

ALÇA RADICULAR MODIFICADA PARA VERTICALIZAÇÃO DE MOLARES INFERIORES COM INTRUSÃO

Edwin Rodrigo Martins, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas da Universidade Federal de Minas Gerais, orto_bio@yahoo.com.br

Carlos Alberto Cimini Jr., Professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas da Universidade Federal de Minas Gerais, carlos.cimini@gmail.com

Alexandre Fortes Drummond, Professor do Departamento de Ortodontia e Odontopediatria da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais, afdorto@googlemail.com

Mateus Henrique Menezes do Nascimento, Aluno de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Minas Gerais, mateus.hmn@gmail.com

Estevam Barbosa de Las Casas, Professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas da Universidade Federal de Minas Gerais, estevam.lascasas@gmail.com

Resumo. A verticalização de molares inferiores é um procedimento exigido com muita frequência no dia a dia do ortodontista e que apresenta certa complexidade quando não está indicada a extrusão do molar durante a mecânica, o que acontece na grande maioria dos casos. Uma mecânica que causaria a verticalização e ao mesmo tempo intrusão dos molares foi indicada por Marcotte em 1990. Este artigo sugere uma modificação na alça de correção radicular preconizada pelo autor, tanto no que se refere ao desenho da alça e material empregado, quanto em relação ao método de ativação. Um dinamômetro ortodôntico foi utilizado para aferir as forças geradas pela alça original e pela alça modificada. Foi verificado que a alça modificada produz quase metade do momento e um terço da força de extrusão na unidade de ancoragem, para a verticalização de um molar inferior. Assim, a alça proposta pode se mostrar útil para a prática clínica pois, gerando menos força e momento na unidade de ancoragem, pode apresentar menos efeitos indesejados.

Palavras chave: Verticalização de Molares. Intrusão de Molares. Biomecânica. Arco Segmentado.

1. INTRODUÇÃO

Toda força ortodôntica aplicada em um elemento dentário através de um fio, mola, ou elástico, logicamente gera uma reação na estrutura onde se apoiam esses acessórios. As estruturas que recebem essa reação são chamadas de unidades de ancoragem “Fig. (1)”, e podem ser outros elementos dentários, mini implantes, mini placas, e até elementos fora da boca (ancoragem extra-bucal). Quando a unidade de ancoragem é composta por dentes, procura-se evitar que essa reação atrapalhe o tratamento. Uma maneira de se evitar ou minimizar movimentações na unidade de ancoragem dentária é unir vários dentes para “absorver” essa carga, formando um bloco único formado por vários elementos dentários (Burstone, 1966).

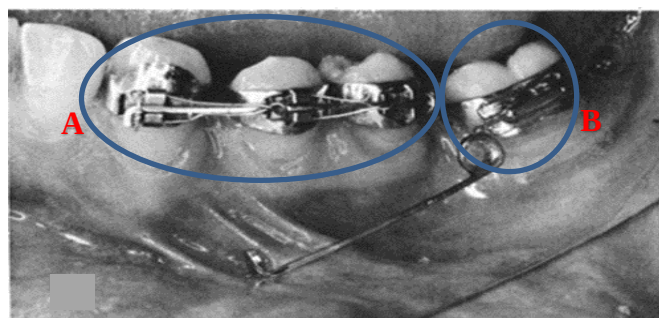


Figura 1. A. Unidade reativa ou de ancoragem: grupo de dentes unidos formando um único bloco com o intuito de evitar a movimentação destes. B. Unidade ativa: dente que se pretende movimentar, Norton e Proffit (1968)

No dia a dia do atendimento ortodôntico molares inclinados mesialmente são observados frequentemente devido à perda precoce de dentes decíduos ou permanentes, anodontia (ausência) de segundos pré-molares ou irrupção ectópica, ou utilização prolongada de alguns aparelhos ortodônticos (McAboy *et al.*, 2003). Tal condição pode trazer diversos problemas como a instalação de defeitos ósseos na mesial dos dentes inclinados, interferências oclusais, extrusão do molar antagonista e inviabilidade de reconstrução protética do dente perdido por falta de espaço. A verticalização desses molares, movimento dentário estudado neste artigo, visa a promoção de uma melhoria oclusal e periodontal da região (Robert *et al.*, 1982).

As primeiras mecânicas indicadas para a verticalização de molares tiveram início na década de 50. Eram utilizadas molas apoiadas em placas de acrílico. Esses sistemas começaram a ter o uso diminuído depois do início da utilização da colagem direta de acessórios nos dentes. Com o uso do aparelho fixo, a mecânica indicada para correção da posição do molar foi a de “Tip-Back”, que é frequentemente utilizada até os dias de hoje (Norton e Proffit, 1968; Romeo e Burstone, 1977). Como demonstrado na “Fig. 2”, essa mecânica gera a extrusão do molar que, na maioria das vezes, é indesejada.

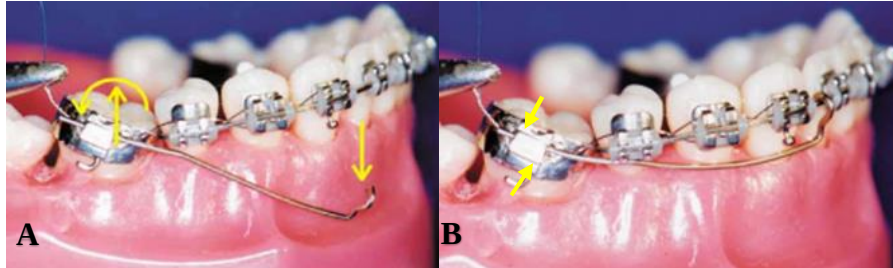


Figura 2. A: Foto de modelo em cera mostrando a alça inativa e a tendência de extrusão (seta vertical para cima) e giro do molar no sentido anti-horário que será provocada pós ativação. B: Alça ativa e representação do binário criado no tubo do molar, Sakima (1999)

A extrusão do molar pode produzir contatos prematuros, gerando incômodo ao paciente, mobilidade dentária (que pode se associar a perda óssea em caso de inflamação periodontal prévia), abertura de mordida, além de dor e disfunção da articulação têmporo mandibular (Sakima, 1999). Alguns dispositivos, como a alça de correção radicular proposta por Marcotte em 1990 “Fig.3”, proporcionam um ótimo controle do movimento, promovendo a intrusão do dente e evitando os efeitos danosos da extrusão (Weilland, 1992; Melsen *et al.*, 1996; Sander e Wichelhaus, 1995). Apesar de serem dispositivos eficientes, poucos estudos apresentam dados que demonstrem a efetividade quanto a intrusão dos dentes, bem como os efeitos na unidade de ancoragem.



Figura 3. Alça proposta por Marcotte. A: alça ativa posicionada e vetores demonstrando os efeitos nos molares e na unidade de ancoragem. B: Ativação anterior da alça: o posicionamento da alça no tubo do molar vai provocar o desejado vetor de intrusão do dente. C: Ativação posterior da alça: vai proporcionar o giro do molar, Sakima, 1999

Através de uma avaliação criteriosa das mecânicas até então propostas para a verticalização com intrusão, este estudo tem como objetivo sugerir um novo método de verticalização, baseado no proposto por Marcotte em 1990, mas levando em consideração as forças ideais para o movimento, com o objetivo de gerar menos efeitos colaterais na unidade de ancoragem.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O primeiro passo para o estudo foi determinar como seria uma alça de verticalização com intrusão ideal. O desenho da Alça de Marcotte foi selecionado por ser de fácil confecção e por gerar menos incômodo ao paciente que cantilevers duplos, que são mecanismos propostos para o mesmo fim (Weilland, 1992; Melsen *et al.*, 1996). A alça original é composta de fio 0.018’’x 0.025’’ de aço e com dois helicóides. Foram feitas as seguintes alterações como pode ser visto na “Figura 4”:

- Mudança no material: o fio de TMA é o de escolha para alças nos dias de hoje por apresentar um módulo de elasticidade mais baixo que o aço, promovendo uma liberação de forças mais gradual.
- Espessura do fio: foi reduzida para 0.017’’x 0.025’’ também com o intuito de aumentar a elasticidade da alça.
- Remoção do helicóide anterior: à medida que o molar verticaliza a resultante de intrusão aumenta (Burstone e Koenig, 1974), não sendo necessário um dispositivo para tornar a liberação de forças mais gradual na região anterior. Além disso, há um aumento do conforto para o paciente removendo-se o helicóide.

O helicóide posterior foi mantido com o intuito de obtermos forças mais constantes de verticalização, evitando reativações frequentes da alça e, assim, simplificando a prática clínica. A proposta de uma alça com a parte posterior mais flexível segue a proposta do mecanismo proposto por Sander em 1995, que apresentava um fio de níquel-titânio na região posterior e um fio de aço na região anterior (Sander e Wichelhaus, 1995; Zachrisson e Bantleon, 2005).

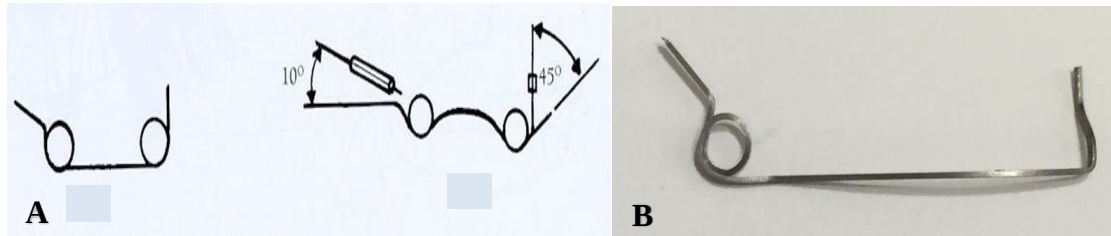


Figura 4. A: Alça preconizada por Marcotte passiva e com a ativação indicada pelo autor: 10° em β (molar) e 45° em α (unidade de ancoragem). B: Alça modificada proposta pelos autores. Marcotte, 1990

Um modelo de gesso da arcada inferior de um paciente que apresentava molares inferiores mesializados foi selecionado e nele foram colados os acessórios de um aparelho ortodôntico. Com o intuito de comparar as forças e momentos gerados pela alça original e a alça modificada, foi confeccionada uma alça de verticalização de acordo com o modelo preconizado por Marcotte (com fios de aço 00,018"x 0.025" e helicóides de 4 mm de diâmetro). Ela foi posicionada de maneira passiva no tubo do molar e no tubo cruzado e então foi simulada a ativação preconizada pelo autor: 10° no molar (unidade β) e 45° na região de ancoragem (unidade α). As forças envolvidas foram medidas com dinamômetro ortodôntico Correx (Haag-Streit Diagnostics, Berna, Suíça) "Figura 5".

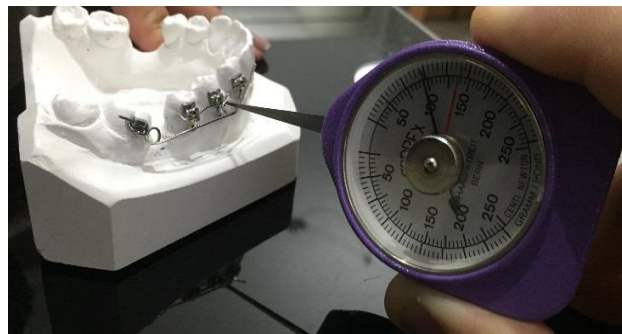


Figura 5: Modelo de gesso com acessórios colados e medição da força gerada pela ativação da alça com dinamômetro

Foi então confeccionada a alça de correção radicular modificada que também foi posicionada passiva nos acessórios ortodônticos. Ao contrário da alça original que tem uma única ativação sugerida pelo autor, a determinação da ativação da alça modificada é preconizada a partir da distância entre as unidades α e β , que tem influência direta no momento gerado pelo dispositivo. Foi medida a distância entre o centro de rotação do molar (região de furca) e a linha de ação de forças que passava no centro do tubo cruzado. Como o momento ideal para a verticalização de um molar é de 1000 g.mm (Romeo e Burstone, 1977; Weiland, 1992; Melsen *et al.*, 1996), pudemos determinar a força necessária para gerar esse momento pois M (momento) = F (força) x D (distância). Sabendo que a força de intrusão ideal é de 20 g (Weiland, 1992; Melsen *et al.*, 1996), calculamos a força necessária para gerar essa resultante e então calculamos o momento na unidade de ancoragem a partir desta força.

Alças modificadas para distâncias de 15, 20, 25, 30 e 35 mm entre α e β foram confeccionadas para evidenciar as influências desta distância nas forças e momentos gerados, bem como para sugerir ângulos de ativação da alça para cada uma dessas distâncias. As alças passivas foram desenhadas em uma folha de papel e, depois de ativadas, foram sobrepostas ao desenho original. Os ângulos entre as extremidades passivas e ativas foram obtidos com a ajuda de um transferidor.

3. RESULTADOS

Os valores encontrados para a alça original e para a alça modificada foram listados na "Tabela 1". Na alça original, a angulação de 10° em β (molar), gerou uma força extrusiva de 35 g e um momento de verticalização de 1050 g.mm, dado que a distância estimada entre o centro de rotação do molar e a linha de ação de forças foi de 30 mm. O molar recebeu ainda uma força de intrusão de 95 g obtida com a ativação de 45° em α (unidade de ancoragem), gerando uma força resultante intrusiva de 60 g (95 g – 35 g). A unidade α por sua vez, recebe a mesma força resultante, só que extrusiva e um momento de 2850 g.mm, obtido pela multiplicação de 95 g por 30 mm.

Tabela 1. Valores de forças e momentos encontrados nas unidades α (ancoragem) e β (molar) para as ativações da alça original e da alça modificada.

	Força (g)	Momento (g.mm)
Alça Original		
α	60g ↑ (95 - 35)	2850
β	60g ↓ (35 - 95)	1050
Alça Modificada		
α	20g ↑ (53 - 33)	1590
β	20g ↓ (33 - 53)	1000

A ativação da alça modificada foi feita com o objetivo de gerar 1000g.mm no molar e uma força intrusiva de 20g. Como $M=F \times D$, então para se conseguir o momento ideal foram necessários 33 g. Essa força foi conseguida com uma angulação de 43° em β . Para obter a força intrusiva resultante de 20 g era preciso gerar, com a ativação em α , uma força intrusiva de 53 g no molar. Para conseguirmos esse valor, um ângulo de 40° foi necessário em α . O momento gerado na unidade de ancoragem foi de 1590 g.mm, quase a metade do produzido pela alça original, que foi de 2850 g.mm.

Os valores das ativações encontradas para a verticalização de um molar com as distâncias entre as unidades de 15, 20, 25, 30 e 35mm podem ser conferidos na “Tabela 2”. Os valores de forças que incidem em β sempre serão 20g maiores dos que incidem em α e o momento em β será de 1000g.mm.

Tabela 2. Valores de forças, momentos e ativações da alça modificada de acordo com a distância entre as unidades α (ancoragem) e β (molar).

Distância α - β (mm)	Força em α (g)	Momento em α (g.mm)	Ativação α	Ativação β
15	67	1305	25°	42°
20	50	1400	33°	39°
25	40	1500	45°	45°
30	33	1590	40°	43°
35	29	1710	43°	52°

4. DISCUSSÃO

A verticalização proposta por Marcotte indicava uma ativação de 10° em α e 45° em β . O exemplo apresentado no livro ilustrava a verticalização de dois dentes mas o autor não indicou valores de ativação diferentes para apenas um dente, ou para diferentes distâncias. Empregando as angulações propostas pelo autor, a alça produziria na unidade de ancoragem uma força extrusiva de 95g e um momento 3900 g.mm, mais que o dobro apurado para a alça modificada.

Sander também propôs uma alça parecida com a de Marcotte mas composta por um fio de Niti 0.016” x 0.022” em β unido a um fio de aço 0.017” x 0.022”. Uma ativação de 45° em α era indicada para verticalização com intrusão. A “Figura 6”, retirada do catálogo do empresa que comercializa a alça, ilustra a alça de Sander e a ativação indicada para verticalização de um molar com intrusão. A ilustração indica um momento na unidade de ancoragem variando de 2000 g.mm a 6000 g.mm e força resultante de 50 a 100 g. Mesmo na hipótese de menor momento e força resultantes na unidade α , teríamos valores maiores que os encontrados para a alça radicular modificada. Além disso, as variações dos valores indicados na figura comprovam a importância de individualizarmos as ativações na mecânica.

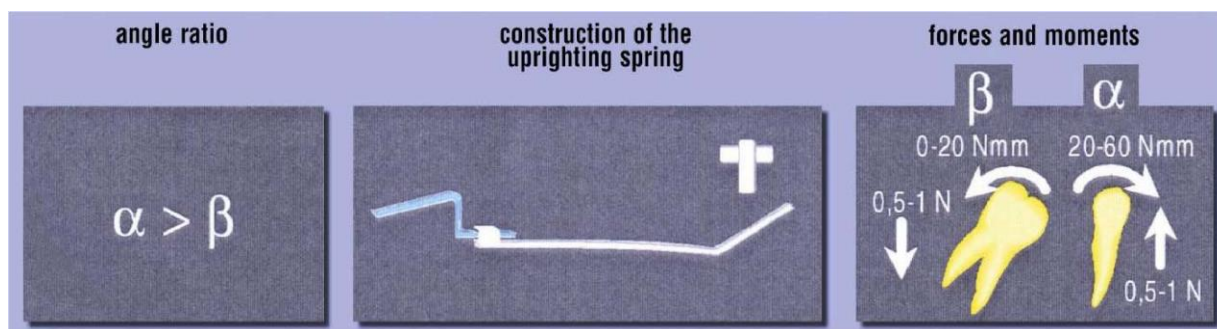


Figura 6: Ativação da alça de Sander preconizada para verticalização e intrusão de molares e as forças e momentos resultantes. Catálogo Forestadent

Tanto a indicação de Marcotte como a preconizada por Sander, não levaram em consideração a distância entre as unidades α e β . Tal distância influencia de maneira significativa os momentos gerados nos molares e na unidade de ancoragem, como visto na “Tabela 2”, sendo indicadas diferentes ativações para cada distância. No método proposto, a ativação é determinada a partir da referida distância, que vai nos indicar as forças e momentos ideais para cada caso. Como resultado temos maior eficiência na verticalização além de um maior controle dos efeitos indesejados na unidade de ancoragem.

As desvantagens deste desenho de alça seriam o fato de utilizarmos um sistema de forças estaticamente indeterminado (menor previsibilidade do movimento) e os efeitos colaterais na unidade de ancoragem (Sakima, 1999). Apesar de ser realmente um sistema de forças estaticamente indeterminado, pelo fato da alça se unir nas duas extremidades a um tubo e a um braquete (gerando dois binários), o movimento do molar é previsível pela diferença de suporte do molar em relação à unidade de ancoragem. À medida que o dente verticaliza, há um aumento na resultante de intusão do molar e diminuição considerável do momento. Na unidade de ancoragem, um aumento da resultante de extrusão e pouca alteração no momento. Ou seja, há uma mudança de uma geometria IV para III (Burstone e Koenig, 1974). Apesar do aumento no vetor de extrusão na unidade de ancoragem durante a desativação, esse vetor, desde que se atente para o controle das forças empregadas, pode ser facilmente anulado pelas forças oclusais. O momento, por sua vez, tende a causar um giro de toda unidade de ancoragem. Daí a importância do controle de forças e momentos gerados.

A ancoragem esquelética é muito eficiente e usada largamente nos dias de hoje para auxiliar a mecânica de verticalização (Derton *et al.*, 2012; Mah, *et al.*, 2015). Porém, os mini-implantes aumentam o custo do tratamento, podem ser perdidos durante a mecânica, podem perfurar raízes dos dentes adjacentes, além de exigirem, muitas vezes, abertura de espaço entre as raízes dos dentes para sua inserção. O estudo é importante para se ter uma escolha segura para o uso da ancoragem em dentes, pois alguns ortodontistas não são adeptos ao uso dos mini-implantes, ou evitam usá-los por não estarem confortáveis com a técnica ou por não terem acesso a um colega cirurgião para instalá-los.

As angulações presentes na “Tabela 2” não são indicações exatas para uso na clínica ortodôntica. Os valores foram registrados para ilustrar as diferentes ativações exigidas para as diferentes distâncias. Recomenda-se usar as angulações como ponto de partida para as medições com dinamômetro ortodôntico em boca. Está sendo desenvolvido estudo através do Método dos Elementos finitos tanto para comparação entre as alças, como para indicação de valores de angulação ideais para várias distâncias entre as unidades α e β . Estudos de casos clínicos também estão sendo realizados para atestar a eficiência do método.

5. CONCLUSÃO

Podemos concluir com o trabalho que a padronização de uma única ativação para as alças de verticalização com intrusão pode apresentar valores de momento e forças resultantes longe dos ideais. A avaliação das forças ideais deve ser feita caso a caso para se chegar a uma ativação individualizada da alça, buscando um resultado mais eficiente e com menos efeitos colaterais.

6. REFERÊNCIAS

- BURSTONE, C. J. The mechanics of segmented arch techniques. **The Angle Orthodontist**, v.36, n.2, p.99-120, 1966.
- BURSTONE, C. J.; KOENIG, H. A. Force systems from an ideal arch. *American Journal of Orthodontics*, v.65, n.3, p.270-289, 1974.
- DERTON, N.; PERINI, A.; MUTINELLI, S.; GRACCO, A. Mandibular molar uprighting using mini-implants: Different approaches for different clinical cases - Two case reports. **Orthodontics: The Art & Practice of Dentofacial Enhancement**, v.13, p.138-145, 2012.
- MAH, S.; WON, P.; NAM, J.; Kim, E.; Kang, Y. Uprighting mesially impacted mandibular molars with 2 miniscrews. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, v.148, n.5, p.849-61, 2015.
- MARCOTTE, M. R. **Biomechanics in Orthodontics**. 1.ed. Boca Raton: CRC Press, 1990.
- McABOY, C. P. et al. Surgical uprighting and repositioning of severely impacted mandibular second molars. **The Journal of American Dental Association**, v.134, p. 1459-1462, 2003.
- MELSEN, B.; FIORELLI, G.; BERGAMINI, A. Uprighting of lower molars. **Journal of Clinical Orthodontics**, v.30, n.11, p. 640-645, 1996.
- NORTON, L. A.; PROFFIT, W. R. Molar uprighting as an adjunct to fixed prostheses. **The Journal of American Dental Association**, v.76, n.2, p.312-315, 1968.
- ROBERTS, W. W.; CHACKER, F. M.; BURSTONE, C. J. A segmental approach to mandibular molar uprighting. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.81, n.3, p.177-184, 1982.
- ROMEO, D. A.; BURSTONE, C.J. Tip-back mechanics. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.72, n.4, p.414-421, 1977.
- SAKIMA, T. et al. Alternativas Mecânicas na verticalização de molares. Sistemas de Força Liberados pelos Aparelhos. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, v.4, n.1, p.79-100, 1999.

- SANDER F.G.; WICHELHAUS A.; [The clinical use of the new Niti-SE-steel uprighting spring]. **Fortschr Kieferorthop**, v.56, n.6, p.296-308, 1995.
- WEILAND, F. J.; BANTLEON, H. P.; DROSCHL, H. Molar uprighting with crossed tipback springs. **Journal of Clinical Orthodontics**, n.26, p.335-337, 1992.
- ZACHRISSON, B. U.; BANTLEON, H. P. Ask an expert: Optimal mechanics for mandibular molar uprighting. **World journal of orthodontics**, v.6, n.1, p.80-87, 2005.

5. AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Departamento de Engenharia de Estruturas da UFMG pela oportunidade de realização deste trabalho interdisciplinar e ao Grupo de Engenharia Biomecânica da UFMG, em especial à Veronika Fedotova, pelo apoio.

6. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.