

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-graduação em Odontologia

Marcela de Paula Macedo

**COMPARAÇÃO DOS EFEITOS DENTÁRIOS ENTRE OS APARELHOS
PENDULUM E EXTRABUCAL COMBINADO**

Belo Horizonte

2015

Marcela de Paula Macedo

**COMPARAÇÃO DOS EFEITOS DENTÁRIOS ENTRE OS APARELHOS
PENDULUM E EXTRABUCAL COMBINADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Odontologia, Área de Concentração: Ortodontia.

Orientador: Prof. Dr. Ildeu Andrade Júnior

Coorientador: Prof. Me. Helio Henrique de Araújo Brito

Belo Horizonte

2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

M141c Macedo, Marcela de Paula
 Comparação dos efeitos dentários entre os aparelhos *pendulum* e extrabucal
 combinado / Marcela de Paula Macedo. Belo Horizonte, 2015.
 58 f. : il.

Orientador: Ildeu Andrade Júnior
Coorientador: Helio Henrique de Araújo Brito
Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

1. Ortodontia. 2. Cefalometria. 3. Má Oclusão. 4. Aparelhos ortodônticos. I. Andrade Júnior, Ildeu. II. Brito, Helio Henrique de Araújo. III. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. IV. Título.

Marcela de Paula Macedo

**COMPARAÇÃO DOS EFEITOS DENTÁRIOS ENTRE OS APARELHOS
PENDULUM E EXTRABUCAL COMBINADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia. Área de Concentração: Ortodontia.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA:

- 1- Prof. Dr. Matheus Melo Pithon – UESB
- 2- Profa. Dra. Mariele Cristina Garcia Pantuzo – PUC Minas
- 3- Prof. Dr. Ildeu Andrade Júnior – PUC Minas

DATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA: 19 de novembro de 2015

A dissertação, nesta identificada, foi aprovada pela Banca Examinadora

Belo Horizonte, 12 de fevereiro de 2016

Prof. Dr. Ildeu Andrade Júnior
Orientador

Prof. Dr. Martinho Campolina Rebello Horta
**Coordenador do Programa de Pós-graduação
em Odontologia**

*À todos que estiveram ao meu lado durante esta trajetória,
em especial à minha mãe, meu pai e minha irmã*

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me dar coragem, saúde e fé. Ele possibilitou que esse sonho se realizasse da melhor maneira possível.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Ildeu Andrade Jr, pela confiança e disponibilidade para realização deste trabalho. Obrigada pela excelente orientação e pelo exemplo de profissional que você representa. Pelos ensinamentos teóricos e clínicos, você é uma das minhas referências profissionais.

Ao meu coorientador, Prof. Me. Helio Henrique de Araújo Brito pela paciência e preocupação em dividir seus conhecimentos com os alunos.

A cada um dos professores do COP, fundamentais para minha formação: Armando Lima, Bernardo Souki, Dauro Oliveira, Flávio Almeida, Hélio Brito, Heloísio Leite, Ildeu Andrade, José Eymard Bicalho, José Maurício Vieira, Tarcísio Junqueira.

Em especial ao Prof. Dr. Bernardo Souki pela colaboração para elaboração desta pesquisa. Obrigada pelos ensinamentos e disponibilidade de sempre.

Ao Prof. Dr. Dauro Douglas Oliveira, coordenador do curso, pela dedicação para que tenhamos um curso de excelência, além dos ensinamento teóricos e clínicos da Ortodontia.

À Mariele Pantuzo, que está dando mais um passo na sua carreira profissional como pós-doutoranda. Obrigada por estar sempre disposta a nos ajudar.

À Prof^a. Claudia Penido, pela confiança que depositou em mim desde o começo. Obrigada pelas enormes oportunidades e pelos grandes ensinamentos.

À Associação dos Ex-Alunos do COP pelas grandes oportunidades concedidas durante o curso. Aos funcionários do COP, vocês também tem uma participação especial para a nossa formação.

Ao Alexandre Beckler, pela enorme ajuda com as imagens radiográficas.

Aos meus colegas de turma: Alessandra Raid, Gabriel Oliveira, Juliana Mattos, Márcia Lacerda, Mariana Mori e Patrícia Costa. Obrigada pela convivência diária, essa caminhada foi menos árdua ao lado de vocês.

Aos queridos colegas das turmas XIV e XVI pelo dia-a-dia e ajudas prestadas.

Ao Ronann, pelo amor, carinho, apoio e incentivo.

Aos meus pais, Angela Macedo e Marcelo Macedo. Vocês são meus maiores exemplos de dedicação, determinação e coragem. A eles agradeço imensamente por mais essa oportunidade e conquista. Meu reconhecimento e gratidão serão eternos. Obrigada pelo apoio,

confiança e investimento. À minha irmã, Larissa, pela amizade, carinho e convivência diária longe dos nossos pais. Essa conquista é nossa!

"Os que se encantam com a prática sem a ciência são como os timoneiros que entram no navio sem timão nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino" (LEONARDO DA VINCI).

RESUMO

O tratamento da maloclusão Classe II dentária de Angle é um assunto de grande interesse na ortodontia devido sua alta prevalência e a extensa variabilidade de estratégias terapêuticas. Várias abordagens de tratamento têm sido utilizadas para a distalização de molares superiores, entre as quais estão os aparelhos extrabucal (AEB) e o *pendulum de Hilgers* (PH). Enquanto o AEB depende significativamente da colaboração do paciente, o PH elimina a variável cooperação. Embora os efeitos dento-esqueléticos de ambos aparelhos já foram avaliados separadamente em estudos anteriores, existe uma lacuna na literatura a respeito de estudos comparativos entre o PH e o AEB combinado. O objetivo deste trabalho foi comparar os efeitos dentários provocados por estes aparelhos. Foram analisadas telerradiografias em norma lateral iniciais (T1), e imediatamente após a distalização dos molares superiores (T2), de 51 pacientes (25 homens e 26 mulheres, idade média 11.4 anos), com os seguintes critérios de inclusão: maloclusão Classe II de Angle, definida por pelo menos uma relação de topo dos primeiros molares; segundos molares ainda não erupcionados; ausência de extrações de dentes permanentes e estágio de maturação das vértebras cervicais entre CS2 e CS4. A inclinação e a movimentação dos primeiros molares e incisivos permanentes superiores foram medidas e comparadas entre os grupos nos planos horizontal e vertical. Os resultados demonstraram que ambos foram eficazes para distalizar molares superiores, sem significativa extrusão ($p > 0.05$). No entanto, os molares inclinaram significativamente no grupo PH, o que não foi observado no grupo AEB. Os incisivos superiores foram projetados e inclinados significativamente somente no grupo PH. O tempo médio de tratamento com o PH foi de 4.2 meses, enquanto que com o AEB foi de 13.5 meses. Conclui-se que o PH promove uma maior e mais rápida distalização dos molares superiores, mas o Ortodontista deve estar atento aos efeitos colaterais nos incisivos e molares.

Palavras-chave: Cefalometria. Má-oclusão. Ortodontia.

ABSTRACT

The treatment of the Angle Class II malocclusion has always been a subject of great interest in contemporary orthodontics due to the high prevalence and its great variability of therapeutic strategies. Several devices have been used to distalize the maxillary molar distally, such as the combined headgear (CH) and pendulum (PH) appliances. While the CH effect depends on patient compliance, the PH eliminates the variable cooperation. Although the dentoskeletal effects of both appliances have been evaluated in previous studies, there is a lack of comparative studies between them. The purpose of this study was to compare the dental effects of PH and CH. Cephalometric radiographs of 51 patients (25 boys and 26 girls mean age of 11.4 years) were analyzed at the start of treatment (T1) and after molar distalization completion (T2) with the following inclusion criteria: Angle Class II malocclusion; second molars not yet fully erupted; non extraction treatment and stage cervical vertebrae maturation between CS2 and CS4. The tip and bodily movement of the maxillary molars and incisors were measured in the horizontal and vertical planes and the results were compared between groups. The results showed that both appliances distalized the maxillary first molars with no significant extrusion ($p>0.05$). However, the molars were significantly tipped backward in the PH group, which was not observed in CH group. Significant incisor flaring was observed only in the PH group. The mean treatment time for distalization was 4.2 months for the pendulum group and 13.5 months for the headgear group. Both appliances were effective in correcting Class II malocclusion but the PH promoted greater and faster molar distalization and the orthodontist should be aware of the side effects on the molars and incisors.

Keywords: Cephalometry. Malocclusion. Orthodontics.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEB - Aparelho Extrabucal

Eixo X

Eixo Y

Is - Incisivo Central Superior

Isr - Ápice da raiz do Incisivo Central Superior

Mc - Centróide do 1º Molar permanente superior

Mr - Furca do 1º Molar permanente superior

N - *Nasio*

PH - *Pendulum* de Hilgers

S - *Sella*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - <i>Pendulum</i> de Hilgers.....	32
Figura 2 - Aparelho extrabucal combinado.....	33
Figura 3 - Pontos cefalométricos: S, N, Mc, Mr, Is, Isr.....	34
Figura4 - Figura 4 :Sistema de coordenadas cartesianas: x e y . Plano X (x): determinado por S-N – 7. Plano Y (y): determinado por reta perpendicular à X passando por <i>sella</i> (S).....	34
Figura 5 - Planos perpendiculares à x e y - medidas lineares.....	35
Figura 6 - Longo eixo do incisivo central superior e primeiro molar permanente superior em relação à x - medidas angulares.....	37

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Compatibilidade entre os grupos experimentais em relação a severidade inicial da maloclusão Classe II de Angle.....	31
Quadro 2 - Medidas lineares verticais usadas para incisivos centrais superiores e primeiros molares permanentes superiores.....	36
Quadro 3 - Medidas lineares horizontais usadas para incisivos centrais superiores e primeiros molares permanentes superiores.....	36
Quadro 4 - Medidas angulares usadas para incisivos centrais e primeiros molares permanentes superiores.....	38

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	25
2 OBJETIVOS	29
2.1 Objetivo geral.....	29
2.2 Objetivos específicos.....	29
3 MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1 Aparelho pendulum.....	31
3.2 Aparelho extrabucal combinado	32
3.3 Método de registro.....	33
3.4 Método de medida	33
3.5 Obtenção das medidas lineares	35
3.6 Obtenção das medidas angulares	37
3.7 Análise estatística.....	38
4 ARTIGO	39
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55
REFERÊNCIAS	57

1 INTRODUÇÃO

A maloclusão Classe II de Angle é caracterizada por uma discrepância maxilo-mandibular dentária e/ou esquelética no sentido ântero-posterior, podendo ocorrer por protrusão maxilar, retrusão mandibular ou pela combinação dos dois fatores (MARTINS et al., 2004; SHIMUZI et al., 2004; KANEKO; LIMA, 2007). A incidência dessa maloclusão na população brasileira é de 40%, sendo que aproximadamente metade delas envolvem somente o complexo dentoalveolar (KANEKO; LIMA, 2007). Quando caracterizadas pela ausência de envolvimento esquelético, o tratamento mais comum consiste na distalização dos dentes superiores para uma relação adequada de molares e incisivos, sem alterar a relação esquelética favorável (FUZIY et al., 2006).

Diversos mecanismos foram desenvolvidos para a correção da maloclusão Classe II em um planejamento sem extrações. Um dos mais utilizados e estudados é o aparelho extrabucal (AEB), que foi desenvolvido para distalizar molares superiores, restringir o crescimento maxilar em pacientes jovens e assegurar uma ancoragem adequada (BADELL, 1976; ACAR; GÜRSOY; DINÇER, 2010). Entretanto, embora seja eficaz para correção de tais problemas, a cooperação do paciente é considerado o fator chave para obtenção do sucesso desta abordagem terapêutica (BYLOFF; DARENDELILER, 1997; TANER et al. 2003; MOSSAZ; BYLOFF; KILLIARIDIS, 2007).

A literatura relata efeitos colaterais de extrusão e inclinação distal dos primeiros molares superiores ocasionados pelo AEB cervical (KLEIN, 1957; BADELL, 1976; MELSEN, 1978; JACOBSON, 1979; TANER et al., 2003; ALTUG et al., 2005; PIVA et al., 2005). Desta forma, uma grande vantagem da utilização ou indicação da tração do tipo combinada seria a possibilidade do controle vertical, uma vez que se preconiza que este aparelho promove uma distalização sem extrusão e inclinação dos molares (BADELL, 1976). Segundo Armstrong, a proporção entre a força utilizada na tração cervical e oblíqua deve ser de um para um no aparelho de tração combinada. A resultante entre as forças oblíquas e cervicais seria no sentido horizontal com magnitude de 10 a 12% menor que a força cumulativa devido ao ângulo de divergência formado entre as duas trações (ARMSTRONG, 1971; SHIMUZI et al., 2004).

O controle da magnitude, direção e duração das forças aumenta significativamente a eficácia e eficiência do AEB no tratamento da maloclusão Classe II de Angle. Essas forças devem ser adequadas e utilizadas no surto de crescimento puberal para que o prognóstico do tratamento seja favorável (ARMSTRONG, 1971; FERRO; MONSURRÓ; PERILLO, 2000;

KANEKO; LIMA, 2004; SHIMIZU et al., 2004). Para produzir movimentação ortodôntica, uma força ótima deve ser utilizada (180 a 350g), e para gerar efeitos ortopédicos, forças pesadas devem ser aplicadas (600 a 1500g) (KANEKO; LIMA, 2004; SHIMIZU et al., 2004). Caso se deseje uma translação dos elementos dentários, ou uma inclinação dentária insignificante, a linha de ação da força deve passar pelos centros de resistência da dentição e da maxila (KLEIN, 1957; BADELL, 1976; MELSEN, 1978; JACOBSON, 1979; SHIMIZU et al., 2004). O tempo ideal de utilização do AEB é em média 14 horas por dia. (SHIMIZU et al., 2004; KANEKO; LIMA, 2007).

Entretanto, a possibilidade de remoção do AEB é a responsável pela maior desvantagem deste aparelho: a cooperação. Sendo assim, no intuito de minimizar esta variável, muitos dispositivos intra-arcos que independem da colaboração do paciente têm sido apresentados na literatura nas últimas décadas, dentre eles encontra-se o aparelho *pendulum* de Hilgers (PH) (BYLOFF; DARENDELIER, 1997; BUSSICK; MCNAMARA JR, 2000). O PH foi introduzido em 1992 por Hilgers (HILGERS, 1992), e dentre os distalizadores intraorais, é considerado o mais utilizado e o mais eficaz para correção da maloclusão Classe II de Angle (CAPRIOGLIO et al., 2013). Semelhante aos outros aparelhos intraorais, a relação dos molares é corrigida principalmente por alterações dentoalveolares, ao invés de restringir o crescimento maxilar (CAPRIOGLIO et al., 2013).

Apesar da sua eficácia em distalizar molares superiores, a literatura apresenta alguns efeitos indesejáveis causados pelo PH, sendo os mais comuns: excessiva inclinação distal e giroversão mesial da coroa dos primeiros molares, diminuição da distância intermolares, inclinação vestibular e protrusão dos incisivos superiores, mesialização de pré-molares, aumento da altura facial anterior inferior, rotação mandibular no sentido horário e extrusão de primeiros pré-molares (ANGELIERI et al., 2008).

Pensando em minimizar estes efeitos colaterais, alguns autores propuseram alterações ao design original das molas do PH. Entre elas se destacam a adição de uma dobra de verticalização nas molas de titânio-molibdênio para minimizar a inclinação indesejada dos molares (BYLOFF; DARENDELIER, 1997) e a utilização de dobras *toe-in* a fim de se controlar a rotação mesial dos molares (BYLOFF; DARENDELIER, 1997; KINZINGER et al., 2000).

Os efeitos dentoalveolares dos aparelhos PH e AEB combinado já foram avaliados previamente, porém, até a presente data, a literatura apresenta uma carência de estudos que comparem os efeitos dentoalveolares ocasionados por eles. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi comparar os efeitos dentários sagitais e verticais entre os aparelhos PH e AEB

combinado, estimando determinar qual mecânica possibilita um tratamento mais eficaz e eficiente, com menos efeitos adversos indesejáveis para correção da maloclusão Classe II de Angle.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Comparar as alterações dentoalveolares sagitais e verticais nos primeiros molares e incisivos centrais permanentes superiores após o uso do *pendulum* e extrabucal combinado.

2.2 Objetivos específicos

- a) avaliar a quantidade de distalização dos primeiros molares superiores;
- b) quantificar a projeção dos incisivos superiores;
- c) dimensionar a inclinação dos primeiros molares e incisivos superiores;
- d) avaliar a extrusão de primeiros molares e incisivos superiores;
- e) comparar os resultados entre os grupos PH e AEB.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A amostra deste estudo retrospectivo consistiu de 51 pacientes consecutivos (25 meninos e 26 meninas, idade média 11.4 anos) provenientes da clínica de ortodontia de um dos autores (H.B). Todos os pacientes foram tratados de acordo com o mesmo protocolo em relação à ativação e confecção dos aparelhos, assim como o acompanhamento dos mesmos. Para serem incluídos nesta pesquisa, os pacientes deveriam apresentar os seguintes critérios: maloclusão Classe II de Angle definida por, pelo menos, uma relação molar de topo dos primeiros molares, segundos molares permanentes ainda não erupcionados, ausência de extrações de dentes permanentes, ausência de tratamento ortodôntico prévio e estágio de maturação das vértebras cervicais entre CS2 e CS4. Os pacientes com os seguintes critérios foram excluídos: presença de anomalias craniofaciais e adultos. Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (CAAE-48642415.2.0000.5137).

Esta amostra foi dividida em dois grupos: (Grupo 1) 25 pacientes (11 meninos e 14 meninas) com idade média de 11.6 anos (± 1) que foram tratados com o PH; (Grupo 2) 26 pacientes (14 meninos e 12 meninas com idade média de 11.2 anos (± 0.7) que utilizaram o AEB combinado. A severidade da maloclusão Classe II inicial também foi avaliada (Quadro 1).

Quadro 1 - Compatibilidade entre os grupos experimentais em relação a severidade inicial da maloclusão Classe II de Angle

Severidade da Classe II	Grupo PH (n=25)	Grupo AEB (n=26)
Topo a topo	22 (88%)	19 (73%)
Classe II moderada	3 (12%)	7 (27%)
Classe II severa	0 (0%)	0 (0%)

Fonte: Dados da Pesquisa

3.1 Aparelho pendulum

Os aparelhos PH foram confeccionados pelo mesmo técnico laboratorial e consistiam de uma placa de acrílico com espessura de aproximadamente 25 mm, que se estendia transversalmente da gengiva próxima a região de pré-molares superiores (ou molares decíduos) do lado direito até a mesma região do lado esquerdo. A placa de acrílico se estabilizava com quatro fios, que eram colados nas superfícies oclusais dos primeiros e

segundos pré-molares ou molares decíduos (Fig. 1). Em todos os aparelhos uma mola de titânio-molibdênio (TMA) 0.032' era inserida em um tubo de barra palatina (0.036') soldado nas bandas dos primeiros molares superiores. As molas foram ativadas em 60° para exercerem uma força média entre 200 e 250 gramas por lado. Durante o tempo de tratamento as dobras de verticalização e *toe-in* foram realizadas de acordo com a necessidade de cada paciente. O tempo médio de tratamento para este grupo foi de 4.2 meses (± 1.4).

Figura 1 - *Pendulum de Hilgers*



Fonte: ALMEIDA, 2011

3.2 Aparelho extrabucal combinado

O AEB (Morelli[®], Sorocaba-São Paulo, Brasil) utilizado por todos os pacientes apresentava uma tração combinada, ou seja, tração cervical associada à oblíqua (Fig. 2). A força média utilizada neste aparelho foi de 300 gramas por lado para a tração oblíqua e 300 gramas por lado para a cervical, totalizando uma força média de 1080 gramas. A magnitude das forças aplicadas ao AEB foi medida com auxílio de um dinamômetro. O arco externo foi angulado 20° em relação ao plano oclusal e em direção ao centro de resistência da maxila e dos molares superiores com o objetivo de se minimizar a inclinação distal destes elementos (BADELL, 1976). Os responsáveis e os pacientes foram orientados em relação ao tempo de uso do aparelho, que deveria ser de 14 horas por dia. O tempo médio de tratamento para este grupo foi de 13.5 meses (± 5.5).

Figura 2 - Aparelho extrabucal combinado



Fonte: Arquivo pessoal

3.3 Método de registro

Telerradiografias em norma lateral foram obtidas antes do tratamento, como parte da documentação inicial (T1); e imediatamente após a distalização desejada dos molares (relação Classe I de Angle sobrecorrigida) com o PH e o AEB combinado, antes da remoção dos mesmos (T2). O software *Radiocef Studio 2* foi utilizado para correções de magnificação das imagens radiográficas.

3.4 Método de medida

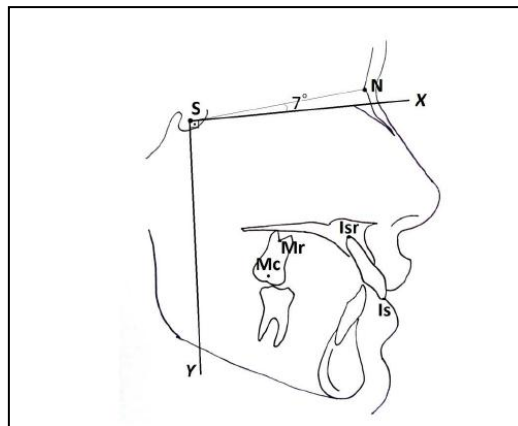
As radiografias foram traçadas manualmente pelo mesmo examinador (M.P.M) em papel de acetato (StraightLine Acetate Tracing Paper, G&H[®] WireCompany). Os pontos cefalométricos utilizados como referência foram (Fig. 3):

- a) *Sella (S)*: localizado no centro da sela túrcica;
- b) *Nasio (N)*: ponto mais anterior da sutura fronto-nasal;
- c) *Centróide do 1º Molar permanente superior (Mc)*: localizado no ponto médio entre a maior convexidade mesio-distal da coroa deste dente;
- d) *Furca do 1º Molar permanente superior (Mr)*: usado para determinar o longo eixo do 1º molar superior. Está localizado entre as raízes distal e mesial deste dente, na região de furca;
- e) *Incisivo Central Superior (Is)*: localizado na borda incisal do incisivo central

superior;

- f) *Ápice da raiz do Incisivo Central Superior (Isr)*: usado para determinar o longo eixo do incisivo central. Está localizado no ápice da raiz deste dente.

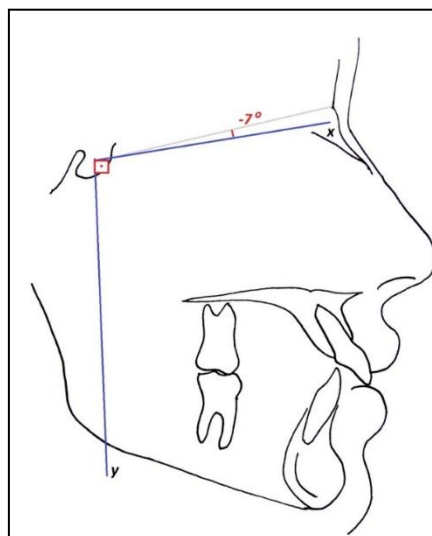
Figura 3 - Pontos cefalométricos: S, N, Mc, Mr, Is, Isr



Fonte: ALMEIDA, 2011.

Quando imagens duplas dos molares foram visíveis, a imagem mais distal da radiografia foi considerada para a realização das medidas. Um sistema de coordenadas cartesianas foi utilizado para que as medidas lineares e angulares pudessem ser realizadas. O eixo x foi construído a partir da linha *sella-nasio* menos 7° , e o eixo y foi construído por uma reta perpendicular ao ponto S (ALMEIDA, 2011) (Fig. 4).

Figura 4 - Sistema de coordenadas cartesianas: x e y . Plano X (x): determinado por $S-N$ - 7° . Plano Y (y): determinado por uma reta perpendicular à X passando por *sella* (S)



Fonte: ALMEIDA, 2011.

O centróide foi o ponto de escolha para referenciar os molares (GOSH; NANDA, 1996). Este localiza-se no ponto médio entre a maior convexidade mesio-distal da coroa destes dentes. Por motivos de padronização, os primeiros molares foram traçados utilizando um mesmo *template* (Técnica de Steiner, JOMAG), tendo como referência a porção mais distal da imagem do primeiro molar superior localizada radiograficamente. A distância entre a maior convexidade mesio-distal da coroa do molar no *template* era de 12 mm, sendo assim, o ponto médio desta distância foi determinado como centróide. Uma régua padronizada (Trident, Desetec-MOD 7130), foi utilizada para determinar a localização deste ponto.

3.5 Obtenção das medidas lineares

Foram traçados planos perpendiculares à x e y para obtenção das medidas lineares (Fig. 5):

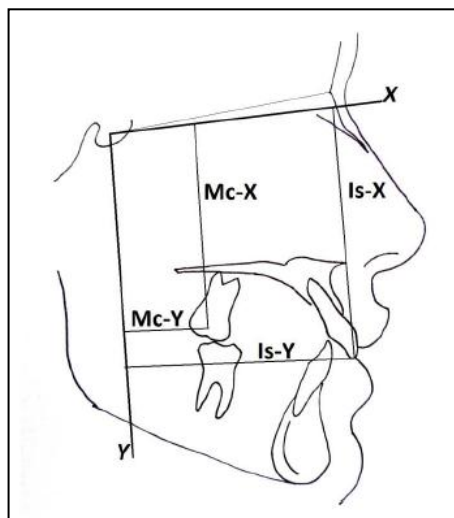
a) Planos perpendiculares à x :

$Is-x$ e $Mc-x$: formam um ângulo de 90° com o eixo x a partir do ponto de referência do primeiro molar permanente superior (Mc) e do ponto de referência do incisivo central superior (Is);

b) Planos perpendiculares à y :

$Is-y$ e $Mc-y$: formam um ângulo de 90° com o eixo y a partir do ponto de referência do primeiro molar permanente superior (Mc) e do incisivo central superior (Is).

Figura 5 - Planos perpendiculares à x e y - medidas lineares



Fonte: ALMEIDA, 2011.

A partir dos planos descritos, foram feitas medidas lineares (Quadros 2 e 3) que determinaram a movimentação vertical e horizontal, dos primeiros molares e incisivos centrais permanentes superiores.

Quadro 2 - Medidas lineares verticais usadas para incisivos centrais superiores e primeiros molares permanentes superiores

MEDIDAS CEFALOMÉTRICAS LINEARES VERTICAIS	
<i>Is-x</i>	Linha perpendicular à <i>x</i> com referência na borda incisal do incisivo central superior (<i>Is</i>) Medida da movimentação vertical do incisivo central superior: extrusão ou intrusão
<i>Mc-x</i>	Linha perpendicular à <i>x</i> com referência no ponto centróide do primeiro molar permanente superior (<i>Mc</i>) Medida da movimentação vertical do primeiro molar permanente superior: extrusão ou intrusão

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 3 - Medidas lineares horizontais usadas para incisivos centrais superiores e primeiros molares permanentes superiores

MEDIDAS CEFALOMÉTRICAS LINEARES HORIZONTAIS	
<i>Is-y</i>	Linha perpendicular à <i>y</i> com referência na incisal do incisivo central superior (<i>Is</i>) Medida da movimentação horizontal do incisivo central superior: projeção ou retroinclinação
<i>Mc-y</i>	Linha perpendicular à <i>y</i> com referência no ponto centróide do primeiro molar permanente superior (<i>Mc</i>) Medida da movimentação horizontal do primeiro molar superior: mesialização ou distalização

Fonte: Dados da pesquisa

Os resultados lineares obtidos em T1 foram comparados aos em T2, em cada paciente para cada grupo experimental. Qualquer intrusão ou extrusão dos primeiros molares e incisivos centrais permanentes superiores foram medidas através dos planos referentes a cada dente e perpendiculares à *x*, como mostra o quadro 2. A quantidade de distalização dos

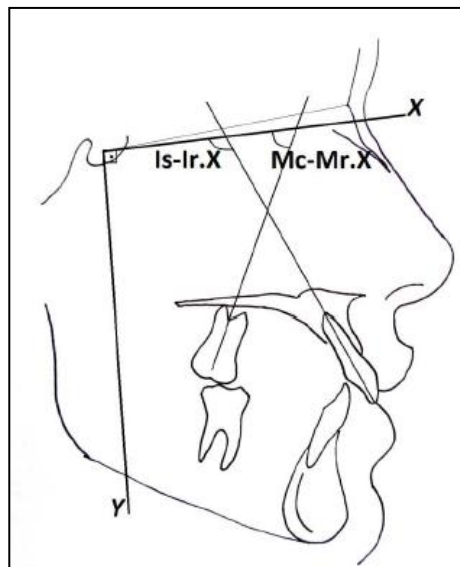
molares e projeção dos incisivos, foi avaliada de acordo com linhas perpendiculares à y partindo dos pontos de referência dos dentes estudados (Quadro 3).

3.6 Obtenção das medidas angulares

Para obter medidas angulares foram traçadas linhas que representavam o longo eixo do primeiro molar e incisivo central superior, e as mesmas foram prolongadas até o eixo x , onde o ângulo formado distalmente foi medido, como representado abaixo (Fig. 6):

- a) Longo eixo do incisivo central superior ($Is-Ir$) prolongado até o eixo x ;
- b) Longo eixo do 1º molar permanente superior ($Mc-Mr$) prolongado até o eixo x .

Figura 6 - Longo eixo do incisivo central superior e primeiro molar permanente superior em relação à x : medidas angulares



Fonte: ALMEIDA, 2011.

Quadro 4 - Medidas angulares usadas para incisivos centrais e primeiros molares permanentes superiores

MEDIDAS CEFALOMÉTRICAS ANGULARES	
<i>Is-Ir.x</i>	Longo eixo do incisivo central, determinado a partir da incisal do incisivo central superior (<i>Is</i>) e ápice da raiz do incisivo central superior (<i>Isr</i>) prolongado até eixo <i>x</i> . Ângulo formado distalmente. Medida da inclinação vestibulo-lingual do incisivo central superior.
<i>Mc-Mr.x</i>	Longo eixo do primeiro molar permanente superior, determinado a partir do centróide do primeiro molar permanente superior (<i>Mc</i>) e da furca deste mesmo dente (<i>Mr</i>) prolongado até o eixo <i>x</i> . Ângulo formado distalmente. Medida da inclinação mesio-distal do primeiro molar permanente superior.

Fonte: Dados da pesquisa

A partir dos ângulos descritos foram feitas medidas angulares (Quadro 4) que determinaram a inclinação dos primeiros molares e incisivos centrais superiores.

Os resultados angulares obtidos em T1 foram comparados aos em T2, em cada paciente para cada grupo experimental. A quantidade de inclinação dos incisivos e molares foi determinada pela medida dos ângulos correspondente ao eixo *x* e ao longo eixo dos incisivos e molares, como descrito no quadro 4.

3.7 Análise estatística

O *software* SSP versão 20.0 foi utilizado para realizar a análise estatística dos dados obtidos. O teste *t* de *student* pareado foi aplicado para avaliar a existência de diferenças em lineares e angulares entre T1 e T2. O teste *t* de *student* para amostras independentes foi utilizado para analisar as diferenças de T1 e T2 entre os aparelhos estudados, afim de comparar os efeitos dentários produzidos pelos mesmos.

Dois meses após a medida da última telerradiografia, 20 radiografias foram selecionadas aleatoriamente, retraçadas e medidas novamente pela mesma examinadora (M.P.M.). O Coeficiente de correlação intraclasse (ICC) foi calculado para avaliar a concordância intra-examinador.

4 ARTIGO

Comparison of the dental effects of pendulum appliances and combined headgear

Artigo a ser submetido ao periódico The Angle Orthodontist (Qualis A2).

As normas do periódico para submissão encontram-se no site: *<http://www.angle.org>*.

Comparison of the dental effects of pendulum appliances and combined headgear

^aMarcela de Paula Macedo

^bFernanda Aroeira de Almeida

^cBernardo Quiroga Souki

^dHeloísio de Rezende Leite

^eHelio Henrique de Araújo Brito

^fIldeu Andrade Junior

^aOrthodontic resident, Graduate Program in Orthodontics, Pontifical Catholic University of Minas Gerais, Belo Horizonte/MG – Brazil.

^bPrivate practice, Belo Horizonte/MG – Brazil.

^{c,d,e,f,g}Associate professor, Graduate Program in Orthodontics, Pontifical Catholic University of Minas Gerais, Belo Horizonte/MG – Brazil.

Corresponding author

Ildeu Andrade Jr, DDS, MS, PhD – e-mail: ildeuandrade@pucminas.br

Address: Av. Dom José Gaspar, 500 – Coração Eucarístico – Belo Horizonte – MG – Brazil
CEP 30535-610

Phone: 55-31-9805-7048

ABSTRACT

Objective: To compare the effects of combined headgear (CH) and pendulum appliances (PH) on the maxillary first molars and maxillary incisors. **Materials and Methods:** Cephalometric radiographs were obtained at the start of treatment (T1) and after molar distalization was completed (T2) for 25 patients with mean age of 11.6 years in a PH group and 26 patients with mean age of 11.2 years patients in a CH group. The movement of the maxillary molars and incisors were measured in the horizontal and vertical planes and the results were compared between groups. Mean differences between T1 and T2 data and differences in therapeutic effects between the two groups were analyzed with the Student's t-test ($p \leq 0.05$). **Results:** Both appliances distalized the maxillary first molars (PH=1.7mm; CH=1.2mm, $p \leq 0.001$) with no significant extrusion. However, the molars were significantly tipped backward in the PH group, which was not observed in headgear group (PH= 6.9°; CH =0.5°, $p \leq 0.001$). Significant incisor flaring was observed only in the PH group (PH=2.5° $p \leq 0.001$; CH=0.3°). The mean treatment time for distalization was 4.2 months for the PH group and 13.5 months for the CH group. **Conclusion:** Both appliances were effective in correcting Angle Class II malocclusion but PH promoted greater and faster molar distalization, and the orthodontist should be aware of the side effects on the molars and incisors.

KEY-WORDS: Class II malocclusion; Cephalometric; Orthodontics.

INTRODUCTION

The treatment of the Angle Class II malocclusion has always been a subject of great interest in contemporary orthodontics due to the high prevalence and its great variability of therapeutic strategies.^{1,2} When there is no significant skeletal involvement, treatment consists of distalization of the maxillary molars, canines and incisors to a Class I relationship.³ Several devices have been used to distalize the maxillary molar, such as the combined headgear (CH) and pendulum (PH) appliances.^{4,5}

CH has been used to correct Class II malocclusion by restraining the forward growth of the maxilla and to distalize the maxillary molars in order to correct dental discrepancies.⁵ However, extraoral traction requires considerable patient compliance to obtain successful results.^{1,6,7} The literature reports the side effects of extrusion and distal tipping of maxillary molars in response a cervical headgear.^{4,5,7-10} Therefore, CH may be particular useful for orthodontic patients needing vertical control since this appliance may provide distalization without extrusion and molar distal tipping.⁴

In recent years, methods have been sought for correcting Class II malocclusions without patient compliance.^{5,7} In 1992, Hilgers introduced the PH, an intraoral system to move molars distally.¹¹ This intraoral device is considered the most commonly used and most effective for correction Angle Class II malocclusion.¹² Similar to other intraoral appliances, the molar relationship is corrected mainly through dentoalveolar changes, instead of restricting the maxillary growth.¹²

Although the dentoskeletal effects of both appliances have been evaluated previously, there is a lack of comparative studies between them. Therefore, the purpose of this study was to cephalometrically compare the sagittal and vertical dental effects between the PH and CH appliances for molar distalization in Class II malocclusion patients.

MATERIAL AND METHODS

This retrospective study consisted of 51 consecutive patients (25 boys and 26 girls with a mean age of 11.4 years), who were selected from the private orthodontic office of one of the authors (H.B). All patients met the following inclusion criteria: (1) Angle Class II malocclusion, defined by at least an end to end molar relationship; (2) second molars not yet fully erupted; (3) treated without extraction; (4) no previous orthodontic treatment; (5) stage cervical vertebrae maturation between CS2 and CS4 and (6); no craniofacial syndromes. Molar relationship was assessed on the models and the severity of Class II malocclusion was evaluated as follows: mild, bilateral one half cusp; moderate, 1 side three-fourths cusp and severe, 1 side full cusp¹³ (Table I). The sample was divided into 2 groups: (1) the PH group consisted of 25 patients (11 boys and 14 girls) with a mean age of 11.6 years (± 1) and (2) the CH group consisted of 26 patients (14 boys and 12 girls) with a mean age of 11.2 years (± 0.7). The PH and CH were the only intervention until a super Class I molar relationship was achieved. This study was approved by the Ethics Committee of the Pontifical Catholic University of Minas Gerais (CAAE- 48642415.2.0000.5137).

The PH were made by the same technician and consisted of a palatal Nance component anchored to the first and second premolars, first premolar and second deciduous molars or first and second deciduous molars, with bonded wires. The active springs were constructed with 0.032" titanium-molybdenum wire and inserted in the 0.036" palatal sheaths of the first molar bands. The springs were activated 60° on the sagittal plane to produce a force of approximately 200 to 250 g per side. Adjustments of the springs were made during treatment, as needed, to control rotation and palatal movements of the first molars in these patient group.

In the CH (Morelli[®], Sorocaba-São Paulo, Brasil) group, the outer bows were tilted 20° upward from the occlusal plane. Force adjustment was made as 300 g per side for both the high-pull component and the cervical component. The patients were instructed to use the CH 14 hours per day until a super Class I molar relationship was achieved.

Cephalometric Method

The lateral cephalograms were obtained at the start of treatment (T1) as part of the patient's initial records and after a super Class I was achieved before appliance removal (T2). The cephalograms were traced by 1 investigator (M.P.M) on acetate paper with a 0.3mm pencil. In case of double image of the maxillary first molars, the most distal one was traced.

The lateral cephalometric radiographs of the patients at T1 and T2 were traced and 6 landmarks, S (*Sella*), N (*Nasio*), Is (*Incisal edge*), Isr (*Incisor root apex*), Mc (*Molar centroid*) and Mr (*Molar furcation*) (Fig 1), and 6 reference lines were located on each tracing. The centroid point was constructed for the crown of the maxillary molar as the midpoint between the greatest mesial and distal convexity of the maxillary first molar crown, as seen on the lateral cephalograms. The following reference lines were traced: (1) S-N line formed by connecting the points S and N; (2) coordinate X axis, line constructed through sella drawn at 7° to the S-N line; (3) coordinate Y axis, line passing through sella perpendicular to the X axis. (Fig 1).

Measurement Method

The linear measurements were as follow: (1) *Is-X*, distance from *Is* to the X axis measured perpendicularly to the X axis, used to assess the vertical position of the maxillary incisor; (2) *Is-Y*, distance from *Is* to the Y axis, measured perpendicularly to the Y axis used to assess the antero posterior position of the maxillary incisors; (3) *Mc-X*, distance from *Mc* to the X axis, measured perpendicularly to the X axis, used to evaluate the vertical position of the first molar; and (4) *Mc-Y*, distance from *Mc* to the Y axis, measured perpendicularly to the Y axis, used to evaluated the antero posterior position of the maxillary first molar .

The following angular measurements were used to evaluate the amount of tipping of the first molars and the incisors: (1) *Is-Isr.X*, the inner angle formed by the long axis of the maxillary incisors (*Is-Isr*) and the X axis; (2) *Mc-Mr.X*, the inner angle formed by the long axis the first molar (*Mc-Mr*) and the X axis.

Statistical analysis

To evaluate the data distribution, the data was analyzed with the Kolmogorov-Smirnov test. In considering a normal distribution of the data, paired Student's t-test was used to compare before and after treatment measurements. Means and standard deviations were calculated for all variables. To compare the differences between the 2 groups and the treatment time, an independent t-test was utilized, at a significance level of $P < 0.05$.

Twenty lateral cephalograms were randomly selected, retraced and remeasured by one examiner (M.P.M) after a 60-day interval. The Intraclass correlation coefficient (ICC) was applied to verify the intra-examiner reliability.

RESULTS

The mean treatment time was 4.2 months (± 1.4) for the PH group and 13.5 months (± 5.5) for the CH. Demographic descriptions of the participants are in Table II.

The intra-examiner reliability ICC ranged from 0.825 to 0.985 showing high concordance to the obtained data.

Maxillary first molar changes

Tables III and IV show the mean treatment changes and standard deviations of the linear (sagittal and vertical measurements) and angular changes in the maxillary first molar and maxillary incisors. The differences between the 2 groups can be seen on Table V.

The mean distance *Mc-Y* decreased significantly in both groups indicating that PH and CH were able to distalize maxillary first molar teeth. The mean amount of distalization was -1.7 mm (± 1.78) for the PH group and -1.2 mm (± 2.53) in the CH group. No significant extrusion was observed in this groups.

The angle *Mc-Mr.X* decreased -6.9° ($\pm 5.41^\circ$) and -0.5° ($\pm 5.06^\circ$) for group 1 and 2, respectively. These mean differences indicated a significant distal tipping of the maxillary first molars only on the PH group.

Maxillary incisor changes

Significant incisor flaring was in the PH group which was not observed in CH group. The mean amount sagittal and angular changes in incisor position was 1.2 mm (± 2.16) and 2.5° (± 3.47), respectively for the pendulum group.

The mean vertical changes in incisor position were 0.7 mm (± 1.95) in the PH and 1.0 mm (± 3.22) in the CH group, but these values were not statistically different between groups.

DISCUSSION

There was homogeneity between the study groups for Class II malocclusion severity, maxillary second molars not yet fully erupted, sex and pretreatment age, which did not allow that these variables could have influenced the results (Tables I and II). The great similarity on Class II malocclusion severity is important, since the amount of distalization can influence the degree of tipping of the first molars and the anchorage teeth. Moreover, most previous studies did not quantify the severity of Class II malocclusion, which can prevent direct comparison of their results with others.¹⁴⁻¹⁸ There were also compatibility regarding the absence of maxillary second molars during distalization, which could also affect the results of the distal movement of the maxillary first molars.¹⁵ The similitude on gender distribution is also relevant, since different biologic response and compliance to a given orthodontic treatment protocol has been reported between sexes.^{19,20} Furthermore, the age similarity between groups would be valuable, since greater growth potential favors the Class II malocclusion correction,²⁰ specially in the CH group (mean treatment time of 13.5 months).

It would have been suitable to have a group of untreated similar skeletal Class II subjects for comparison. Unfortunately, a sample like this is difficult to obtain. However, the aim of this study was to compare the dental effects of CH and PH appliances, which demonstrated equally efficiency on molar distalization (1.2 mm and 1.7 mm, respectively). The smaller distal movement on CH group is probably related to the growth changes during its molar distalization time (13.5 months average). The results are in agreement with previous studies,^{3,21} but differs from the results of others^{6,22,23} that demonstrated greater values of molar distalization. This difference might be related to different cephalometric methods to measure the amount of tooth movement.

Although both appliances successfully corrected molar relationships, the maxillary first molars were significantly tipped distally in the PH group (6.9°), which is in accordance with previous studies.^{6,22-24} A similar molar distal tipping between pendulum and headgear was previously reported,^{1,5} but the headgear evaluated used cervical traction. Combined use of extraoral high-pull traction and cervical traction to the maxilla provides greater control of the magnitude, direction, and duration of force, which may prevent side effects such as molar tipping and extrusion. However, previous studies on combined headgear have reported molar tipping, which probably can also be explained by different methodologies and sample profile.⁵ The current clinical evaluation also showed that maxillary first molars teeth were not significantly extruded in both groups, which has been previously described in the literature.^{4,6,23}

Most studies that cephalometrically evaluated the behavior of the maxillary incisors after maxillary molar distalization with noncompliance intramaxillary appliances demonstrated protrusion and labial tipping of these teeth, confirming the anchorage loss caused by the reciprocal force of distalization^{15-18,22,25,26}. The mean molar distalization (1.7 mm) in the PH group was close to the anchorage loss represented by the incisor flaring (2.5°) (Table III). No significant change in incisor position was observed in the CH group. But anchorage loss is frequently reported in the literature with intraoral appliances. Anchorage mainly depends on the resistance potential of the anchorage teeth, which is determined by the size of the anchorage, the number of teeth involved and the contact point between them, the root topography and attachment level, the bone structure and the patient's age^{15,28}.

The mean molar distalization time of both appliances was also evaluated in this study and the results revealed statistically significant difference between them (Table II). Variables such as non patient compliance, missed appointments, breakages, number of phases of treatment and oral hygiene can influence the length of active treatment, specially in the headgear therapy. There is a lack of studies that analyzed the mean molar distalization time differences between the PH and CH, which impede direct comparison of our results with others. Previous studies have compared the treatment time between PH and other Class II appliances.^{1-3,27} However, the treatment time evaluated in these studies incorporates the period of treatment with fixed appliances, and the results can not be compared.

CONCLUSIONS

The primary purpose of this study was to estimate whether combined headgear and pendulum appliances could equally be offered to patients with a moderate dental Class II, and whether the same outcome can be expected. Although both appliances successfully corrected molar relationships, the following conclusions can be drawn:

- a) Both appliances distalized the maxillary first molars with no significant extrusion.
- b) The molars were significantly tipped backward in the pendulum group, which was not observed in the combined headgear group.
- c) Significant incisor flaring was observed only in the pendulum group.
- d) This study suggests that the pendulum appliance promoted greater and faster molar distalization, but the orthodontist should be aware of the side effects on the molars and incisors.

FIGURE

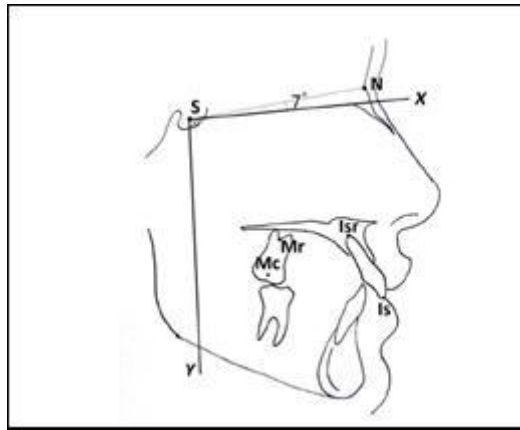


Fig 1: Cephalometric landmarks (S, *sella*; N, *nasion*; Mr, *molar furcation*; Mc, *molar centroid*; Isr, *incisor root apex*; Is, *incisal edge*) and cartesian coordinate system (X axis: line constructed through sella drawn at 7 ° to S-N line and Y axis: line passing through sella perpendicular to X axis)

TABLES

Table I- Compatibility between the experimental groups in relation to the initial severity of the anteroposterior relationship of the dental arches

<i>Severity of Class II</i>	<i>PH group (n= 25)</i>	<i>CH group (n=26)</i>
Mild Class II	22 (88%)	19 (73%)
Moderate Class II	3 (12%)	7 (27%)
Severe Class II	0 (0%)	0 (0%)

Table II- Mean and standard deviation for ages and for duration of PH and CH intervention

<i>Observation period/interval</i>	<i>PH (n=25)</i>	<i>CH (n=26)</i>	<i>p value</i>
Mean age at T1	11.6 y ($\pm$ 1 y)	11.2 y ($\pm$ 0.7 y)	NS
Mean age at T2	12. 1 y ($\pm$ 1 y)	12.3 ($\pm$ 0.9 y)	NS
Mean treatment time	4.2 mo ($\pm$ 1.4 mo)	13.5 mo ($\pm$ 5.5 mo)	p < 0.05

*Statistically significant at $p \leq 0.05$; **NS**, not statistically significant

Table III- Treatment changes for group 1 (Pendulum de Hilgers)

	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>Mean difference ($\Delta T2-T1$)</i>	<i>p value</i>
<i>Mc-Y(mm)</i>	31.5 $\pm$ 5.02	29.80 $\pm$ 5.26	-1.7 $\pm$ 1.78	$p \leq 0.001^*$
<i>Mc-X(mm)</i>	57.9 $\pm$ 5.42	58.04 $\pm$ 5.29	-0.1 $\pm$ 1.55	NS
<i>Is-Y (mm)</i>	65.6 $\pm$ 6.15	66.79 $\pm$ 6.00	1.2 $\pm$ 2.16	$p \leq 0.001^*$
<i>Is-X (mm)</i>	70.44 $\pm$ 5.92	71.14 $\pm$ 5.51	0.7 $\pm$ 1.95	NS
<i>Mc-Mr.X(°)</i>	76.48 $\pm$ 6.69	69.62 $\pm$ 6.52	- 6.9 $\pm$ 5.41	$p \leq 0.001^*$
<i>Is-Ir.X (°)</i>	106.82 $\pm$ 7.38	109.32 $\pm$ 8.24	2.5 $\pm$ 3.47	$p \leq 0.001^*$

*Statistically significant at $p \leq 0.05$; **NS**, not statistically significant

Table IV: Treatment changes for group 2 (Combined headgear)

	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>Mean difference ($\Delta T2-T1$)</i>	<i>p value</i>
<i>Mc-Y(mm)</i>	32.11 $\pm$ 4.65	30.94 $\pm$ 5.25	-1.2 $\pm$ 2.53	0.027*
<i>Mc-X(mm)</i>	59.75 $\pm$ 3.96	60.42 $\pm$ 4.76	0.7 $\pm$ 2.71	NS
<i>Is-Y (mm)</i>	68.90 $\pm$ 6.45	68.98 $\pm$ 6.81	0.08 $\pm$ 2.70	NS
<i>Is-X (mm)</i>	72.86 $\pm$ 5.01	73.90 $\pm$ 5.59	1.0 $\pm$ 3.22	NS
<i>Mc-Mr.X(°)</i>	78.35 $\pm$ 4.12	77.88 $\pm$ 6.08	-0.5 $\pm$ 5.06	NS
<i>Is-Ir.X (°)</i>	110.98 $\pm$ 8.00	110.65 $\pm$ 6.96	-0.3 $\pm$ 3.10	NS

* Statistically significant at $p \leq 0.05$; **NS**, not statistically significant

Table V: Comparasion between groups (PH X CH)

	<i>$\Delta T2-T1$</i> <i>PH (n=25)</i>	<i>$\Delta T2-T1$</i> <i>CH (n=26)</i>	<i>p value</i>
<i>Mc-Y(mm)</i>	-1.7 $\pm$ 1.78	-1.2 $\pm$ 2.53	NS
<i>Mc-X(mm)</i>	-0.1 $\pm$ 1.55	0.7 $\pm$ 2.71	NS
<i>Is-Y (mm)</i>	1.2 $\pm$ 2.16	0.0 $\pm$ 2.70	NS
<i>Is-X (mm)</i>	0.7 $\pm$ 1.95	1.0 $\pm$ 3.22	NS
<i>Mc-Mr.X(°)</i>	-6.9 $\pm$ 5.41	-0.5 $\pm$ 5.06	$p \leq 0.001^*$
<i>Is-Ir.X (°)</i>	2.5 $\pm$ 3.47	-0.3 $\pm$ 3.10	NS

* Statistically significant at $p \leq 0.05$; **NS**, not statistically significant

REFERENCES

1. Mossaz CF, Byloff FK, Killiaridis S. Cervical headgear vs pendulum appliance for the treatment of moderate skeletal Class II malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;37:616-23.
2. Almeida-Pedrin RR, Henriques JFC, Almeida RR, Almeida MR, McNamara Jr JA. Effects of pendulum appliances, cervical headgear, and 2 premolar extractions followed by fixxed appliances in patients with Class II malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:833-42.
3. Angeliere F, Almeida RR, Janson G, Henriques JFC, Pinzan A. Comparasion of effects produced by headgear and pendulum appliances followed by fixed orthodontic treatment. *Eu J Orthod* 2008;30:572-79.
4. Badell MC. An evaluation of extraoral combined high-pull traction and cervical traction to the maxilla. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1976;69:431-46.
5. Taner TU, Yukay F, Pehlivanoglu M, Çakirer B. A comparative analysis of maxillary tooth movement produced by cervical headgear and pend-x appliance. *Angle Orthod* 2003;73:686-91.
6. Byloff FK, Darendelier MA. Distal molar movement using the pendulum appliance. Part 1: clinical and radiological evaluation. *Angle Orthod* 1997;67:249-60.
7. Altug H, Bengi AO, Akin E, Karacay S. Dentofacial effects of asymmetric headgear ad cervical headgear with removable plate on unilateral molar distalization. *Angle Orthod* 2005;75:584-92.
8. Klein PL. An evaluation of cervical traction on the maxilla and the upper first permanent molar. *Angle Orthod* 1957;27:61-8.
9. Jacobson A. A key to understanding of extraoral forces. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1979;75:361-86.
10. Melsen B. Effects of cervical anchorage during and after treatment: an implant study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1978;73:526-40.
11. Hilgers JJ. The Pendulum appliance for class II non compliance therapy. *J Clin Orthod* 1992;26:706-14.
12. Caprioglio A, Fontana M, Longoni E, Cozzani M. Long-term evaluation of the molar movements following pendulum and fixed appliances. *Angle Orthod* 2013;88:447-54.
13. Wheeler TT, Mc Govary SP, Dolce C, Taylor MG, King GJ. Effectiveness of early treatment of Class II malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;121:9-17.

14. Byloff FK, Darendeliler MA, Clar E, Darendeliler A. Distal molar movement using the pendulum appliance. Part 2: the effects of maxillary molar root uprighting bends. *Angle Orthod* 1997;67:261-70.
15. Kinzinger GSM, Fritz UB, Sander FG, Diedrich PR. Efficiency of a pendulum appliance for molar distalization related to second and third molar eruption stage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;125:8-23.
16. Haydar S, Uner O. Comparison of Jones jig molar distalization appliance with extraoral traction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;117:49-53.
17. Runge ME, Martin JT, Bukai F. Analysis of rapid maxillary molar distal movement without patient cooperation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;115:153-7.
18. Bussick TJ, McNamara JA. Dentoalveolar and skeletal changes associated with the pendulum appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;117:333-43.
19. Foley TF, Mamandras AH. Facial growth in females 14 to 20 years of age. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992;101:248-54.
20. West KS, McNamara JA Jr. Changes in the craniofacial complex from adolescence to midadulthood: a cephalometric study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;115:521-32.
21. Martins RP et al. Skeletal and dental components of Class II correction with bionator and removable headgear splint appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134:732-41.
22. Ghosh J, Nanda RS. Evaluation of an intraoral maxillary molar distalization technique. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;10:639-46.
23. Fuziy A, Almeida RR, Janson G, Angelieri F, Pinzan A. Sagittal, vertical, and transverse changes consequent to maxillary molar distalization with the pendulum appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:502-10.
24. Antonarakis GA, Killaridis S. Maxillary molar distalization with noncompliance intramaxillary appliances in Class II malocclusion. *Angle Orthod* 2008;78:1133-40.
25. Brickman CD, Sinha PK, Nanda RS. Evaluation of the Jones jig appliance for distal molar movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;118:526-34.
26. Gulati S, Kharbanda OP, Parkash H. Dental and skeletal changes after intraoral molar distalization with sectional jig assembly. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;114:319-27.
27. Chiu PP, McNamara JA, Franchi L. A comparison of two intraoral molar distalization appliances: distal jet versus pendulum. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*

2005;128:353-65.

28. Mavropoulos A, Karamouzos A, Kiliaridis S, Papadopoulos MA. Efficiency of noncompliance simultaneous first and second upper molar distalization: a three-dimensional tooth movement analysis. *Angle Orthod* 2005;75:532-9.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo utilizou telerradiografias em norma lateral para avaliar os efeitos dentoalveolares ocasionados por dois diferentes aparelhos (*Pendulum* e Extrabucal combinado) para correção da maloclusão Classe II de Angle. Para isto, foram realizadas medidas cefalométricas lineares e angulares em dois tempos: T1 e T2 (antes de iniciar o tratamento e, imediatamente após a obtenção da super Classe I de Angle, respectivamente). Os resultados mostraram que ambos os aparelhos foram eficazes para distalizar molares superiores e consequentemente corrigir a Classe II. O tempo médio de tratamento para cada grupo estudado também foi avaliado, sendo significativamente mais rápido para os pacientes tratados com o aparelho *pendulum*. No entanto, este grupo apresentou alguns efeitos colaterais indesejáveis, como: protrusão e projeção de incisivos centrais superiores e inclinação distal dos primeiros molares permanentes superiores, o que não foi encontrado nos pacientes tratados com o extrabucal combinado. Desta forma, o Ortodontista deve estar ciente destes efeitos indesejáveis, e lançar mão de técnicas para evitá-los e/ou minimizá-los quando este for o aparelho de escolha para o tratamento dos seus pacientes. Deve-se ressaltar que, o diagnóstico e plano de tratamento adequados são essenciais para escolha do aparelho mais indicado para cada caso específico.

REFERÊNCIAS

ACAR, A.G.; GÜRSOY, S.; DINÇER, M. Molar distalization with pendulum appliance K-loop. **European Journal of Orthodontics**, London, v.32, n.4, p. 459-465, Mar. 2010.

ANGELIERI, F. et al. Comparison of effects produced by headgear and pendulum appliances followed by fixed orthodontic treatment. **European Journal of Orthodontics**, London, v.30, n.6, p. 572-579, Dec. 2008.

ALMEIDA, F.A. **Comparação dos efeitos dentários entre o pendulum de Hilgers e o pendulum modificado**. 2011. 35f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ortodontia) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Belo Horizonte, 2011.

ALTUG, H. et al. Dentofacial effects of asymmetric headgear and cervical headgear with removable plate on unilateral molar distalization. **The angle Orthodontist**, Appleton, v.75, n.4, p. 584-592, July. 2005.

AMRSTRONG, M.M. Controlling the magnitude, direction and duration of extraoral force. **American Journal of Orthodontics**, St. Louis, v.59, n.3, p. 217-243, Mar. 1971.

BADELL, M.C. An evaluation of extraoral combined high-pull traction and cervical traction to the maxilla. **American Journal of Orthodontics**, St. Louis, v.69, n.4, p. 431-446, Apr. 1976.

BUSSICK, T.J.; MCNAMARA, J.A. JR. Dentoalveolar and skeletal changes associated with the pendulum appliance. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St. Louis, v.117, n.3, p. 117-333, Mar 2000.

BYLOFF, F.K.; DARENDELIER, M.A. Distal molar movement using the pendulum appliance. Part 1: clinical and radiological evaluation. **The Angle Orthodontist**, Appleton, v.67, n.4, p. 249-260, Aug. 1997.

BYLOFF, F.K.; DARENDELIER, M.A. Distal molar movement using the pendulum appliance. Part 2: the effects of the maxillary molar root uprighting bends. **The Angle Orthodontist**, Appleton, v.67, n.4, p. 261-270, Aug. 1997.

CAPRIOGLIO, A. et al. Long-term evaluation of the molar movements following pendulum and fixed appliances. **The Angle Orthodontist**, London, v.88, n.3, p. 447-454, May 2013.

FERRO, F.; MONSURRÓ, A.; PERILLO, L. Sagittal and vertical changes after treatment of Class II division 1 malocclusion according to the Cetlin Method. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St. Louis, v.118, n.2, p. 150-158, Aug. 2010.

FUZIY, A. et al. Sagittal, vertical, and transverse changes consequent to maxillary molar distalization with the pendulum appliance. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St Louis, v.130, n.4, p. 502-510, Oct. 2006.

GHOSH, J.; NANDA, R.S. Evaluation of an intraoral maxillary molar distalization technique.

American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, St. Louis, v.10, n.6, p. 639-646, Dec. 1996.

HILGERS, J.J. The Pendulum appliance for class II non compliance therapy. **Journal of Clinical Orthodontics**, Boulder, v.26, n.11, p. 706-714, Nov. 1992.

JACOBSON, A. A key to understanding of extraoral forces. **American Journal of Orthodontics** , St. Louis, v.75, n.4, p. 361-386, May 1979.

KANEKO, R.B.; LIMA, N.S. Arco extrabucal. **International Journal of Dentistry**, v.6, n 4, p. 132-140, Out./Dec. 2007.

KINZINGER, G.S.M, et al. Modified Pendulum appliance including distal screw and uprighting activation for non compliance therapy of class II malocclusion in children and adolescents. **Journal of Orofacial Orthopedics**, v.61, n.3, p. 175-190, May 2000.

KLEIN, P.L. An evaluation of cervical traction on the maxilla and the upper first permanent molar. **The Angle Orthodontist**, London, v.27, n.1, p. 61-68, Jan. 1957.

MARTINS, L.P. et al. Avaliação cefalométrica do tratamento da Classe II, divisão 1, de Angle com os aparelhos extrabucal de Kloehe e fixo edgewise: Influência do padrão facial. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, Maringá, v.9, n.3, p. 91-109, May/June 2004.

MELSEN, B. Effects of cervical anchorage during and after treatment: an implant study. **American Journal of Orthodontics** , St.Louis, v.73, n.5, p. 526-540, May 1978.

MOSSAZ, C.F.; BYLOFF, F.K.; KILLIARIDIS, S. Cervical headgear vs pendulum appliance for the treatment of moderate skeletal Class II malocclusion. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St.Louis, v.132, n.5, p. 616-623, Nov. 2007.

PIVA, M.L. et al. Effects of cervical headgear appliances on the space available for maxillary second molars. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St.Louis, v.128, n.3, p. 366-371, Sept. 2005.

SHIMIZU, R.H. et al. Princípios mecânicos do aparelho extrabucal. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, Maringá, v.9, n.6, p. 122-156, Nov./Dez. 2004.

TANER, T.U. et al. A comparative analysis of maxillary tooth movement produced by cervical headgear and pend-x appliance. **The Angle Orthodontist**, Appleton, v.73, n.6, p. 686-691, Dec. 2003.