamento. Quando o fio é ativado e amarrado ao contato pontual, produz duas forças iguais e opostas, formando um binário que cria um momento no braquete. O conhecimento da direção do momento no braquete permite a identificação de forças de equilíbrio associadas (Fig. 16A,B). Um artifício geralmente utilizado no arco CIA® é a dobra distal (*distal cinchback*) com a finalidade de gerar uma força intrusiva sobre os incisivos sem, contudo, protruí-los (Fig. 16C). Para a confecção da dobra distal, deve-se destemperar a extremidade do arco, o que facilita o procedimento. Nanda et al.<sup>30</sup> em 1998, aludiram que a dobra distal durante a intrusão dos incisivos pode até causar a retração dos mesmos, em função, do momento distal que ocorre no molar.

Nos casos de Classe II, divisão 2, onde se observa linguoversão dos incisivos centrais superiores (Fig. 17, 18), a ligação do CIA® deve ocorrer apenas entre os incisivos centrais, acarretando uma intrusão com vestibularização destes dentes, devido à mudança do centro de rotação<sup>12</sup> situando-se em nível apical, promovendo uma

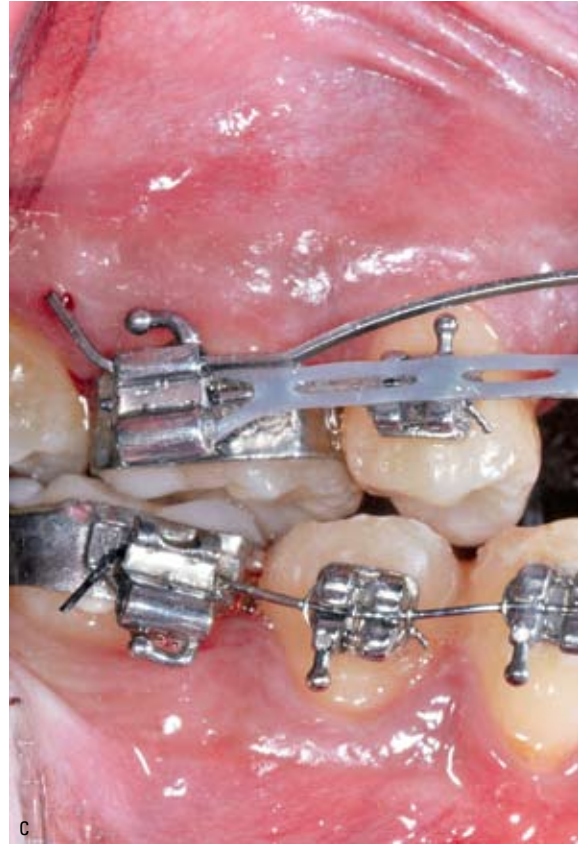
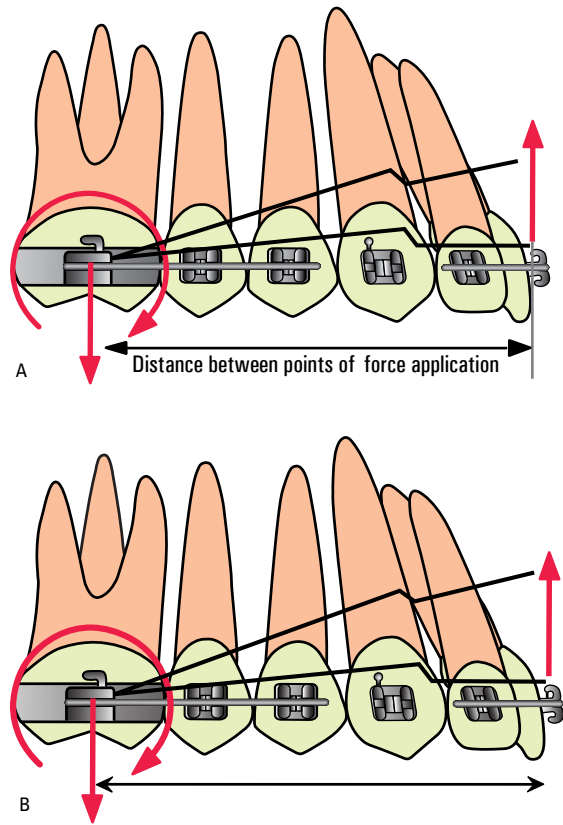


FIGURA 16 - **A, B**) Esquema do Arco de intrusão de Connecticut (CIA) (Fonte: NANDA<sup>®</sup>, 2005); **C**) dobra distal realizada no arco CIA<sup>®</sup> (*distal cinchback*); **D, E, F, G**) caso clínico tratado por 2 meses com CIA<sup>®</sup> de CNA para intrusão anterior.



FIGURA 17 - A, B, C) Caso clínico de paciente portador de Classe II, divisão 2, tratado com o arco de intrusão de Connecticut (CIA®) amarrado entre os incisivos centrais; D, E, F) arco CIA® amarrado no arco retangular .019" x .025" superior e arco Bioforce .018 X .025" inferior.



FIGURA 18 - Caso clínico de paciente portador de Classe II, divisão 2, tratado com o arco CIA® amarrado no arco de nitinol .016" superior.



FIGURA 19 - Arco de intrusão de Connecticut (CIA®) ligado diretamente no slot do braquete.

inclinação controlada, com a força aplicada passando à frente do centro de resistência dos segmentos anteriores superiores<sup>37</sup>. A porção distal do CIA® não deve ter qualquer tipo de dobra para promover o deslizamento do arco para mesial (sem *cinchback*)<sup>30,37</sup>.

Pouco freqüente, mas seguindo a mesma filosofia do Arco Base de Ricketts, pode-se ainda inserir o CIA® diretamente no slot dos braquetes dos dentes anteriores que requerem intrusão (Fig. 19).

Para os casos de sobremordida mais severa em que não se consegue colar braquetes nos incisivos

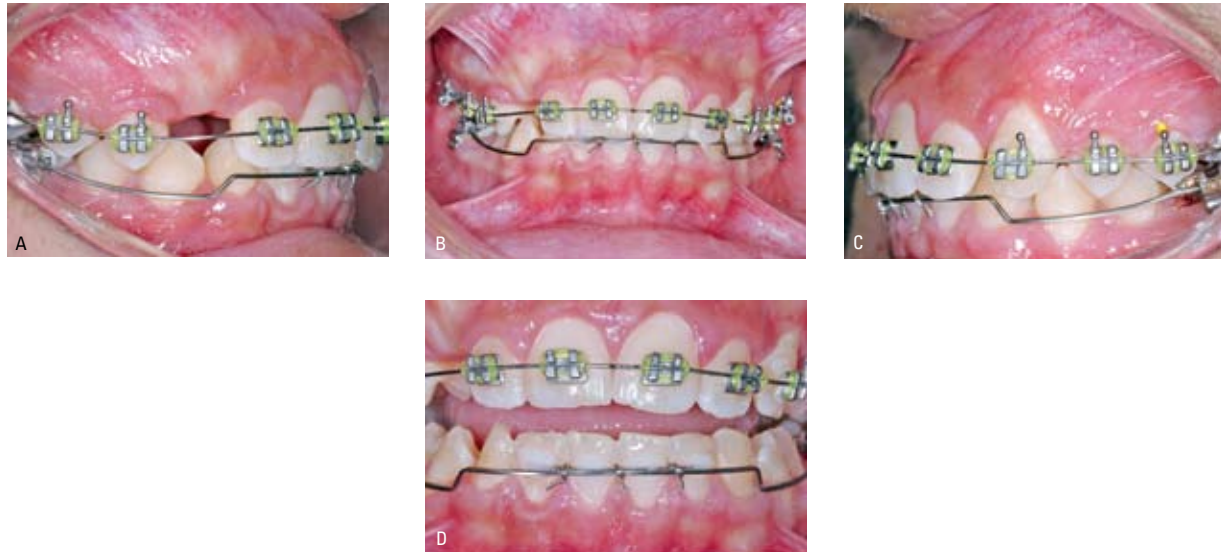


FIGURA 20 - Arco de intrusão de Connecticut (CIA®) ligado diretamente no arco colado na vestibular dos incisivos inferiores.

inferiores, pode-se intruir estes destes ligando-os com o CIA® diretamente no arco estabilizador colado com resina na superfície vestibular dos dentes anteriores, gerando um maior momento ou tendência de vestibularização destes dentes (Fig. 20).

Em casos de vestibularização inicial dos incisivos superiores, pode-se intruir este segmento com a ligação do CIA® na região mais posterior, ou seja, na distal dos incisivos laterais (Fig. 21), permitindo uma menor vestibularização deste segmento, pelo deslocamento da força mais para posterior ao centro de resistência<sup>39</sup> do segmento anterior. Realiza-se um *cinchback*, puxando e dobrando a porção

distal do CIA® à distal do tubo molar, impedindo o seu deslizamento para mesial e promovendo alguma retração dos incisivos, como mencionado anteriormente<sup>30</sup> (Fig. 22).

Quando da necessidade da translação deste segmento ântero-superior, ou seja, sem a mudança da inclinação axial destes dentes, ou uma intrusão "real", efetua-se a ligação entre os incisivos centrais e entre os incisivos laterais e centrais, deslocando o centro de rotação para o infinito.

A correção de planos oclusais assimétricos também é possível seguindo este mesmo raciocínio, por meio da ligação em regiões específicas do CIA®, com vistas a atingir os objetivos

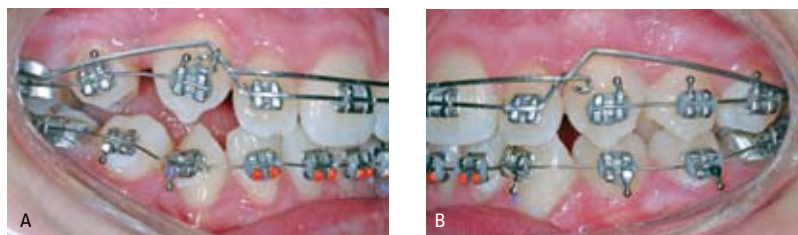


FIGURA 21 - Arco de intrusão de Connecticut (CIA®) ligado na distal dos incisivos laterais.



FIGURA 22 - Arco de intrusão de Connecticut (CIA®) com dobra distal (*cinchback*).



FIGURA 23 - A) Caso clínico com inclinação do plano oclusal e sobremordida de 75%; B, C) arco de intrusão de Connecticut (CIA<sup>®</sup>) ligado na região do incisivo lateral do lado direito do paciente para corrigir uma inclinação do plano oclusal amarrado no arco de nitinol .016 x .022 contínuo; D, E) 3 meses após a intrusão e correção do plano oclusal.

correcionais (Fig. 23)<sup>28,30,36,38</sup>.

Para minimizar os efeitos extrusivos produzidos pela força nos molares, bem como o momento para lingual no plano frontal, com características de méso-vestibuloversão nestes mesmos dentes, é interessante a utilização de arcos estabilizadores posteriores rígidos (.019" x .025" retangular de aço inox), além de uma barra transpalatina e, em alguns casos, até de um extrabucal tração alta (*High-pull*) de uso noturno para se contrapor a estes momentos, de acordo com as características do caso clínico em questão. Isto é particularmente adequado quando os molares apresentarem-se em relação harmoniosa de Classe I<sup>30</sup>. Interessante é a utilização do CIA<sup>®</sup> para a correção da Classe II dentoalveolar (Fig. 24), tão comum por problemas de perdas de dentes deciduos e conseqüentes mesializações dos dentes permanentes. A utilização do CIA<sup>®</sup> nestes casos objetiva a distalização dos primeiros molares superiores, principalmente nos casos em que os segundos molares superiores não estão irrompidos, aproveitando-se do momento da dupla produzida pelo CIA<sup>®</sup> na região onde se insere no *slot* posterior. Assim, os segmentos de estabilização posteriores e a BTP não são utiliza-

dos, para maximizar os efeitos da mecânica pela redução da ancoragem posterior<sup>30</sup>. Os braquetes dos pré-molares não são colados, aproveitando-se as forças das fibras transeptais, após a distalização dos molares, para efetuar o movimento dos pré-molares para distal<sup>30</sup>. O mais importante é que esta correção da Classe II, ao contrário das outras técnicas de distalização, não ocasiona perda de ancoragem ou protrusão da bateria anterior (Fig. 24).

Como o movimento dos molares é de inclinação (*Tiping*), temos necessidade de verticalização das raízes dos molares, após a fase de intrusão pelo CIA<sup>®</sup>, que é realizada por meio do uso de um extrabucal de tração alta (*High-pull*) apenas à noite (10 a 12 horas) e verticalizando as raízes dos molares num período de 3 a 4 meses<sup>28</sup>. Após a distalização dos molares, a sua estabilização pode ser realizada por intermédio de um botão de Nance ou de uma barra transpalatina, e em seguida à distalização dos pré-molares é efetuada a retração da bateria anterior.

Enquanto os segmentos posteriores podem reduzir a expressão da inclinação molar e extrusão, nem sempre os eliminando por completo, esta combinação de inclinação e extrusão é mais



FIGURA 24 - **A, B, C)** Fotos iniciais do paciente que se encontra na fase de dentadura mista com ½ Classe II; **D-G)** arco de intrusão CIA<sup>®</sup> modificado de CNA ligado na região anterior amarrado no arco segmentado de aço .019" x .025" para intrusão e distalização molar simultânea.

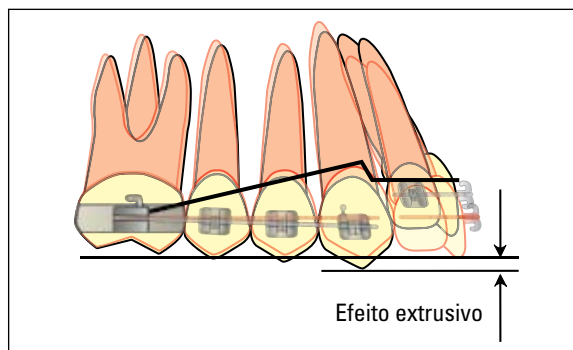


FIGURA 25 - A incorporação do canino no segmento posterior produz a extrusão deste dente quando da intrusão com o CIA<sup>®</sup> (Fonte: Nanda, 2005)<sup>28</sup>.

sentida na região mesial em relação ao tubo molar, especialmente na região do canino<sup>28</sup> (Fig. 25). Excluindo-se os caninos pela segmentação do arco evita-se o efeito extrusivo neste dente, secundário

à inclinação posterior do segmento posterior<sup>28</sup>.

Nos casos de mordidas abertas suaves de origem dentoalveolar, pode-se utilizar o CIA<sup>®</sup>, seguindo os mesmos princípios já vistos anteriormente, apenas invertendo a dobra em V, situando-se o ápice da mesma na direção gengival das arcadas dentárias, criando forças extrusivas na bateria anterior e intrusivas na região posterior, além de um momento tendendo a rotacionar as coroas dos dentes posteriores para mesial, o que é favorável nos casos de Classe III dentária com mordida aberta dentoalveolar.

Outra opção interessante da utilização do CIA<sup>®</sup> é durante a retração dos caninos ou do bloco anterior em casos com extração de pré-molares, que por sua vez minimiza a perda de ancoragem e o aumento da sobremordida (Fig. 26).



FIGURA 26 - **A,B,C)** Caso clínico de um paciente Classe II dentoalveolar com 100% de sobremordida; **D,E,F)** seqüência clínica do uso do Arco de intrusão CIA® na correção da sobremordida utilizando um arco estabilizador .019" x .025"; **G,H,I)** uso simultâneo do CIA® com a retração do bloco anterior para a manutenção do trespassse vertical durante a retração do bloco anterior e reforço de ancoragem; **J,K,L)** uso de elástico de Classe II para finalização.

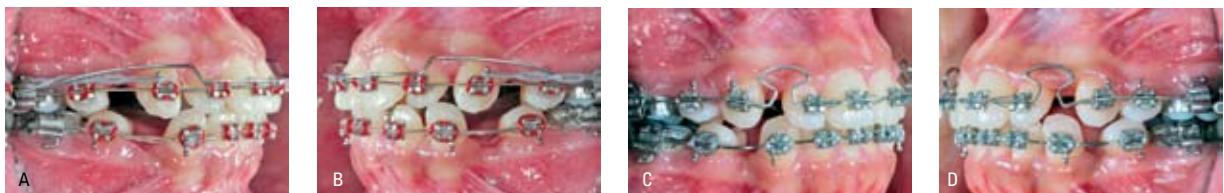


FIGURA 27 - **A,B)** Utilização do CIA® como recurso de ancoragem durante a retração inicial dos caninos sendo realizada com elástico corrente e arco de níquel .016" x .022" num caso com extração dos 4 pré-molares; **C,D)** 5 meses pós retração dos caninos e início da retração anterior.

Nestas condições o CIA® será amarrado sobre um arco contínuo que geralmente é o fio de aço retangular .016" x .022", .018" x .025" ou

.019" x .025". Existem dois tipos de retração mais utilizadas comumente; a retração dos caninos até encostar nos pré-molares e depois do bloco





FIGURA 28 - Utilização do CIA® como recurso de ancoragem durante a retração dos caninos sendo realizada com mola fechada de nitinol e arco de nitinol .016" x .022" num caso com extração dos 2 pré-molares superiores.

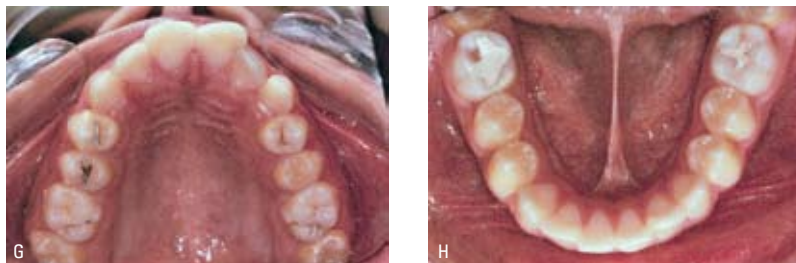




FIGURA 29 - **A-H)** Caso clínico de paciente com biprotusão e Classe II de molares e caninos e *overjet* de 6mm tratado com extração dos 4 pré-molares.; **I-M)** utilização do CIA® como recurso de ancoragem no arco superior amarrado no arco .019" x .025" de aço durante a retração por deslizamento com elástico em cadeia; **N-P)** finalização do caso com arco superior de aço *braided*.019" x .025" e arco inferior de aço .017" x .025" simultâneo ao elástico de Classe II; **Q-U)** caso finalizado.

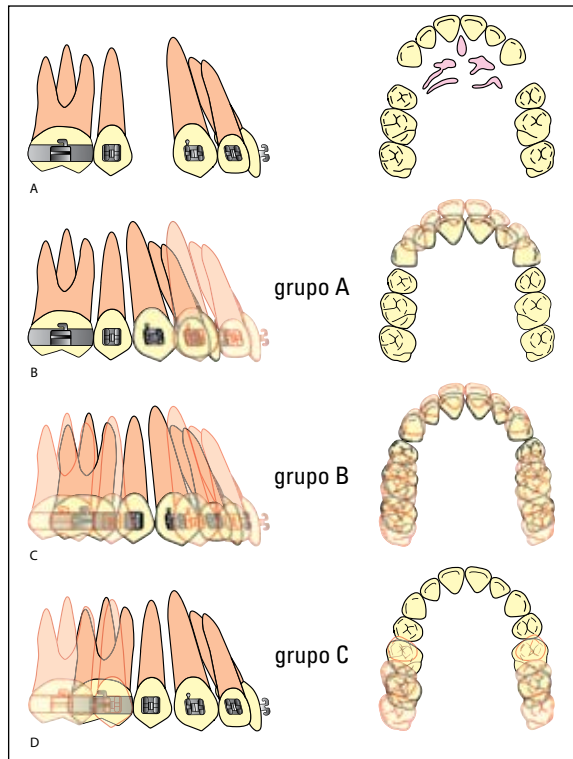


FIGURA 30 - Categorização da ancoragem em grupos (Fonte: Nanda, 2005)<sup>28</sup>.

anterior ou retrai-se os seis dentes anteriores em bloco. É importante salientar que durante a retração do bloco anterior, a dobra em V do CIA<sup>®</sup> não deve entrar em contato com a superfície mesial do tubo triplo do molar para que não ocorra interrupção da retração (Fig. 26G, H, I). Deste modo, a dobra em V do CIA<sup>®</sup> deve se manter afastada do tubo. As figuras 27A, B e 28 ilustram a utilização do CIA<sup>®</sup> como recurso de ancoragem durante a retração dos caninos em casos com extração. O caso da figura 29 demonstra a aplicabilidade do CIA<sup>®</sup> como reforço da ancoragem onde a mesma é considerada crítica, quando da extração dos pré-molares.

### Classificação da ancoragem

A ancoragem pode ser definida como a quantidade de movimentação do bloco posterior (molares e pré-molares) quando do fechamento de

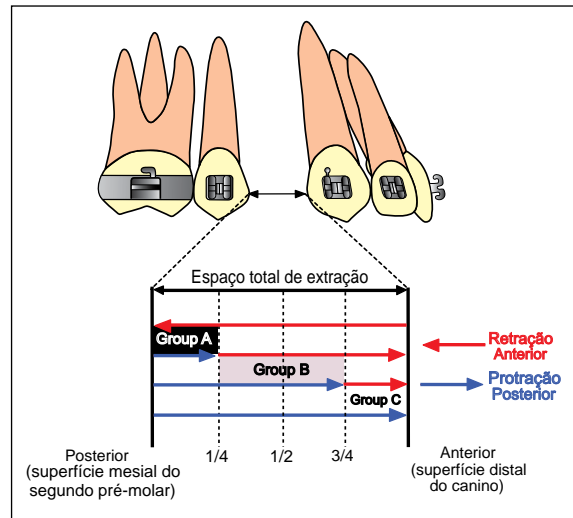


FIGURA 31 - Classificação da ancoragem segundo Nanda (Fonte: Nanda, 2005)<sup>28</sup>.

espaço de extração com a finalidade de se atingir os objetivos do tratamento. Ela pode variar de absoluta (onde nenhum dente posterior deveria se movimentar para mesial), moderada (onde metade do espaço da extração será ocupado pelo bloco posterior e metade pela retração do anterior) ou ainda de leve, onde o bloco posterior migraria livremente para mesial fechando todo o espaço da extração. Segundo Nanda<sup>28</sup>, a ancoragem pode ser classificada da seguinte forma (Fig. 30):

- Grupo A: Esta categoria descreve a manutenção crítica dos dentes posteriores em posição. Setenta e cinco por cento ou mais de ancoragem dos dentes posteriores é requerida para a retração do bloco anterior (Fig. 30B).

- Grupo B: Esta categoria descreve um fechamento de espaço relativamente simétrico com movimento igual da bateria posterior e da anterior durante o fechamento de espaço (Fig. 30C).

- Grupo C: Esta categoria descreve uma ancoragem pouco crítica. Setenta e cinco por cento ou mais do espaço necessário para fechamento da extração é obtido por meio da movimentação mesial

dos dentes posteriores (Fig. 30D).

A figura 31 ilustra a divisão do espaço da extração de acordo com estas categorias e permite ao clínico desenvolver um plano de tratamento específico para as necessidades de cada paciente.

### Classificação das Biomecânicas de retração

Principalmente em casos que necessitam de extração para a sua resolução, existem dois tipos de biomecânicas para a retração anterior: mecânicas friccionais e mecânicas africcionais. Com o advento do aparelho totalmente programado (Straight Wire), ou dos aparelhos pré-ajustados, evidenciou-se a facilidade de realização de uma retração anterior por meio de uma mecânica de deslizamento. Entretanto, este tipo de mecânica acarreta grande solicitação de ancoragem posterior para vencer as forças de atrito, sendo chamadas de mecânicas friccionais. Geralmente é realizada a retração em massa da bateria anterior, necessitando de um grande reforço de ancoragem como os arcos extrabucais, barras transpalatinas e elásticos de Classe II. A relação de retração anterior/perda de ancoragem, com um bom controle da mesma é de 60/40, ou seja, com 40% de perda de ancoragem posterior em relação à retração anterior. Além disso, deve-se levar em conta fatores como a inclusão dos segundos molares na ancoragem e a necessidade de torque dos incisivos<sup>28</sup>.

A retração individual do canino até encostar no pré-molar, não é realizada rotineiramente, pois pode ocorrer o aprofundamento da mordida anterior, juntamente com a perda de ancoragem poste-

rior por se tratar de mecânica de deslize<sup>10</sup>, além de supostamente prolongar o tempo da retração relegando-o a dois estágios, e gerar espaços anti-estéticos na região ântero-superior que desagradam a alguns pacientes, não sendo portanto, encorajada a sua utilização pelos seguidores do Straight Wire.

A solução para esta problemática, reside na utilização de arcos contínuos, geralmente retangulares de .016" x .022" aço inox em *slots* .022" como ilustrado nas figuras 27 e 28. Com a mecânica de deslize do canino empregando molas NiTi ou elásticos em cadeia (corrente elástica), mesmo com a expressão de sua angulação devida ao seu movimento para distal, não ocorre extrusão dos dentes anteriores com conseqüente aprofundamento da mordida, devido à utilização em conjunto do CIA<sup>®</sup> que promove uma força intrusiva de sentido oposto nos incisivos, neutralizando este mesmo efeito extrusivo nos dentes anteriores, além de evitar a perda de ancoragem através de seu momento nos molares superiores<sup>28,37</sup> (Fig. 32). O tempo de retração não é aumentado devido à sua realização em duas etapas, analogicamente à retração efetuada em massa somente com a mecânica de deslize, visto que a segunda fase de retração é realizada com mecânicas africcionais (com alças), que por não necessitarem sobrepujar as forças de atrito para realizar a movimentação dentária, são efetuadas com maior rapidez. Pelo menor tempo de fechamento de espaço durante a segunda fase, é raro os pacientes se queixarem do diastema anti-estético entre os incisivos e os caninos superiores.

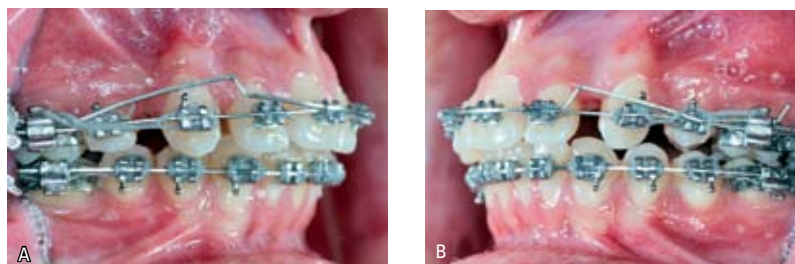


FIGURA 32 - Caso clínico de extração de pré-molares utilizando mecânica de deslize para retração inicial dos caninos associado ao uso do CIA<sup>®</sup>.

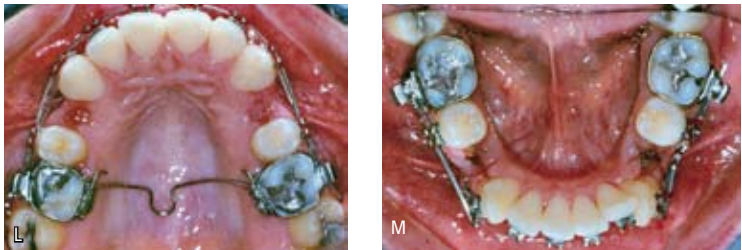
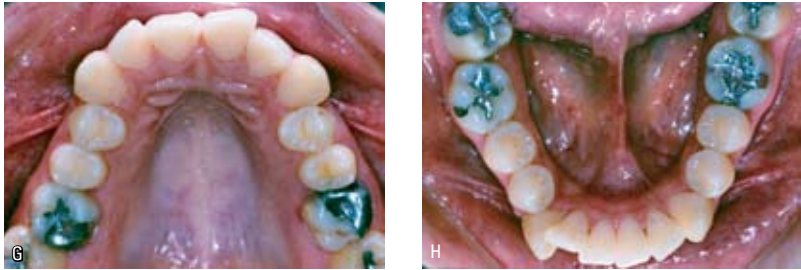
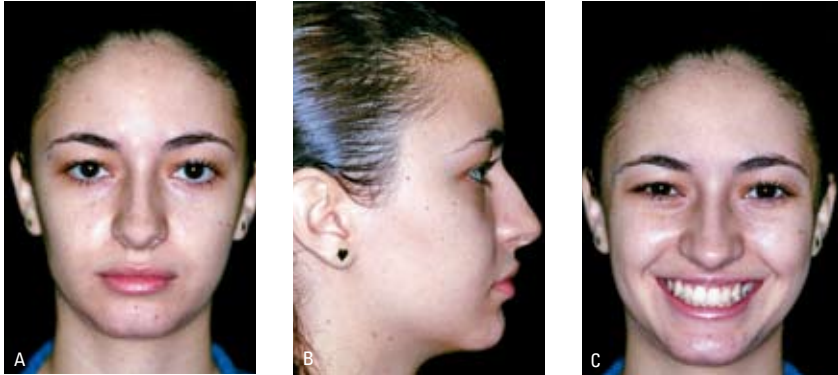




FIGURA 33 - **A-H)** Caso clínico de paciente com apinhamento moderado superior e inferior tratado com extração dos 4 pré-molares; **I-M)** nivelamento com arco de nitinol .014" superior e inferior realizando a retração dos caninos com o uso da alça de beta-titânio em T .019" x .025" e uma alavanca também de beta-titânio; **N-R)** fase arco .019" x .025" de aço para a retração por deslizamento com elástico em cadeia; **S-W)** caso finalizado.



### A diversidade das alças de fechamento de espaço

Alguns profissionais que utilizam o Straight Wire fazem uso de mecânicas africcionais para o fechamento dos espaços das extrações, mas geralmente utilizam alças de Bull da mecânica Edgewise clássica ou uma evolução deste, alças dupla-chave (DKH), mas que por serem de aço inoxidável,

aplicam forças pesadas com o intuito de promover movimentos translatórios ou de corpo dos dentes em questão, realizando o controle vertical destes elementos através de dobras de pré-ativação denominadas *gable*. O início da força realizada na ativação destas alças é muito alta, decrescendo em poucos dias, não condizente com os princípios de uma movimentação dentária induzida.







FIGURA 34 - **A)** Arco de *Mushroom Loop*; **B-H)** caso clínico de paciente com apinhamento severo superior e inferior tratado com extração dos 4 pré-molares; **I-M)** nivelamento utilizando arco de nitinol .014" inferior e extrusão do canino no arco superior com cantilever (alavanca) de beta-titânio .019" x .025"; **N,O,P)** nivelamento do arco inferior com fio de nitinol e canino em posição após 3 meses; **Q,R,S)** fase de retração do bloco anterior com retração assimétrica com *Mushroom Loop* .017" x .025"; **T-Y)** finalização do caso com arco superior e inferior de aço *braided* .019" x .025"; **Z-Z6)** caso finalizado.

A tudo isto, deve-se somar uma maior solicitação de ancoragem e a utilização de recursos compensatórios já denominados anteriormente, como o AEB, BTP, elástico de Classe II, etc. As alças da mecânica seccional Bioprogressiva são por demais deformáveis pela mastigação, devido à pouca espessura e rigidez dos fios utilizados, bem como de difícil controle de torque nas unidades anteriores que estão sujeitas à movimentação ortodôntica. Muito embora o controle de ancoragem e a diversidade de aplicação clínica permitam inferir que as alças em T da Técnica do arco segmentado (Fig. 33) são escolhas interessantes para o tratamento de casos mais

complexos, estas alças são de difícil construção, quebram freqüentemente durante a sua confecção pela friabilidade das ligas de beta titânio, mesmo com a utilização de alicates especiais. O manejo clínico cauteloso minimiza a perda de controle e efeitos colaterais severos destas alças nas mãos de clínicos experientes. Contudo, as alças de beta-titânio podem machucar em demasia os pacientes devido ao ângulo reto próprio das mesmas. Com a evolução desta liga, surgiu o beta-titânio III denominado CNA<sup>®</sup>, com propriedades incrementadas e melhor formabilidade, sem a ruptura tão comum em dobras de ângulo reto imposta ao beta-titânio.





FIGURA 35 - **A-H)** Caso clínico de paciente com desvio severo de linha média superior para esquerda devido à presença de um incisivo lateral superior supra-numerário; **I-M)** extração do incisivo lateral e retração assimétrica com *Mushroom Loop* .017" x .025" no arco superior; **N-P)** 10 meses após o início da retração.

Originava-se, deste modo, o arco de retração contínuo - cogumelo de CNA (*Mushroom Loop*)<sup>28</sup> (Fig. 34A), com bordas arredondadas, pré-fabricado, que pode utilizar os princípios do V assimétrico<sup>11,31,33</sup>. Este arco não requer reativações frequentes, propiciando forças leves e biológicas, visto que desenvolve baixos níveis de força com grandes ativações, com proporção carga-deflexão diminuída e, portanto, requer menor sollicitação da ancoragem posterior dos dentes envolvidos na mecânica de retração. Existem nas dimensões .017" x .025" e .019" x .025", em tamanhos que variam de 26 a 46mm em incrementos de 2mm, que é a distância entre a superfície distal dos incisivos laterais<sup>28,37</sup>. A princípio, a sua utilização foi recomendada para a retração dos quatro incisivos superiores, após a retração individual dos caninos superiores por meio de mecânica de deslize. No entanto, pode-se utilizar esta alça na mecânica de retração em massa dos dentes anteriores, especialmente nos casos de perda de ancoragem recíproca ou do grupo B. Outra indicação interessante do arco de retração *Mushroom Loop* é a sua aplicação em casos com desvios de linha média e

extrações assimétricas (Fig. 35), onde é possível realizar ativações unilaterais como exposto nos casos das figuras 34 e 35.

Tendo em vista a necessidade do fechamento de espaço das extrações requerer dentes com raízes paralelas, verticalizadas e coroas bem alinhadas, além de planos oclusais coincidentes, geralmente necessita-se de um certo grau de translação ou deslocamento radicular. Quando se ativa as duas extremidades da alça cogumelo (cerca de 3mm)<sup>37</sup>, criam-se momentos de inclinação (*Tipping*) nos incisivos e molares, que devem ser contra-balanceado por meio da criação de outros momentos iguais e opostos, a fim de se realizar os movimentos de translação requeridos, em especial na ancoragem do grupo B (Fig. 34) ou de fechamento recíproco de espaços, cuja relação momento-força deve ser de 10/12<sup>7,37</sup>. A sua pré-ativação é realizada na junção entre as suas duas extremidades e o início da porção superior do "cogumelo", de modo a criar momentos (efeito *gable*) para controle vertical dos molares superiores e incisivos, além de um acréscimo de torque (Momento) na região ântero-superior, sendo realizada fora da cavidade



FIGURA 36 - **A,B)** Arco de retração *Mushroom Loop* com pré-ativação; **C)** vista intrabucal com a alça ativada.



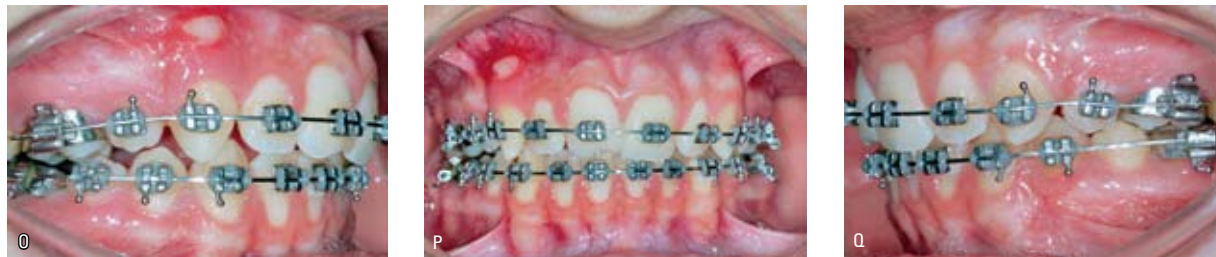


FIGURA 37 - **A-H)** Caso clínico inicial de um paciente Classe II dentoalveolar com 100% de sobremordida, apinhamento superior tratado com extração de 2 pré-molares superiores; **I,J,K)** seqüência clínica do uso do Mushroom Loop .017" x .025" para retração anterior no arco superior e arco inferior de nitinol .012"; **L,M,N)** 4 meses de retração com o arco de *Mushroom Loop*, **O,P,Q)** 12 meses após o início da retração com *Mushroom Loop*. Note a melhora da sobremordida em função da pré-ativação da alça com o efeito *Gable*.

bucal do paciente (Fig. 36).

Uma ligeira inclinação de cerca de 20° anti-rotação nos segmentos posteriores do arco na direção do centro do arco de retração pode ser realizada com vistas a reduzir o efeito de méso-linguoversão dos molares superiores durante a retração, similar a outros arcos de beta titânio encontrados na literatura<sup>21</sup>. É importante, após a sua pré-ativação fora da boca, remover os torques residuais posteriores devido a esta mesma pré-ativação, antes da inserção do arco no paciente. Durante a sua colocação, é realizada a ativação por meio de uma dobra-distal (*Tip-Back*) nos molares superiores e ao mesmo tempo o arco é tracionado para posterior para efetuar uma abertura de 1mm entre as alças cogumelo, que somada aos 3mm devidos à pré-ativação inicial, totalizariam 4mm<sup>37</sup>. Outro fator importante a ser destacado com o uso do *Mushroom Loop* é o controle vertical que este arco permite, em função da adição de efeito *gable* na sua pré-ativação. A figura 37 ilustra um caso em tratamento de um paciente com sobremordida profunda de 100%, onde foi utilizado o *Mushroom Loop* para retração anterior e ao mesmo tempo a correção da sobremordida. As figuras 38 e 39 ilustram a aplicação do fechamento de espaço assimétrico com o uso do *Mushroom Loop* no caso de um paciente portador de Classe III esquelética tratado com o auxílio da cirurgia ortognática.

### A variação da relação momento-força e a estratégia biomecânica

A força inicial durante o fechamento do espaço declina progressivamente, com o aumento simultâneo do momento. De início, observa-se um movimento de inclinação controlada, com uma relação momento-força em torno de 7/1, após o que, com o aumento do momento, nota-se um movimento translatório com um aumento da relação momento-força em torno de 10/1. Se a força cair para níveis ainda menores, tem-se um movimento radicular com um aumento da relação momento-força que passará de 12/1. Somente após esta fase (de deslocamento radicular) é que se deve realizar uma nova ativação do dispositivo de retração. Geralmente isto coincide com a terceira ou quarta visita mensal por parte do paciente.

Não se deve reativar o dispositivo, somente após um fechamento de cerca de 3mm, o que coincidiria com a fase de deslocamento radicular<sup>37</sup> (verticalização das raízes), aproximadamente após 6 a 8 semanas<sup>28</sup>. A ativação realizada mensalmente acarreta uma perda de torque na relação anterior, com uma grande inclinação (*tipping*) dos incisivos, assim como uma grande inclinação da coroa dos molares para mesial, com nenhum movimento radicular destes dentes.

Para os casos de ancoragem do grupo A ou de ancoragem máxima, necessita-se de uma abordagem diferencial (estratégias biomecânicas),





onde se deve aumentar a relação momento-força posterior ou diminuir a relação momento-força da região anterior, ou ambas<sup>27,28</sup>.

### **Momentos constantes e forças variáveis**

Pode-se aumentar a magnitude das forças que atuam na região anterior por meio de arcos



FIGURA 38- **A-G)** Paciente portador de Classe III esquelética, mordida cruzada anterior e posterior tratado com o auxílio da cirurgia ortognática; **H-L)** alça de *Mushroom Loop* no arco superior ativada assimetricamente para fechamento de espaço de um pré-molar e no arco inferior aplicação do arco Bioforce termoativado .018" x .025" para alinhamento e nivelamento sem extração; **M-S)** fase de arcos retangulares de aço .019" x .025" preparado para a cirurgia ortognática; **T-Z1)** 60 dias pós-cirurgia ortognática em fase de finalização.



FIGURA 39 - Finalização do tratamento.



extrabuciais (Arco com ganchos em J) ou utilizando o arco dentário antagonista como ancoragem empregando-se elásticos intermaxilares, visto que as forças intra-arcos méso-distais são iguais pela lei do equilíbrio estático. Porém, sempre com a intenção de diminuir a relação momento-força anterior. Além disso, pode-se diminuir a magnitude da força que atua nos dentes posteriores por meio de um extrabucal atuando na distal dos dentes posteriores, com aumento da relação momento-força posterior<sup>28</sup>. Em ambos os casos, o que variou foi a força, no segmento anterior e no segmento posterior, mas os momentos presentes são constantes, sem nenhuma variação. Porém, podem ser observados efeitos colaterais e dependentes da cooperação dos nossos pacientes<sup>27</sup>.

#### **Forças constantes e momentos variáveis**

Uma estratégia que se pode utilizar é a variação dos momentos diferenciais na relação anterior, posterior ou ambas, porém mantendo a magnitude das forças constante<sup>27,28</sup> com o mesmo efeito na diminuição da relação momento-força anterior ou aumento da relação momento-força posterior. Portanto, o aumento da relação momento-força nos dentes posteriores estimula o deslocamento radicular ( $M/F = 12/1$ )<sup>27</sup>, assim como a diminuição da relação momento-força nos dentes anteriores produz movimento de inclinação dentária (*Tippling*- $M/F=7/1$ )<sup>27</sup>. Os momentos posteriores são chamados de beta, assim como os momentos anteriores são chamados de alfa. A alteração na magnitude dos momentos alfa e beta gera efeitos colaterais, que consistem em um par de forças verticais, cuja magnitude depende da diferença entre os momentos posteriores e anteriores e a distância das alças entre os dentes anteriores e posteriores (geometrias), uma extrusiva para os molares e uma intrusiva para os incisivos, se o momento beta for maior que o momento alfa (ancoragem grupo A); ou uma força extrusiva para os incisivos e intrusiva para os

molares se o momento alfa for maior que o momento beta (ancoragem grupo C). Os momentos maiores se aplicam à unidade de ancoragem, a do grupo A tem como segmento de ancoragem os dentes posteriores e, portanto, momentos maiores são aplicados na unidade posterior. A ancoragem do grupo C tem como unidade de ancoragem os dentes anteriores e, portanto, necessita de um maior momento na região anterior<sup>27</sup>.

#### **Variação da posição da alça de retração e a relação momento-força**

Quanto mais perto de um braquete ou tubo estiver a dobra em V, menor a relação momento-força nestes dentes, pois os momentos aplicados nestes dentes serão menores devido à menor distância da dobra em relação a estes mesmos dentes.

Geralmente, recomenda-se 20° de momento beta nos casos de ancoragem grupo C, 30° de momento beta nos casos de ancoragem grupo B e 40° de momento beta nos casos de ancoragem grupo A<sup>27</sup>. Se aumentar em demasia a relação momento-força para 12/1 ou acima destes valores no segmento beta, tem-se uma movimentação radicular no segmento posterior, e como é mais fácil inclinar um segmento dentário do que movimentá-lo de raiz, pode ocorrer uma inclinação controlada ou *Tippling* no segmento anterior, com nenhuma perda de ancoragem no segmento posterior, o que seria muito adequado ao propósito clínico da ancoragem do tipo A. No entanto, pode-se observar planos oclusais desnivelados, o que pode requerer uma fase de correção radicular com molas específicas e verdadeira segmentação intra-arco, com momentos diferenciais para efetuar esta correção, similar à mecânica do arco segmentado ou à técnica de Begg. O raciocínio similar também seria aplicado na ancoragem do grupo C, mas o aumento da relação momento-força acima ou igual a 12/1 seria no segmento anterior, com a inclinação controlada se efetivando no segmento posterior.

## CONCLUSÕES

A versatilidade da aplicação da Biomecânica utilizando os “arcos inteligentes” (Arco de intrusão de nitinol CIA® e arco de retração *Mushroom Loop*) permite selecionar estratégias para cada tipo de má oclusão, diferenciada por nuances terapêuticas, que por sua vez geram um melhor controle do caso. Os arcos inteligentes e multifuncionais foram idealizados no intuito de simplificar o atendimento clínico do ortodontista, que municiado de recursos diagnósticos apropriados e sólidos, representam uma ótima alternativa terapêutica para a resolução de casos com extrações dentárias.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a todos os alunos e professores que colaboraram no tratamento dos pacientes e também ao Prof. Dr. Eduardo Sant’ana pela execução da cirurgia ortognática do caso apresentado nas figuras 38 e 39.

Enviado em: Junho de 2005  
Revisado e aceito: Julho de 2005

---

## Biomechanics in Orthodontics: “smart archwires”

### Abstract

The versatility of Biomechanics with the use of “smart wires” allows different strategies in order to achieve a better control in orthodontic cases. Multifunctional orthodontic wires (nickel-titanium intrusion arch-CIA® and M-loop® archwires) were developed in order to provide advantages in clinical management for the orthodontists. Since the force system, along with the side effects, of these wires is well understood it becomes easier to use noncompliance mechanics. The present paper showed the clinical applications of the “smart wires” (nickel-titanium intrusion arch and M-loop archwires) capable of simultaneously performing different orthodontic movements in extraction cases which minimize the need for high anchorage control.

**Key words:** Biomechanics. Fixed appliances. Intrusion of incisors. Space closure. Loop retraction.

---

## REFERÊNCIAS

1. AL-BURAIKI, H. et al. The effectiveness and long-term stability of overbite correction with incisor intrusion mechanics. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 127, no. 1, p. 47-55, Jan. 2005.
2. ANDREWS, L. F. **Straight wire**: o conceito e o aparelho. San Diego: L. A Wells, 1989. cap. 12.
3. BENNETT, J. C.; McLAUGHLIN, R. P. **As mecânicas do tratamento ortodôntico e o aparelho pré-ajustado**. 1. ed. São Paulo: Artes Médicas, 1994.
4. BERG, R. Stability of deep overbite correction. **Eur J Orthod**, London, v. 5, no. 1, p.75-83, Feb. 1983.
5. BURSTONE, C. J. The mechanical of the segmented arch technique. **Angle Orthod**, Appleton, v. 36, p. 99-120, 1966.
6. BURSTONE, C. J. Deep overbite correction by intrusion. **Am J Orthod**, St. Louis, v. 72, no. 1, p.1-22, July 1977.
7. BURSTONE, C. J. The segmented arch approach to space closure. **Am J Orthod**, St. Louis, v. 82, no. 5, p. 361-378, Nov. 1982.
8. BURSTONE, C. J.; GOLDBERG, A. J. Beta titanium: a new orthodontic alloy. **Am J Orthod**, St. Louis, v. 77, no. 2, p.121-132, Feb. 1980.
9. BURSTONE, C. J.; KOENIG, H. A. Force systems from an ideal arch. **Am J Orthod**, St. Louis, v. 65, no. 3, p. 270-289, Mar. 1974.
10. BURSTONE, C. J.; KOENIG, H. A. Optimizing anterior and canine retraction. **Am J Orthod**, St. Louis, v. 70, no. 1, p.1-19, 1976.
11. BURSTONE, C. J.; KOENIG H. A. Creative wire bending: the force system from step and V bends. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 93, no.1, p. 59-67, Jan. 1988.
12. BURSTONE, C. J.; PRYPUTNIEWICZ, R. J. Holographic determination of centers of rotation produced by orthodontic forces. **Am J Orthod**, St. Louis, v. 77, no. 4, p. 396-409, Apr. 1980.

13. BJÖRK, A. Variations in the growth pattern of the human mandible: longitudinal radiographic study by the implant method. **J Dent Res**, Chicago, v. 42, no. 1, p. 400-411, Jan./Feb. 1963.
14. BJÖRK, A. The use of metallic implants in the study of facial growth in children: method and application. **Am J Phys Anthropol**, Philadelphia, v. 29, p. 43-250, 1968.
15. BJÖRK, A. Prediction of mandibular growth rotation. **Am J Orthod**, St. Louis, v. 55, no. 6, p. 585-599, June 1969.
16. BJÖRK, A.; SKIELLER, U. Normal and abnormal growth of the mandible: a synthesis of longitudinal cephalometric implant studies over a period of 25 years. **Eur J Orthod**, London, v. 5, no. 1, p. 1-46, Feb. 1983.
17. BURZIN, J.; NANDA, R. The stability of deep overbite correction In: NANDA, R. (Ed.). **Retention and stability**. Philadelphia: WB Saunders, 1993.
18. CANGIALOSI, T. J. Skeletal morphologic features of anterior open bite. **Am J Orthod**, St. Louis, v. 85, no. 1, p. 28-36, Jan. 1984.
19. HOUSTON, W. J. Mandibular growth rotations: their mechanisms and importance. **Eur J Orthod**, London, v. 10, no. 4, p. 369-373, Nov. 1988.
20. ISAACSON, R. J.; LINDAUER, S. J.; RUBENSTEIN, L. K. Activating a 2x4 appliance. **Angle Orthod**, Appleton, v. 63, no. 1, p. 17-24, 1993.
21. KALRA, V. Simultaneous intrusion and retraction of anterior teeth. **J Clin Orthod**, Boulder, v. 32, no. 9, p. 535-540, Sept. 1998.
22. KUHN, R. J. Control of anterior vertical dimension and proper selection of extraoral anchorage. **Angle Orthod**, Appleton, v. 38, no. 4, p. 340-349, Oct. 1968.
23. LEVIN, R. I. Deep bite treatment in relation to mandibular growth rotation. **Eur J Orthod**, London, v. 13, p. 86-94, 1991.
24. McNAMARA JR., J. A.; CARLSON, D. S.; YELlich, G. M.; HENDRICKSON, R. P. **Musculoskeletal adaptation following orthognathic surgery**: muscle adaptation in the craniofacial region. Ann Arbor: [s. n.], 1978. Monograph 8.
25. MELSEN, B.; FOTIS, V.; BURSTONE, C. J. Vertical force considerations in differential space closure. **J Clin Orthod**, Boulder, v. 24, no. 11, p. 678-83, Nov. 1990.
26. NANDA, R. The differential diagnosis and treatment of excessive overbite. **Dent Clin North Am**, Philadelphia, v. 25, no. 1, p. 69-84, Jan. 1981.
27. NANDA, R. **Biomechanics in clinical orthodontics**. Philadelphia: WB Saunders, 1997.
28. NANDA, R. **Biomechanics and esthetic strategies in clinical orthodontics**. St. Louis: Elsevier Saunders, 2005.
29. NANDA, S. R. Growth patterns in subjects with long and short faces. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 98, no. 3, p. 247-258, 1990.
30. NANDA, R. et al. The connecticut intrusion arch. **J Clin Orthod**, Boulder, v. 32, no. 12, p. 708-715, Dec. 1998.
31. NASIOPOULOS, A. T.; TAFT, L.; GREENBERG, S. N. A cephalometric study of Class II, Division 1 treatment using differential torque mechanics. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 101, no. 3, p. 276-280, Mar. 1992.
32. PEARSON, L. E. Vertical control in fully banded orthodontic treatment. **Angle Orthod**, Appleton, v. 56, no. 3, p. 205-224, July 1986.
33. RONAY, F.; KLEINERT, W.; MELSEN, B.; BURSTONE, C. J. Force system developed by V bends in an elastic orthodontic wire. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 96, no. 4, p. 295-301, Oct. 1989.
34. SOLOW, B.; HOUSTON, W. J. Mandibular rotations: concept and terminology. **Eur J Orthod**, London, v. 10, p. 177-179, 1988.
35. SIMONS, M. E.; JOONDEPH, D. R. Change in overbite: a ten-year postretention study. **Am J Orthod**, St. Louis v. 64, no. 4, p. 349-367, Oct. 1973.
36. SHROFF, B.; LINDAUER, S. J.; BURSTONE, C. J. Segmented approach to simultaneous intrusion and space closure: biomechanics of the three-piece base arch appliance. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 107, no. 2, p. 136-143, Feb. 1995.
37. URIBE, F.; NANDA, R. Treatment of Class II Division 2 malocclusion in adults: biomechanical considerations. **J Clin Orthod**, Boulder, v. 37, no. 11, p. 599-606, Nov. 2003.
38. VAN STEENBERGEN, S.; NANDA, R. Biomechanics of orthodontic correction of dental asymmetries. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 107, no. 6, p. 618-624, June 1995.
39. VANDEN BULCKE, M. M.; BURSTONE, C. J.; SACHEDEVA, R. C. L.; DERMAUT, L. R. Location of the centers of resistance for anterior teeth during retraction using the laser reflection technique. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 91, no. 5, p. 375-384, May 1987.

---

**Endereço para correspondência**  
 Marcio Rodrigues de Almeida  
 Av. José Vicente Aiello, 7-70  
 CEP: 17.053-093 - Bauru/SP  
 E-mail: marcioralmeida@uol.com.br