



Estudo cefalométrico do tratamento precoce da má oclusão de Classe II, 1ª divisão, com o aparelho Herbst: alterações esqueléticas sagitais

Marcus Vinicius Neiva Nunes do Rego*, Guilherme Thiesen*, Ernani Menezes Marchioro**, Omar Gabriel da Silva Filho***, Susana Maria Deon Rizzato****

Resumo

Objetivo: o presente estudo teve o objetivo de avaliar as alterações esqueléticas sagitais produzidas pelo aparelho de Herbst. **Metodologia:** foram avaliados 22 indivíduos com má oclusão de Classe II, 1ª divisão, sendo 11 do gênero masculino e 11 do gênero feminino, com média de idade de 9,01 anos (± 6 meses), apresentando padrão facial Classe II, deficiência mandibular e padrão esquelético de Classe II ($ANB \geq 5^\circ$ e $Co-Gn-Co-Sn \leq 20mm$), tratados consecutivamente com o aparelho Herbst por um período de 12 meses. Todos os indivíduos encontravam-se no período intertransitório da dentadura mista e no estágio pré-puberal. Para tal avaliação utilizaram-se telerradiografias de perfil obtidas em três tempos distintos: T1) inicial, T2) logo após a remoção do aparelho, T3) 2 anos após o final do tratamento. O grupo controle foi constituído de 105 indivíduos com má oclusão de Classe II esquelética, não tratados ortodonticamente, pareados quanto às idades óssea e cronológica ao grupo experimental. O tratamento estatístico foi realizado por meio da Análise de Variância (ANOVA), complementada pelo teste de Comparações Múltiplas de Tukey e Teste *t* de Student, com nível de significância de 5%. **Resultados e Conclusões:** os resultados evidenciaram um efeito clinicamente insignificante de restrição do crescimento maxilar, um estímulo do crescimento mandibular e um posicionamento mais anterior da mandíbula, contribuindo para uma melhora significativa na relação entre as bases apicais. Após 12 meses de tratamento, estas alterações esqueléticas sagitais contribuíram em cerca de 41% para correção da relação molar de Classe II e em 65% para correção do trespasse horizontal. No final do período de 2 anos pós-remoção do aparelho, houve uma tendência de redução da magnitude das alterações induzidas, no entanto uma melhora significativa na relação entre as bases apicais, no trespasse horizontal e na relação molar foram evidentes.

Palavras-chave: Má oclusão de Classe II. Crescimento mandibular. Aparelho Herbst.

* Mestres em Ortodontia e Ortopedia Facial pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS.

** Mestre e Doutor em Ortodontia pela UFRJ e UNESP-Araraquara. Professor de Ortodontia da Faculdade de Odontologia da PUCRS.

*** Ortodontista do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais – USP- Bauru. Coordenador do Curso de Aperfeiçoamento em Ortodontia Preventiva e Interceptiva da PROFIS.

**** Mestre em Ortodontia e Ortopedia Facial pela PUCRS e Especialista em Ortodontia pela UFRGS. Professora de Ortodontia da Faculdade de Odontologia da PUCRS.

INTRODUÇÃO

Diante da alta prevalência e variabilidade morfológica característica das más oclusões de Classe II, muitas abordagens terapêuticas têm sido instituídas, no intuito de restabelecer ou pelo menos atenuar esse desvio morfológico da oclusão, que vão desde uma restrição e/ou controle do crescimento maxilar por meio de aparelhos extrabucais, tentativa de estímulo do crescimento mandibular através da utilização de aparelhos funcionais ou ainda uma combinação dessas duas propostas terapêuticas, associadas ou não a uma correção da atresia esquelética da maxila também bastante presente nas distoclusões.

Dentre as inúmeras abordagens terapêuticas utilizadas para o tratamento das más oclusões de Classe II, encontra-se o aparelho Herbst, que, apesar de secular, foi reintroduzido e ganhou popularidade na literatura ortodôntica apenas no final da década de 70 e início da década de 80 e atualmente se apresenta como um dos aparelhos funcionais mais empregados para correção da má oclusão de Classe II²². Essa alta popularidade, talvez, explique o grande número de estudos que tentaram determinar seus efeitos esqueléticos, dentários e nas articulações temporomandibulares.

Sendo assim, o avanço mandibular contínuo, induzido pelo aparelho Herbst, tem sido uma alternativa à intermitência dos tradicionais aparelhos ortopédicos funcionais no tratamento das más oclusões de Classe II. Seu mecanismo de ação contínuo, mantendo a mandíbula ininterruptamente projetada durante todas as funções e em repouso, com os côndilos constantemente anteriorizados nas fossas articulares, é um fato estimulante no sentido da potencialidade das remodelações ortopédicas desejadas.

O aparelho Herbst apresenta, portanto, uma série de vantagens quando comparado aos aparelhos funcionais removíveis para projeção mandibular. Dentre essas vantagens, podemos destacar o uso contínuo por 24 horas, a não dependência da cooperação do paciente para o sucesso do tratamento,

o impacto estético imediato no perfil facial, bem como um tempo de tratamento reduzido (aproximadamente 8 a 12 meses). Devido ao seu mecanismo de ação contínuo, pode ser interpretado como um aparelho de ortopedia funcional fixo ou mecânico-funcional^{13,23,38,39,40,64,71,72}.

Apesar da evidente eficácia desta conduta terapêutica, a possibilidade de manipulação extragenética do potencial de crescimento facial ainda alimenta o debate entre os defensores e os detratores da ortopedia dentofacial. Atualmente, a literatura se divide no que tange ao questionamento da efetividade dos aparelhos ortopédicos em estimular um crescimento condilar duradouro, mesmo com o uso de um mecanismo de ação contínua, como o aparelho Herbst. Há sugestão de que a utilização de aparelhos funcionais para estímulo do crescimento mandibular teria um impacto apenas temporário sobre o padrão dentofacial, prevalecendo a longo prazo a imposição do padrão morfogenético.

REVISÃO DE LITERATURA

Origem do aparelho Herbst

O aparelho Herbst foi introduzido originalmente por um professor alemão, Emil Herbst, no Congresso Internacional de Berlin em 1905, com o nome de Herbst – Schanier. Baseando-se no seu poder intuitivo, esse ortodontista acreditava ser possível a estimulação do crescimento mandibular, através de um dispositivo propulsor de ação contínua^{42,48,64}. O sistema lançava mão de um mecanismo telescópico bilateral, que exigia ancoragens inter-arcos para manutenção da mandíbula avançada, impedindo-a de retroceder. Desta maneira, a mandíbula permanecia deslocada anteriormente durante as funções mastigatórias e o repouso^{41,42,48}. Desde 1934, entretanto, muito pouco foi publicado sobre o assunto e este método de tratamento da má oclusão de Classe II ficou esquecido, durante muito tempo, na literatura ortodôntica. A introdução dos elásticos intermaxilares nos Estados Unidos e da Ortopedia Funcional dos Maxilares



FIGURA 1 - Paciente com padrão facial de Classe II, deficiência mandibular, apresentando perfil acentuadamente convexo, ângulo nasolabial normal e linha queixo-pescoço curta.

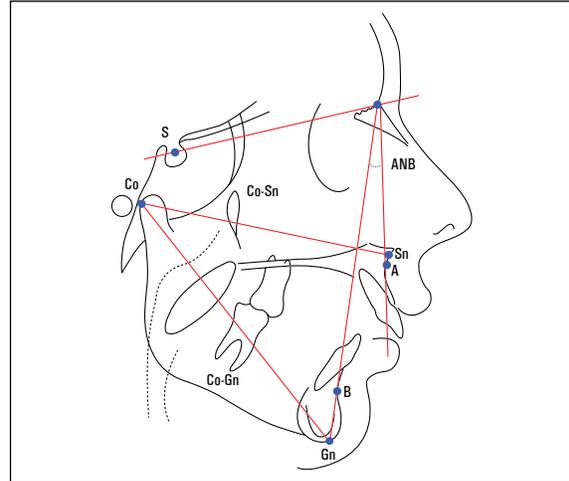


FIGURA 2 - Traçado cefalométrico ilustrando os critérios de determinação do padrão esquelético de Classe II da amostra: ângulo ANB $\geq 5^\circ$ e/ou diferença entre o comprimento da mandíbula (Co-Gn) e o comprimento ântero-posterior do terço médio da face (Co-Sn) $\leq 20\text{mm}$ ¹⁵.

na Europa forneceu aos ortodontistas outras possibilidades para o tratamento das más oclusões de Classe II^{63,71}.

Portanto, o aparelho Herbst, apesar de secular, teve como marco de sua reintrodução na prática ortodôntica o final da década de 70 e o início da década de 80. Mais precisamente, em outubro de 1979, na edição do American Journal of Orthodontics, Hans Pancherz, um ortodontista sueco, chamou atenção para a possibilidade de estimular o crescimento mandibular por meio da utilização do aparelho Herbst, o que culminou com a publicação de uma série de artigos científicos e de casos clínicos na Europa e Estados Unidos, no intuito de estabelecer os efeitos do referido aparelho no complexo dentofacial e no sistema mastigatório^{40,44}.

Componentes do aparelho Herbst e sistema de ancoragem

O aparelho Herbst poderia ser definido como um mecanismo telescópico bilateral ancorado nos dentes superiores e inferiores, que mantém a mandíbula continuamente projetada durante todas as funções mandibulares e também durante o

repouso^{27,38}. Tal mecanismo normalmente permite o movimento de abertura e fechamento, embora algumas adaptações possam ser confeccionadas para que movimentos de lateralidade também sejam realizados⁴⁰.

Segundo Pancherz⁴¹, o aparelho Herbst pode ser comparado com uma articulação artificial entre a maxila e a mandíbula, que manteria a mandíbula avançada de modo contínuo, por meio de um mecanismo telescópico bilateral. Pelo seu princípio mecânico, o aparelho Herbst poderia ser interpretado como um aparelho de ortopedia funcional fixo⁶².

Simulando uma articulação artificial, um mecanismo telescópico bilateral fixado em bandas ortodônticas mantém mecanicamente a mandíbula avançada. Cada mecanismo telescópico consiste de um tubo, um pistão, duas roscas e dois parafusos. A rosca onde será adaptado o tubo geralmente é soldada na banda do primeiro molar permanente superior, e a rosca onde será adaptado o pistão é soldado à barra de conexão vestibular, entre o canino e primeiro pré-molar inferior. O comprimento do tubo determina a quantidade de avanço mandibular. Usualmente a mandíbula é mantida

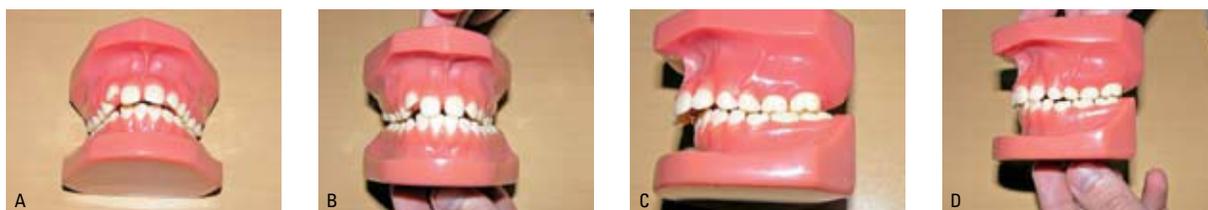


FIGURA 3 - Modelos de estudo: frontal inicial (A), frontal após manipulação (B), lateral esquerda inicial (C) e lateral esquerda após a manipulação até uma relação de canino de Classe I (D).

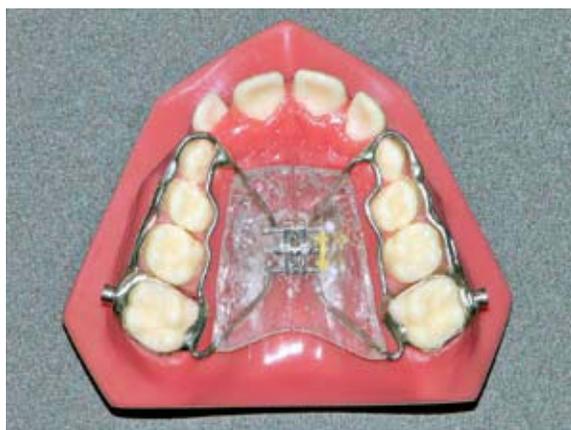


FIGURA 4 - Ancoragem superior: aparelho expansor tipo Haas modificado (fio 1,2mm).



FIGURA 5 - Ancoragem inferior: arco lingual de Nance modificado (fio 1,2mm).

em uma relação de topo a topo entre os incisivos. O comprimento do pistão não deve permitir o seu deslocamento do interior do tubo durante a máxima abertura, mas não deve ser muito longo para não machucar a mucosa jugal do paciente. Assim, o mecanismo telescópico proporcionaria um movimento vertical de abertura e fechamento^{27,39,40,63}.

De acordo com Keim et al.²², após um levantamento sobre os procedimentos de diagnóstico e tratamento utilizados pelos ortodontistas americanos, concluiu-se que o aparelho Herbst é atualmente o aparelho funcional mais utilizado nos Estados Unidos para tratamento das más oclusões de Classe II, deficiência mandibular, e se há alguma novidade nesse sistema secular, ela refere-se à ancoragem. Esse mecanismo exigiria, portanto, uma ancoragem intermaxilar pesada para minimizar o seu efeito dentário, visto que a perda

de ancoragem implica em alterações dentoalveolares compensatórias. Destarte, a importância da ancoragem já ensejou vários arquétipos que variam desde a estrutura metálica fundida (liga de cromo-cobalto)⁵¹, passando pelo splint acrílico^{19,20,73} e chegando à estrutura bandada composta pelos fios de aço soldados, com ou sem expansão do arco dentário superior⁶⁴.

Como a atresia do arco dentário superior tende a acompanhar a má oclusão de Classe II, 1ª divisão, deficiência mandibular, deve-se optar por uma ancoragem superior pesada (expansor tipo Haas adaptado para o Herbst, confeccionado com fio de aço 1,2mm, com capacidade de corrigir a deficiência transversal, previamente à instalação do mecanismo)⁶³ (Fig. 4). Para o arco inferior, a ancoragem consiste na utilização de um arco lingual de Nance modificado, confeccionado com fio 1,2mm de diâmetro, que possui uma extensão vestibular,

a partir da região de caninos e estende-se até as bandas dos 1^{os} molares⁶³ (Fig. 5). A utilização de aparelhos bandados reduziria o custo operacional e facilitaria a remoção do sistema de ancoragem no final do tratamento⁵⁴.

Alterações esqueléticas sagitais induzidas pelo aparelho Herbst

O mecanismo telescópico do aparelho Herbst utiliza os arcos dentários superior e inferior com o objetivo de transferir a força para as bases apicais maxila e mandíbula. Desta maneira, tal sistema produz uma força direcionada posteriormente ao arco maxilar e uma força em direção anterior ao arco mandibular^{8,25}. Como resultado, a correção da Classe II geralmente resulta da combinação de mudanças esqueléticas e dentoalveolares, independente da morfologia facial e etnia^{37,56}. As mudanças esqueléticas são o resultado de diferenças no crescimento entre a maxila e a mandíbula, ou seja, um estímulo temporário do crescimento mandibular e algum grau de restrição no crescimento maxilar. Os movimentos dentoalveolares incluem, basicamente, uma distalização dos dentes superiores e uma mesialização dos dentes inferiores²⁵, os quais serão abordados em um próximo artigo.

Em um artigo de revisão dos efeitos dos diversos tipos de aparelhos funcionais no crescimento craniofacial a curto e longo prazo, Aelbers e Dermout² concluíram que o aparelho Herbst foi o único aparelho funcional capaz de influenciar, em alguma extensão estatisticamente significativa, o crescimento mandibular, embora tal efeito a longo prazo seja parcialmente recuperado pelo retorno ao padrão original de crescimento inerente ao paciente.

O pioneiro na reintrodução do aparelho Herbst na prática clínica foi Pancherz³⁸ que realizou um estudo com 20 pacientes do gênero masculino (10 no grupo experimental e 10 no grupo controle), portadores de má oclusão de Classe II, 1ª divisão, ANB $\geq 4,5^\circ$, com sobremordida profunda e localizados na curva ascendente de crescimen-

to puberal. Os pacientes do grupo experimental foram tratados com o aparelho Herbst por um período médio de 6 meses e avaliados por meio de telerradiografia em norma lateral em MIH e em máxima abertura. Os resultados evidenciaram uma redução significativa no ângulo ANB de 2° e no trespasse horizontal de 3,8mm e um aumento no comprimento mandibular de 3,2mm. Adicionalmente, verificou-se ainda que o crescimento maxilar pode ser inibido ou redirecionado em pequena extensão.

Depois da sua reintrodução na literatura no final da década de 70, inúmeros foram os estudos que se propuseram a mensurar as alterações esqueléticas induzidas pelo aparelho Herbst. Uma compilação dos resultados desses estudos nos permite concluir que o aparelho Herbst promove um estímulo temporário do crescimento mandibular, visto que o incremento no crescimento da mandíbula mostrou ser duas a três vezes maior durante a fase ativa de tratamento com o aparelho Herbst, do que em indivíduos portadores de má oclusão de Classe II não tratados ortodonticamente. Além disso, um posicionamento mais anterior da mandíbula, um efeito variável e de baixa magnitude de restrição do crescimento maxilar e uma remodelação da articulação temporomandibular, também são atribuídos à mecanoterapia de avanço mandibular com o aparelho Herbst^{13,26,29,33,38,39,41,45,48,49,62,67,73,74,77}.

Este efeito na articulação temporomandibular tem sido estudado exaustivamente na literatura contemporânea e envolve um aumento do crescimento condilar (principalmente na região pósterosuperior da cabeça da mandíbula) e uma remodelação da fossa articular, localizada principalmente na porção anterior da espinha pós-glenóide, como evidenciado pelos estudos clínicos utilizando imagem de ressonância magnética^{6,50,51,52,57,58,59,60} e por experimentos em animais empregando corantes à base de tetraciclina e análises histomorfométricas^{15,16,30,32,33,51,68,69,74}. Portanto, ao projetar-se a mandíbula até uma relação incisal de topo a topo,

os côndilos são avançados dentro da fossa articular até se posicionarem no limite extremo inferior da eminência articular. O comportamento da ATM conta com alterações remodelativas das estruturas ósseas contíguas, côndilo^{44,50,52,75}, mantendo-se inalterada a relação côndilo-fossa articular original após 8 a 12 meses de utilização do aparelho. Existe uma tendência recente de aceitar o mecanismo de crescimento condilar induzido como resposta à alteração biofísica na articulação temporomandibular, ou melhor, como uma interação com as modificações na fossa articular e não como um fenômeno independente e isolado (teoria do crescimento relativo da articulação temporomandibular submetida ao tratamento ortopédico de avanço mandibular contínuo)^{67,68,69}. Em resposta ao avanço mandibular, verifica-se, em animais experimentais, um aumento no número de células mesenquimais indiferenciadas na região póstero-superior do côndilo, que posteriormente se convertem em condroblastos e contribuem para o aumento da osteogênese nessa área⁵³.

Analisando-se as alterações no crescimento mandibular decorrentes da utilização do aparelho Herbst em uma série de estudos clínicos a curto e longo prazo, Pancherz⁴¹ afirmou que durante os 6 meses de tratamento observam-se alterações marcantes no crescimento mandibular representadas por um aumento do comprimento mandibular, quando comparado ao grupo controle de pacientes Classe II não tratados. Além disso, verificou-se um maior crescimento condilar sagital no grupo tratado do que no grupo controle. No entanto, o crescimento condilar vertical parece não ser afetado pela terapia. Quando esses mesmos indivíduos foram avaliados após 7 anos do final do tratamento, encontrou-se um menor aumento no comprimento mandibular e um menor crescimento condilar sagital no grupo tratado com o aparelho Herbst do que no grupo controle. Portanto, ao comparar-se as alterações imediatas com as alterações a longo prazo (cerca de sete anos e meio após o final do tratamento), o autor observou uma mínima influência

a longo prazo do tratamento com o aparelho Herbst na morfologia e crescimento mandibulares. Tal afirmação também foi comprovada por Pancherz e Fackel⁴⁷ em um estudo realizado em 17 indivíduos do gênero masculino, na curva ascendente de crescimento puberal, tratados com o aparelho Herbst por um período de 7 meses e acompanhados 3 anos pós-tratamento, nos quais as alterações esqueléticas induzidas pelo tratamento, como a inibição do crescimento maxilar, o aumento no crescimento mandibular e um deslocamento anterior da mandíbula tenderam a ser parcialmente revertidas no período pós-tratamento, traduzindo-se em um impacto temporário no padrão esquelético determinado geneticamente.

Existe uma controvérsia na literatura sobre a influência do desenvolvimento somático na magnitude do efeito ortopédico durante a terapia com aparelhos que visem o estímulo do crescimento mandibular. No entanto, resultados concretos só podem ser obtidos após a análise de um número suficiente de casos tratados em condições padronizadas⁶².

Para Häag, Pancherz¹⁰ e Konik et al.²³ a contribuição esquelética e dentária para a correção de uma má oclusão Classe II depende da idade óssea do paciente. Ao analisar amostras distintas, os autores chegaram aos seguintes resultados: pacientes no início da adolescência – cerca de 40% de alterações esqueléticas e 60% de alterações dentárias; pacientes no final da adolescência - cerca de 30% de alterações esqueléticas e 70% de alterações dentárias; pacientes adultos jovens - cerca de 20% de alterações esqueléticas e 80% de alterações dentárias.

Portanto, considerando-se a idade óssea do paciente, a época de tratamento com o aparelho Herbst pode ser instituída na dentadura mista precoce, estágio pré-surto de crescimento puberal, para os casos de grandes discrepâncias esqueléticas^{71,72}, ou no estágio de dentadura permanente, no pico de crescimento puberal^{9,10,14,38,39,44}. Recentemente, alguns autores aventaram a hipótese de utilização do referido aparelho mesmo após o esgotamento

do crescimento facial^{4,51,52,59,61}, constituindo um novo paradigma da terapia com o aparelho Herbst para o tratamento das más oclusões de Classe II.

O protocolo de tratamento precoce inicia-se na dentadura mista, mais precisamente no período intertransitório, e envolve duas fases distintas de tratamento ativo, com um hiato entre as fases ortopédica e ortodôntica, onde se torna necessária a utilização de uma contenção com aparelho funcional como o Bionator (uso noturno). O protocolo de tratamento tardio inicia-se na dentadura permanente e envolve um único estágio de tratamento, ou seja, o estágio de movimentação ortodôntica segue imediatamente ao estágio de remodelação ortopédica⁶⁴.

Destarte, quando da decisão da época ideal de tratamento, baseada no estágio de maturação somática, deveriam ser considerados dois objetivos principais: o máximo estímulo no crescimento e/ou reposicionamento anterior da mandíbula e a estabilidade a longo prazo das alterações induzidas pela terapia⁶¹. Baseando-se nesses dois objetivos e nas evidências científicas existentes na literatura, o período ideal para o tratamento seria no pico ou imediatamente após o pico de crescimento puberal, correspondendo ao capeamento da falange média do terceiro dedo⁶¹.

O movimento distal dos molares superiores contrasta com o crescimento normal contínuo da face, onde esses dentes migram mesialmente através do osso alveolar durante todo o crescimento. Isto indica que a utilização do aparelho Herbst tem um efeito de distalização dos molares superiores pronunciado. Além do efeito no sentido sagital, a erupção dos molares superiores é inibida pelo aparelho, simulando o efeito de um aparelho extrabucal de tração alta^{8,33,39,43,73}. Adicionalmente, Harvold¹⁵ salientou que a inibição do padrão normal de erupção dos dentes pósterosuperiores permitiria que os molares inferiores apresentassem um trajeto eruptivo em direção mais anterior e superior. Essa mudança no padrão de erupção dos dentes posteriores, associada a uma distaliza-

ção efetiva dos molares superiores seriam mecanismos auxiliares para correção da Classe II.

PROPOSIÇÃO

Diante da escassez de estudos existentes na literatura referentes aos efeitos do tratamento precoce da má oclusão de Classe II com o aparelho Herbst, o presente estudo objetiva avaliar as alterações esqueléticas sagitais induzidas pelo avanço da mandíbula com o aparelho Herbst, no estágio de dentadura mista, período intertransitório

MATERIAL E MÉTODO

Caracterização da amostra

Grupo Experimental

Para realização do estudo cefalométrico das alterações esqueléticas sagitais foram utilizados 22 pacientes, sendo 11 do gênero feminino e 11 do gênero masculino, tratados consecutivamente com o aparelho Herbst por um período de 12 meses, com idade média inicial de 9,01 anos (± 06 meses), pertencentes ao arquivo do Curso de Aperfeiçoamento em Ortodontia Preventiva e Interceptiva da PROFIS (Sociedade de Promoção do Fissurado Lábio-Palatal), Bauru- São Paulo.

Alguns critérios de seleção foram utilizados para inclusão dos indivíduos no grupo experimental: 1) padrão facial de Classe II, deficiência mandibular, avaliado pelo ângulo nasolabial e comprimento da linha queixo-pescoço (Fig. 1); 2) padrão esquelético de Classe II, determinado pelo ângulo ANB $\geq 5^\circ$ e pela diferença entre o comprimento da mandíbula (Co-Gn) e o comprimento do terço médio da face (Co-Sn) $\leq 20\text{mm}$ ¹⁵ (Fig. 2); 3) relação dentária de Classe II, 1ª divisão de Angle (determinada pela relação de molares de Classe II completa bilateral); 4) overjet $\geq 6\text{mm}$ (média de 7,45mm) 5) estágio de dentadura mista (período intertransitório), com atresia maxilar e ausência de discrepância dente-osso negativa no arco inferior. O grau de atresia maxilar foi avaliado manipulando-se os modelos de estudo até obter-se uma relação de molares de Classe I.

Do total da amostra, 5 indivíduos já apresentavam mordida cruzada posterior em Máxima Intercuspidação Habitual (MIH) (Fig. 3); 6) ausência de tratamento ortodôntico prévio; 7) idade óssea correspondendo 6 meses a 1 ano do início do surto de crescimento puberal (estágios FP= e FM=). Para localização do paciente na curva de crescimento puberal, utilizou-se o método proposto por Martins³⁰ - Programa da Curva de Crescimento (Radiodoc 2000).

Quanto ao padrão de crescimento, determinado pelas grandezas SNGoGn ($33,41^\circ \pm 4,31$) e FMA ($28,3^\circ \pm 2,25$), os indivíduos do grupo experimental apresentavam um equilíbrio entre os vetores de crescimento vertical e horizontal. Considerando-se o padrão facial, 68,2% dos indivíduos apresentavam padrão mesocefálico, 22,7% padrão dólícocefálico e 9,1% padrão braquicefálico.

Grupo controle

O grupo controle, de caráter transversal, envolveu 105 indivíduos com má oclusão de Classe II, 1ª divisão de Angle, deficiência mandibular, não tratados ortodonticamente, pareados quanto à idade óssea e idade cronológica ao grupo experimental, correspondendo aos três tempos de avaliação (T1 - início do tratamento, antes da instalação do aparelho Herbst; T2 - após 12 me-

ses de utilização do aparelho Herbst; T3 - 2 anos após a remoção do aparelho Herbst). Os indivíduos do grupo controle, portanto, foram subdivididos em três grupos: T1C - 35 indivíduos (média de idade de 9,2 anos, ± 4 meses) nos estágios FP= e FM=; T2C - 35 indivíduos (média de idade de 10,3 anos, ± 2 meses) nos estágios G1 e Psi= e T3C - 35 indivíduos (média de idade de 12,4 anos, ± 3 meses) nos estágios S e G2 da curva de crescimento puberal.

Os critérios para seleção do grupo controle foram semelhantes aos aplicados ao grupo experimental.

Sistema de ancoragem

Arco superior

O sistema de ancoragem utilizado em todos os pacientes no arco superior foi um aparelho expansor tipo Haas modificado, confeccionado com fio de aço 1,2mm (DENTAURUM), contendo barras de conexão vestibular e lingual (Fig. 4). Foram bandados, sempre que possível, os primeiros molares permanentes. Quando da impossibilidade de bandagem dos referidos dentes permanentes, realizou-se a bandagem dos segundos molares decíduos (Kit com bandas universais - Morelli - REF. 40.02.900). O parafuso expansor utilizado foi de 11 mm (DENTAURUM - REF. 600.303.30) e o protocolo de ativação aplicado envolveu 4/4 de voltas por dia (2/4 pela manhã e 2/4 à noite) durante um período médio de sete dias. Após a fase ativa da expansão, instalou-se o mecanismo telescópico do aparelho Herbst e realizou-se um avanço mandibular único até obter-se uma relação de topo entre os incisivos, como preconizado por Pancherz³⁹. O avanço mandibular médio do grupo experimental foi de 7mm (Fig. 6).

Arco inferior

O sistema de ancoragem utilizado no arco inferior foi um arco lingual de Nance modificado, confeccionado com fio de aço 1,2mm (DENTAURUM), contendo barra de conexão vestibular (Fig. 5). Foram bandados os 1^{os} molares permanentes ou



FIGURA 6 - Mecanismo telescópico instalado com avanço mandibular único até uma relação de topo entre os incisivos.

os 2^{os} molares decíduos. (Kit com bandas universais –Morelli – REF. 40.02.900). A conexão entre as barras vestibular e lingual, na região de caninos, foi confeccionada com fio 0,9mm, no intuito de evitar interferências oclusais.

Para estabelecer a conexão entre as ancoragens superior e inferior, utilizou-se o mecanismo telescópico da GAC (REF. 47.610.05), que permite, basicamente, movimentos de abertura e fechamento e limita os movimentos de lateralidade (Fig. 6). Não foi realizado nenhum aumento do orifício do tubo telescópico, a fim de permitir a realização de movimentos de lateralidade, como proposto por Pancherz⁴⁰.

Todos os indivíduos do grupo experimental utilizaram o aparelho Herbst por um período médio de 12 meses, seguido da instalação de um Bio-nator como contenção (uso noturno).

Mensuração das alterações esqueléticas sagitais

As alterações esqueléticas sagitais foram avaliadas por meio de telerradiografias em norma lateral obtidas em três tempos distintos: T1) início do tratamento, antes da instalação do aparelho Herbst; T2) após 12 meses de utilização do aparelho Herbst, 3 a 4 semanas após a remoção do aparelho; T3) 2 anos após a remoção do aparelho Herbst.

Todas as radiografias foram obtidas utilizando-se o mesmo aparelho de Raios X (Orthoceph 10 – Siemens, regulado para 16 mA e 62KV e tempo de exposição de 1,2 segundos).

Os traçados cefalométricos foram realizados manualmente pelo mesmo examinador, previamente calibrado, utilizando lápis HB preto. A análise comparativa entre os dois grupos foi realizada por meio de mensurações angulares e lineares (Fig. 7 e 8), obtidas das telerradiografias de perfil, com escala de 0,5° e 0,5mm, pareando-se os três tempos do grupo experimental (T1, T2, T3) com os três tempos do grupo controle (T1C, T2C, T3C). Nenhuma correção foi feita para a ampliação linear (aproximadamente 7% em relação ao plano

mediano), visto que o grau de ampliação foi similar nos grupos experimental e controle.

Para determinação do cálculo do erro intra-examinador, 20% das radiografias do grupo experimental e 20% das radiografias do grupo controle foram, de maneira aleatória, novamente traçadas e medidas com um intervalo de duas semanas entre a primeira e a segunda avaliação^{9,18}. O cálculo do erro foi determinado pelo Teste *t* de Student para amostras pareadas, comparando-se os valores obtidos da primeira mensuração com os valores encontrados na segunda mensuração, em um nível de significância de 5%.

Após a coleta dos dados, realizou-se a estruturação de um banco de dados para possibilitar a aplicação de testes estatísticos, utilizando o software SAS for Windows versão 8 (Statistical Analysis System). Para o grupo experimental, as grandezas cefalométricas foram comparadas quanto ao tempo através da Análise de Variância (ANOVA), considerando nível de significância de 5% e utilizando o delineamento em blocos casualizados. O delineamento em blocos casualizados tem como objetivo controlar uma causa de variação maior entre as unidades experimentais, decorrente de variações intrínsecas das mesmas ou de fatores que atuam sobre elas. Neste delineamento as comparações entre tratamentos são feitas dentro de cada bloco, por isso são mais eficientes. Para complementar a análise de variância foi aplicado o Teste de Comparações Múltiplas de Tukey, também em nível de significância de 5%, indicando qual média diferiu da outra, tanto no grupo experimental como no controle, para cada um dos tempos. A comparação entre os grupos experimental (T1, T2 e T3) e controle (T1C, T2C e T3C) para cada um dos tempos foi realizada por meio do Teste *t* de Student para amostras independentes, considerando nível de significância de 5%.

As alterações esqueléticas sagitais foram mensuradas, utilizando-se as seguintes grandezas cefalométricas angulares (SNA, SNB, ANB, NAP) e lineares (Co-Gn, Co-Sn, NPerp-A, P-Nperp) (Fig. 7).

No intuito de comparar as alterações esqueléticas sagitais obtidas no presente estudo com os resultados dos inúmeros trabalhos existentes na literatura, utilizou-se também a grade de referência proposta por Pancherz³⁹, que consta na maioria dos estudos que avaliaram o efeito do aparelho Herbst no tratamento da má oclusão de Classe II. O primeiro passo na construção da grade de referência consistiu em traçar uma perpendicular ao plano oclusal, passando pelo ponto S (Linha OLp). Em seguida foram feitas mensurações lineares em relação a esta linha de referência (Quadro 1, Fig. 8). No grupo experimental, de caráter longitudinal, a linha de referência (OLp) do traçado inicial foi transferida para os traçados subsequentes, por meio de sobreposição dos mesmos na base do crânio com registro em S.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A possibilidade de interferir no potencial genético de crescimento mandibular não representa um conceito universalmente aceito na comunidade

ortodôntica. Esse raciocínio é válido também para o aparelho Herbst. Dessa forma, a quantidade de efeito ortopédico estaria na dependência de três fatores principais: o padrão de crescimento facial determinado geneticamente, a magnitude de crescimento no momento da instalação do aparelho e a própria efetividade do aparelho em cumprir o efeito pretendido. No que se refere a esse último item, a ação contínua do aparelho Herbst seria um aspecto favorável.

Desde que o tratamento com ativador foi introduzido na Europa, a partir da década de 30,

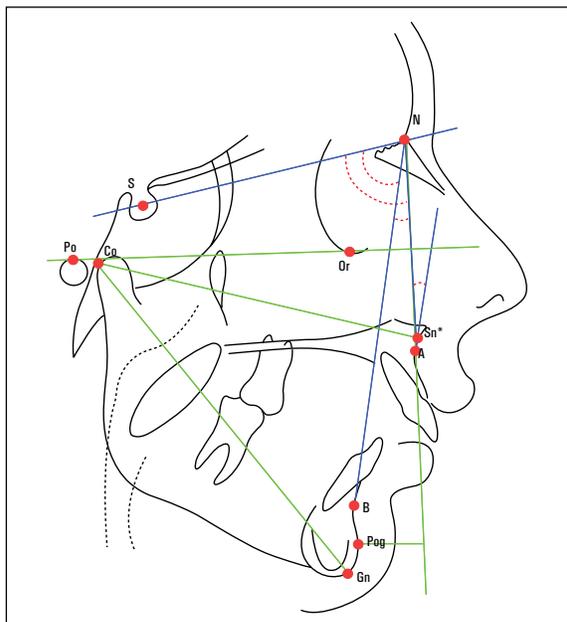


FIGURA 7 - Cefalograma com linhas e planos utilizados para avaliação das alterações esqueléticas sagitais: medidas angulares (azul) e medidas lineares (verde).

*Ponto localizado no contorno anterior maxilar, 2mm abaixo do plano palatal¹⁵.

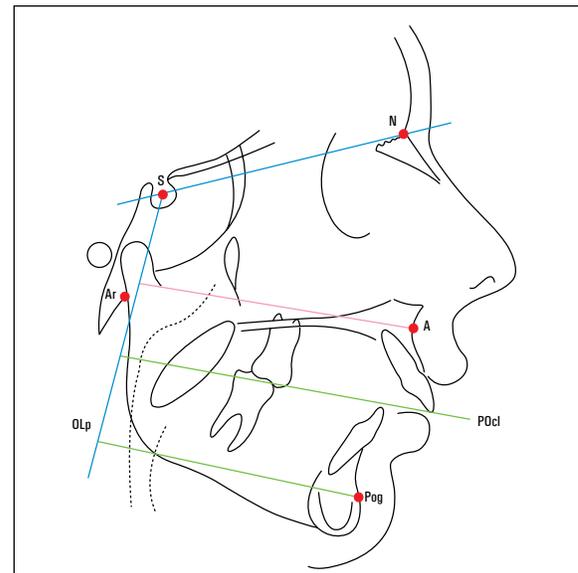


FIGURA 8 - Cefalograma com as grandezas lineares utilizadas para avaliação das alterações esqueléticas sagitais, segundo o método proposto por Pancherz³⁹.

Grandezas cefalométricas	Definição
A/OLp	Distância do ponto A à linha OLp - determina a posição da base maxilar
Pog/OLp	Distância do ponto Pog à linha OLp - determina a posição da base mandibular
Ar/OLp	Distância do ponto Ar à linha OLp - determina a posição do côndilo mandibular
Pog/OLp+	Determina o comprimento mandibular
Ar/OLp	

Quadro 1 - Descrição das grandezas cefalométricas lineares utilizadas para avaliação das alterações esqueléticas sagitais, segundo Pancherz³⁹.

existiu razão para especular sobre a possibilidade de estímulo do crescimento mandibular na correção das más oclusões de Classe II. Estudos experimentais com animais em crescimento^{16,17,31,33,35,36,69,70,75} têm mostrado que o deslocamento anterior funcional da mandíbula pode, em extensão variável, estimular o crescimento da cartilagem condilar e promover uma remodelação na fossa articular. Por outro lado, os estudos clínicos realizados em seres humanos^{6,50,51,52,57,58,59,60} mostram alguns resultados contraditórios e que questionam a possibilidade de estímulo do crescimento mandibular além da quantidade determinada geneticamente e inerente a cada paciente.

Existe forte evidência na literatura⁶¹ que a época ideal para tratamento das más oclusões de Classe II seria na curva ascendente de crescimento puberal, próximo ao pico de crescimento, na dentadura permanente jovem, pois a otimização dos resultados estaria condicionada à magnitude da resposta ortopédica e à estabilidade a longo prazo das alterações induzidas, fator esse relacionado ao grau de intercuspidação obtido após o tratamento. No entanto, más oclusões de Classe II severas constituem uma preocupação freqüente na clínica ortodôntica, devido ao impacto estético e psicossocial que imprimem à criança, além de aumentarem a probabilidade de ocorrência de fraturas nos dentes anteriores, especialmente os incisivos centrais superiores²⁴.

Tendo em vista a escassez de estudos com o aparelho Herbst em estágios precoces do desenvolvimento da oclusão e baseando-se nos bons resultados ortopédicos encontrados por Wieslander⁷¹, estabeleceu-se um protocolo de tratamento para correção das más oclusões de Classe II, 1ª divisão de Angle, elegendo-se o período intertransitório da dentadura mista como referência para o início do tratamento. Embora o protocolo do presente estudo assemelhe-se ao proposto pelo referido autor, o mesmo difere em relação ao tipo de aparelho utilizado, visto que Wieslander⁷¹ propunha o uso do aparelho Herbst associado ao extrabucal.

Como o aparelho Herbst utiliza os arcos dentários superior e inferior com o objetivo de transferir a força exercida pelo mecanismo telescópico para as bases apicais (maxila e mandíbula), o mesmo produz uma força direcionada posteriormente ao arco maxilar e uma força em direção anterior ao arco mandibular, resultando em alterações esqueléticas e dentoalveolares, essas muitas vezes indesejáveis. Embora Pancherz e Hansen⁴⁶ tenham admitido que a perda de ancoragem é inevitável, independente do reforço de ancoragem empregado, optou-se pela aplicação de uma ancoragem pesada nos arcos superior e inferior, no intuito de maximizar o efeito esquelético.

No arco superior utilizou-se uma ancoragem dentomucossuportada promovida por meio de um disjuntor tipo Haas modificado para o aparelho Herbst, confeccionado com fio de aço 1,2mm. No arco inferior utilizou-se um arco lingual de Nance modificado, com barra de conexão vestibular, confeccionado também com fio 1,2mm. O protocolo de ativação do disjuntor envolveu a realização de uma volta completa por dia (2/4 de volta pela manhã e 2/4 à noite), durante o período médio

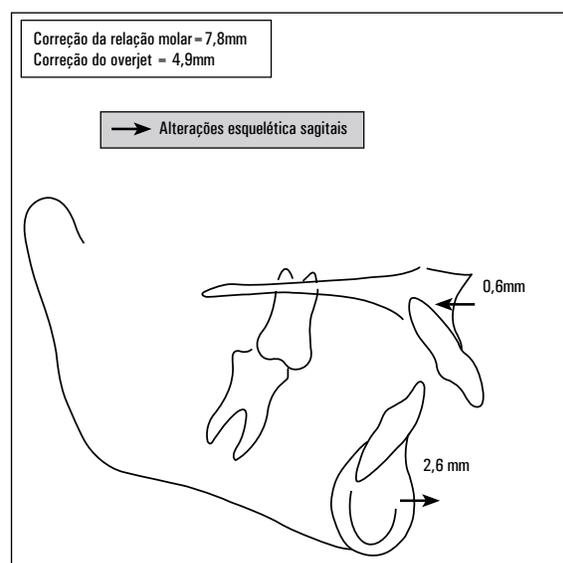


FIGURA 9 - Média das alterações esqueléticas sagitais que contribuíram para a correção da relação sagital e do trespassse horizontal, durante o tratamento com o aparelho Herbst, quando comparado ao grupo controle.

de 7 dias, e a instalação do mecanismo telescópico foi realizada imediatamente após a fase ativa da disjunção, optando-se pelo avanço mandibular único, como preconizado por Pancherz³⁹.

A atresia maxilar de origem esquelética e/ou dentoalveolar é uma característica marcante das más oclusões de Classe III^{53,64}. No entanto, clinicamente, a maioria dos indivíduos não apresenta um quadro de mordida cruzada posterior, visto que a mandíbula, quando retroposicionada, passa a ocluir em uma região mais larga da maxila. Tal atresia é comprovada ao manipular-se a mandíbula até obter-se uma relação de molares de Classe I (Fig. 3). Quando da análise dos modelos de estudo iniciais, verificou-se que 5 (22,8%) dos 22 indivíduos do presente estudo já apresentavam uma mordida cruzada posterior em MIH devida ao grau severo de atresia maxilar. Uma mecânica ortopédica transversal prévia ao avanço mandibular constitui numa conduta terapêutica coerente na grande maioria dos casos de má oclusão de Classe II, 1ª divisão, por deficiência mandibular. Dessa forma, a utilização do disjuntor de Haas parece ser uma abordagem inteligente não só para a correção da discrepância transversal, mas também como um método eficaz para promoção de uma ancoragem otimizada na arcada superior.

Para tentativa de avaliação do efeito real do tratamento no crescimento craniofacial, torna-se necessária a utilização de grupos controles, não tratados ortodonticamente, com características semelhantes às do grupo experimental, principalmente no que diz respeito ao tipo de má oclusão, padrão esquelético, estágio de desenvolvimento da oclusão e estágio de maturação somática⁶⁶. Devido ao longo tempo de acompanhamento necessário para realização do presente estudo, cerca de 3 anos, torna-se difícil, por questões éticas, manter indivíduos portadores de má oclusão de Classe II, 1ª divisão, severas, sem tratamento, apenas com finalidade de documentação para realização de pesquisas clínicas. Destarte, foi utilizado um grupo controle transversal, não tratado ortodonticamen-

te, composto de 105 indivíduos portadores de má oclusão de Classe II, 1ª divisão, divididos em três grupos distintos e pareados ao grupo experimental quanto ao padrão esquelético, à idade cronológica e ao estágio de maturação esquelética, esse último determinado pela curva de crescimento preconizada por Martins³⁰.

Com o objetivo de determinar o erro intra-examinador, 20% das radiografias do grupo controle e experimental foram randomizadamente retraçadas e novamente medidas. Após aplicação do Teste *t* de Student para amostras pareadas, em um nível de significância de 5%, verificou-se que não houve alteração estatisticamente significativa para nenhuma das grandezas cefalométricas utilizadas entre a primeira e a segunda mensuração, o que determinou a confiabilidade do método (Tab. 1).

O mecanismo telescópico do aparelho Herbst ancorado aos arcos dentários superior e inferior exerceria uma força em direção mesial no arco inferior e uma força de reação em direção distal no arco superior. Portanto, mecanicamente, seria lícito acreditar que os efeitos esqueléticos sagitais do aparelho Herbst, como citado extensamente na literatura, envolveriam um estímulo do crescimento mandibular, uma remodelação da articulação têmporo-mandibular, na região do côndilo e fossa articular e algum grau de restrição no crescimento maxilar^{12,13,14,23,33,39,40,41,43,48,57,63}.

A tabela 2 demonstra que, ao comparar-se o comportamento dos indivíduos do grupo experimental nos tempos T1, T2 e T3, respectivamente, houve uma redução significativa no ângulo ANB de 3,2° com o tratamento, mantendo-se uma redução média de 2,7° no período pós-tratamento. A convexidade facial (NAP) também foi reduzida em cerca de 4° e manteve-se estável no período pós-tratamento. O crescimento da mandíbula (Co-Gn) apresentou um aumento significativo com um ano de utilização do aparelho Herbst, em torno de 6mm. Esse aumento de 6mm na grandeza Co-Sn, observado no grupo experimental, não corrobora o que afirma a grande maioria dos autores

que encontraram aumentos de 2mm⁴⁰, 2,2mm³⁹, 2,7mm³³ e 3,5mm⁷³, quando o grupo experimental foi comparado a grupos controle não tratados. No pós-tratamento observou-se uma alteração significativa no comprimento da mandíbula, só que em magnitude muito inferior ao período de tratamento, em média 1mm ao ano. O crescimento maxilar sofreu uma leve restrição com o tratamento, indicado pelo pequeno aumento no comprimento do terço médio da face (Co-Sn), pela ausência de alteração no ângulo SNA e até uma leve redução da distância do ponto A à linha NPerp. Como consequência, ocorreu uma redução na diferença da relação maxilo-mandibular (Co-Gn) – (Co-Sn) de 4,59mm, que se manteve relativamente constante no pós-tratamento. A mandíbula apresentou-se posicionada mais anteriormente, como representado pelo aumento no ângulo SNB e pela redução do grau de retrusão do pogônio (P-Nperp). No pós-tratamento, o comportamento do ângulo SNB indicou uma redução na magnitude do posicionamento anterior da mandíbula de aproximadamente 2,23°, em média.

No entanto, a tabela 3 demonstra que, ao comparar-se o comportamento dos indivíduos do grupo controle em três tempos distintos (T1C, T2C e T3C), não houve uma alteração significativa no ângulo ANB e no ângulo de convexidade facial (NAP). O comprimento efetivo da mandíbula (Co-Gn) apresentou um aumento médio de 2,9mm entre T1C e T2C e de 4,03mm durante todo o período de avaliação (T1C a T3C). O comprimento maxilar (Co-Sn) aumentou em média 1,54mm entre T1C e T2C e 4,7mm durante todo o período de avaliação (T1C a T3C), sendo que a diferença maxilo-mandibular (Co-Gn)-(Co-Sn) permaneceu constante em magnitude. Os ângulos SNA e SNB não sofreram alterações significativas com o crescimento, assim como a distância dos pontos A e Pog em relação à linha Nperp. Embora o grupo controle seja de caráter transversal, os resultados demonstraram uma elevada concordância com a literatura, em que uma ausência de

autocorreção da discrepância esquelética sagital de Classe II foi observada na maioria dos estudos longitudinais que se propuseram a comparar o crescimento de indivíduos com oclusão normal e indivíduos portadores de má oclusão de Classe II, 1ª divisão^{3,5,28,36,55,76}. A redução média do ângulo ANB nos referidos estudos foi de 1° a 2° durante todo o período de crescimento.

A tabela 4 mostra que, quando se comparou o grupo experimental com o grupo controle nos tempos T1 e T1C, respectivamente, não houve diferença estatisticamente significativa para a maioria das grandezas cefalométricas sagitais, exceto para o ângulo de convexidade facial (NAP), que foi maior no grupo experimental, o que evidencia a similaridade morfológica existente entre os dois grupos.

Quando foram comparados os grupos experimental e controle no tempos T2 e T2C, respectivamente (Tab. 5), com o objetivo de tentar mensurar o real efeito do tratamento, observou-se uma melhora significativa na relação entre as bases apicais, representada por uma redução de 2,84° no ângulo ANB e pela redução de 2,16° no ângulo NAP. O comprimento efetivo da mandíbula (Co-Gn) apresentou-se maior (5,51mm) no grupo experimental (T2), assim como a diferença (Co-Gn)-(Co-Sn) (4,77mm) e o ângulo SNB (4,5°). As grandezas cefalométricas Co-Sn e SNA não mostraram diferenças estatisticamente significativas. Quanto ao posicionamento da maxila e da mandíbula em relação à linha Nperp, observou-se uma redução significativa de 1mm no Nperp-A e uma diminuição no grau de retrusão do pogônio (P-Nperp) de aproximadamente 1,7mm. Tais resultados confirmaram os achados dos estudos existentes na literatura quanto aos efeitos esqueléticos sagitais imediatos suscitados pelo aparelho Herbst, no tratamento das más oclusões de Classe II, 1ª divisão^{13,26,29,33,38,39,40,56,62,67,71,74}, ou seja, uma leve restrição do crescimento maxilar e um aumento no comprimento efetivo e/ou repocionamento anterior da mandíbula. A interpretação do real efeito do aparelho Herbst no crescimento maxilar pode

Tabela 1 - Cálculo do erro intra-examinador para as grandezas cefalométricas angulares e lineares utilizadas para determinação das alterações esqueléticas sagitais em 20% da amostra randomicamente selecionada a partir dos grupos controle e experimental.

Grandezas cefalométricas	Grupo				P
	1ª mensuração		2ª mensuração		
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	
ANB (°)	5,71	1,59	5,68	1,66	0,325
NAP (°)	11,00	3,07	11,01	3,09	0,711
Co-Gn (mm)	107,97	5,42	107,96	5,41	0,325
Co-Sn (mm)	88,62	4,28	88,68	4,35	0,254
(Co-Gn)-(Co-Sn) (mm)	19,35	3,18	19,34	3,24	0,661
SNA (°)	81,29	3,07	81,29	3,09	1,000
NPerp-A (mm)	1,13	2,31	1,18	2,37	0,263
SNB (°)	75,50	3,25	75,56	3,28	0,055
P-NPerp (mm)	-8,00	4,64	-8,06	4,66	0,160
A-OLp (mm)	77,04	3,40	76,96	3,42	0,338
Pog-OLp (mm)	76,47	4,51	76,47	4,51	1,000
Ar-OLp (mm)	9,12	2,98	9,16	3,01	0,184
(Pog-OLp)+(Ar-OLp) (mm)	85,59	4,45	85,65	4,44	0,103

*P < 0,05 = nível mínimo de significância do Teste t para a amostra pareada.

Tabela 2 - Alterações esqueléticas sagitais induzidas pelo aparelho Herbst no tratamento da má oclusão de Classe II, 1ª divisão.

Grandezas cefalométricas	Tempo					
	T1		T2		T3	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
ANB (°)	6,91 ^c	1,57	3,59 ^a	1,01	4,18 ^b	1,26
NAP (°)	13,41 ^b	3,96	9,18 ^a	3,39	9,45 ^a	3,62
Co-Gn (mm)	106,68 ^c	3,37	112,68 ^b	3,82	114,77 ^a	4,01
Co-Sn (mm)	88,59 ^c	3,11	89,91 ^b	3,10	92,77 ^a	2,89
(Co-Gn)-(Co-Sn) (mm)	18,09 ^b	2,78	22,68 ^a	2,53	22,00 ^a	2,64
SNA (°)	81,41 ^a	2,63	80,77 ^a	2,51	81,18 ^a	2,26
NPerp-A (mm)	1,64 ^b	2,05	0,68 ^a	1,31	0,93 ^a	1,75
SNB (°)	74,50 ^a	2,92	79,18 ^c	3,33	76,95 ^b	2,57
P-NPerp (mm)	-9,73 ^a	4,72	-6,39 ^b	3,46	-6,95 ^b	3,87
A-OLp (mm)	76,07 ^a	2,59	77,05 ^a	2,92	79,09 ^b	3,52
Pog-OLp (mm)	74,50 ^a	3,69	78,45 ^b	3,54	80,41 ^c	4,23
Ar-OLp (mm)	9,00 ^a	3,06	9,70 ^b	3,13	10,00 ^b	3,39
(Pog-OLp)+(Ar-OLp) (mm)	83,50 ^a	3,00	88,14 ^b	2,81	90,68 ^c	4,26

Médias seguidas de letras distintas diferem significativamente através da Análise de Variância utilizando o delineamento em blocos casualizados, complementado pelo teste de Comparações Múltiplas de Tukey, ao nível de significância de 5%.

Tabela 3 - Alterações esqueléticas sagitais observadas no grupo controle.

Grandezas cefalométricas	Tempo					
	TC1		TC2		TC3	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
ANB (°)	6,49 ^a	1,48	6,43 ^a	1,20	6,34 ^a	1,37
NAP(°)	11,34 ^a	3,54	11,34 ^a	2,94	11,09 ^a	3,47
Co-Gn (mm)	104,80 ^a	5,02	107,17 ^{ab}	4,81	108,83 ^b	4,56
Co-Sn (mm)	86,57 ^a	4,92	88,11 ^a	4,32	91,27 ^b	3,25
(Co-Gn)-(Co-Sn) (mm)	18,29 ^a	2,73	17,91 ^a	2,79	18,10 ^a	4,56
SNA(0) (mm)	80,46 ^a	3,47	81,11 ^a	2,94	80,93 ^a	2,46
NPerp-A(mm)	1,34 ^a	2,84	1,60 ^a	2,09	4,56 ^a	16,05
SNB (°)	73,97 ^a	3,20	74,69 ^a	2,87	75,44 ^a	4,01
P-NPerp (mm)	-8,10 ^a	5,24	-8,09 ^a	4,17	-7,64 ^a	4,05
A-OLp (mm)	75,23 ^a	3,15	76,89 ^a	3,34	78,99 ^b	3,73
Pog-OLp (mm)	74,49 ^a	3,44	75,86 ^a	3,41	78,76 ^b	3,82
Ar-OLp (mm)	8,59 ^a	3,14	9,10 ^a	2,38	9,80 ^a	3,35
(Pog-OLp)+(Ar-OLp) (mm)	83,10 ^a	4,32	84,93 ^a	3,93	86,24 ^a	14,59

Médias seguidas de letras distintas diferem significativamente através da Análise de Variância complementada pelo teste de Comparações Múltiplas de Tukey, ao nível de significância de 5%.

Tabela 4 - Comparação do padrão esquelético sagital entre os grupos experimental e controle (T1 x T1C).

Grandezas cefalométricas	Grupo				p
	Controle		Experimental		
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	
ANB (0)	6,49	1,48	6,91	1,57	0,309
NAP(0)	11,34	3,54	13,41	3,96	0,045*
Co-Gn (mm)	104,80	5,02	106,68	3,37	0,127
Co-Sn(mm)	86,57	4,92	88,59	3,11	0,063
(Co-Gn)-(Co-Sn) (mm)	18,29	2,73	18,09	2,78	0,795
SNA(0)	80,46	3,47	81,41	2,63	0,275
NPerp-A(mm)	1,34	2,84	1,64	2,05	0,676
SNB(0)	73,97	3,20	74,50	2,92	0,533
P-NPerp(mm)	-8,10	5,24	-9,73	4,72	0,241
A-OLp(mm)	75,23	3,15	76,07	2,59	0,300
Pog-OLp(mm)	74,49	3,44	74,50	3,69	0,988
Ar-OLp(mm)	8,59	3,14	9,00	3,06	0,626
(Pog-OLp)+(Ar-OLp) (mm)	83,10	4,32	83,50	3,00	0,706

P<0,05 = nível mínimo de significância do Teste t de Student para amostras independentes.

* Estatisticamente significante.

Tabela 5 - Comparação do padrão esquelético sagital entre os grupos experimental e controle (T2 x T2C).

Grandezas cefalométricas	Grupo				P
	Controle		Experimental		
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	
ANB (°)	6,43	1,20	3,59	1,01	<0,001*
NAP(°)	11,34	2,94	9,18	3,39	0,014*
Co-Gn (mm)	107,17	4,81	112,68	3,82	<0,001*
Co-Sn (mm)	88,11	4,32	89,91	3,10	0,097
(Co-Gn)-(Co-Sn) (mm)	17,91	2,79	22,68	2,53	<0,001*
SNA (°)	81,11	2,94	80,77	2,51	0,653
NPerp-A (mm)	1,6	2,09	0,68	1,31	0,046*
SNB (°)	74,69	2,87	79,18	3,33	<0,001*
P-NPerp (mm)	-8,09	5,24	-6,39	3,46	0,116
A-OLp (mm)	76,89	3,34	77,05	2,92	0,854
Pog-OLp (mm)	75,86	3,41	78,45	3,54	0,008*
Ar-OLp (mm)	9,10	2,38	9,70	3,13	0,413
(Pog-OLp)+(Ar-OLp) (mm)	84,93	3,93	88,14	2,81	0,002*

P<0,05 = nível mínimo de significância do Teste t de Student para amostras independentes.

* Estatisticamente significante

Tabela 6 - Comparação do padrão esquelético sagital entre os grupos experimental e controle (T3 x T3C).

Grandezas cefalométricas	Grupo				P
	Controle		Experimental		
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	
ANB (°)	6,34	1,37	4,18	1,26	<0,001*
NAP (°)	11,09	3,47	9,45	3,62	0,095
Co-Gn (mm)	108,83	4,56	114,77	4,01	<0,001*
Co-Sn (mm)	91,27	3,25	92,77	2,89	0,095
(Co-Gn)-(Co-Sn) (mm)	18,10	3,51	92,77	2,64	<0,001*
SNA (°)	80,93	2,46	81,18	2,26	0,698
NPerp-A (mm)	4,56	16,05	0,93	1,75	0,297
SNB (°)	75,44	4,01	76,95	2,57	0,121
P-NPerp (mm)	-7,64	4,05	-6,95	3,87	0,528
A-OLp (mm)	78,99	3,73	79,09	3,52	0,916
Pog-OLp (mm)	78,76	3,82	80,41	4,23	0,133
Ar-OLp (mm)	9,80	3,35	10,00	3,39	0,828
(Pog-OLp)+(Ar-OLp) (mm)	86,24	3,35	90,68	2,81	0,171

P<0,05 = nível mínimo de significância do Teste t de Student para amostras independentes.

* Estatisticamente significante

ter sido influenciada pela remodelação do ponto A decorrente da lingualização dos incisivos superiores promovida pelo aparelho. Vale ressaltar que a magnitude dos efeitos esqueléticos sagitais foi similar ao encontrado nos indivíduos tratados no pico de crescimento puberal, quando se poderia esperar um efeito ortopédico mais significativo.

No intuito de determinar a magnitude dos efeitos esqueléticos sagitais que contribuíram para a correção da relação molar (7,8mm) e do trespasse horizontal (4,9mm), quando comparado ao grupo controle, foi utilizada a grade de referência proposta por Pancherz³⁹ (Fig. 8). Todos os achados confirmaram os diversos estudos que avaliaram os efeitos imediatos suscitados pelo aparelho Herbst na correção das más oclusões de Classe II (Fig. 9), onde as alterações esqueléticas contribuíram em cerca de 40% (3,2mm) para a correção da relação molar. No que se refere à localização das alterações esqueléticas, as mesmas foram mais predominantes na mandíbula (2,6mm - 33,3%) do que na maxila (0,6mm - 7,7%). Ao se analisar o mecanismo de correção do trespasse horizontal, verificou-se que as alterações esqueléticas sagitais contribuíram em cerca de 65,5% (3,2mm) do total da correção (4,9mm). De acordo com a localização das alterações esqueléticas, as mesmas foram mais predominantes na mandíbula (2,6mm - 53,1%) do que na maxila (0,6mm - 12,2%).

Ao comparar-se os tempos T3 e T3C (Tab. 6), observou-se uma diferença estatisticamente significativa para o ângulo ANB, menor (2,16°) no grupo experimental (T3), para o comprimento efetivo da mandíbula (Co-Gn), maior (5,94mm) no grupo experimental (T3) e para a diferença (Co-Gn)-(Co-Sn), maior (3,9mm) no grupo experimental (T3). As grandezas cefalométricas NAP, Co-Sn, SNA, Nperp-A, SNB e P-Nperp não mostraram diferenças estatisticamente significantes nos grupos experimental (T3) e controle (T3C).

Os resultados do presente estudo, embora reflitam uma tendência de retorno ao padrão original de crescimento, principalmente no que diz respeito

ao posicionamento espacial da mandíbula (SNB) e à magnitude de incremento anual do crescimento mandibular (Co-Gn), evidenciaram uma melhora significativa da relação entre as bases apicais nos dois anos após a remoção do aparelho, onde a correção do ângulo ANB manteve-se em torno de 2° e a diferença maxilo-mandibular aumentou 3,9mm. Esse resultado positivo pode ser atribuído à eficácia da contenção com o Bionator. Nenhuma alteração no posicionamento espacial da maxila foi observada no período de controle pós-tratamento, demonstrando o efeito temporário sobre o complexo nasomaxilar, em concordância com os achados de Croft et al.⁶, Pancherz⁴¹, Pancherz e Anehus-Pancherz⁴³ e Pancherz e Hansen⁴⁵.

Quando se compararam essas alterações com as apresentadas por uma amostra longitudinal de indivíduos portadores de má oclusão de Classe II, 1ª divisão, pertencente à Universidade de Ohio (Ohio State University longitudinal Growth Study)³⁶, confirmou-se a real melhora espacial na relação entre as bases apicais, visto que o ângulo ANB nessa amostra diminuiu apenas 0,6° dos 8 aos 12 anos idade, intervalo similar ao do estudo em questão. Para esses indivíduos o comprimento efetivo da mandíbula aumentou cerca de 4,5mm dos 8 aos 12 anos de idade.

A tendência de recuperação do padrão de crescimento original é algo bastante discutido na literatura e, para alguns autores, o efeito esquelético seria resultante de uma “antecipação” ou “hipoteca” de crescimento mandibular²¹, visto que a magnitude de crescimento anual no período pós-tratamento reduziria a patamares inferiores aos dos indivíduos não tratados ortodonticamente^{7,26}, determinando a temporariedade do efeito ortopédico. Assim, no final do crescimento craniofacial, o efeito do tratamento no crescimento mandibular seria quase imperceptível, cerca de mais ou menos 1mm^{2,7,26,73}, denotando a dificuldade em modificar a codificação genética determinante do crescimento mandibular.

A melhora na relação sagital entre as bases api-

cais poderia ser explicada também pela remodelação da articulação têmporo-mandibular promovida pelo avanço mandibular, o que foi comprovado por inúmeros estudos histológicos realizados em animais e por estudos clínicos em humanos, utilizando-se ressonância magnética. Todos esses estudos mostraram ser possível, em extensão variável, promover um aumento no crescimento condilar e uma remodelação da fossa articular durante a terapia com o aparelho Herbst, o que poderia contribuir para a manutenção de uma posição mais anteriorizada da mandíbula. Segundo Pancherz et al.⁴⁹, esse crescimento condilar efetivo é predominantemente sagital e se dá na região posterior e superior da cabeça da mandíbula, influenciando secundariamente a posição ântero-posterior do mento.

Confirmando-se os resultados de uma gama de estudos existentes na literatura com o aparelho Herbst, no estágio de dentadura permanente^{8,10,12,23,26,39,40,41,45,46,56,62,67,74}, o referido aparelho também se mostrou um método bastante eficaz para correção da relação molar e do trespasse horizontal nas más oclusões de Classe II, 1ª divisão, tratadas no estágio de dentadura mista, período intertransitório. Uma melhora na relação entre as bases apicais, maxila e mandíbula, foi evidente, no entanto a discrepância esquelética sagital não foi totalmente corrigida.

Sendo assim, no que se refere às alterações esqueléticas sagitais, verificou-se, durante a fase ativa do tratamento, uma inibição do crescimento maxilar, um incremento temporário no crescimento mandibular (durante os 12 meses de tratamento o crescimento mandibular foi aumentado, em média, 2 vezes mais do que no grupo controle) e um deslocamento anterior da mandíbula. No período de acompanhamento de 2 anos pós-tratamento, o efeito no crescimento do complexo maxilar mostrou-se imperceptível, houve uma recidiva parcial do posicionamento anterior da mandíbula e uma tendência de retorno ao padrão de crescimento mandibular prévio ao tratamento. No entanto, uma melhora significativa na relação espacial en-

tre as bases apicais foi evidente, demonstrando a eficácia da terapia com o aparelho Herbst e da contenção com o Bionator ou AEB conjugado com ativador¹¹ no tratamento precoce das más oclusões de Classe II.

O acompanhamento de 2 anos pós-tratamento deixou evidente que, embora uma tendência de retorno ao padrão genômico de crescimento craniofacial e uma recuperação do crescimento se manifeste após a remoção do aparelho Herbst, a magnitude das alterações induzidas na relação molar e no trespasse horizontal foram significantes em relação ao grupo controle não tratado, demonstrando a eficácia desse aparelho na correção das más oclusões de Classe II, 1ª divisão. O tratamento precoce exige, como sugerido na literatura, uma contenção a longo prazo com um Bionator a fim de minimizar essa tendência de recidiva e contribuir para manutenção da correção a longo prazo, visto que a intercuspidação, assumidamente um dos fatores mais importantes para estabilidade dos resultados, não está presente no estágio de dentadura mista, período intertransitório, marco inicial do protocolo de tratamento precoce adotado no presente estudo.

CONCLUSÕES

- As alterações esqueléticas sagitais suscitadas pelo avanço mandibular com o aparelho Herbst no tratamento das más oclusões de Classe II, 1ª divisão de Angle, por um período médio de 12 meses, consistiram em um efeito clinicamente insignificante de restrição do crescimento maxilar, um estímulo do crescimento mandibular e um posicionamento mais anterior da mandíbula, contribuindo para uma melhora significativa na relação entre as bases apicais;

- Essas alterações esqueléticas sagitais contribuíram em cerca de 41% para correção da relação molar de Classe II e foram mais predominantes na mandíbula (33,3%) do que na maxila (7,7%).

- A correção do trespasse horizontal ocorreu predominantemente em decorrência das altera-

ções esqueléticas sagitais (cerca de 65%). Essas alterações esqueléticas foram mais evidentes na mandíbula (53,1%) do que na maxila (12,2%);

- No final do período de 2 anos pós-remoção do aparelho, houve uma tendência de redução da magnitude das alterações induzidas, no entanto uma melhora significativa na relação entre as bases apicais, no trespassse horizontal e na relação molar ainda foram evidentes, demonstrando a importância da contenção com o Bionator.

- Embora uma tendência de redução da magnitude das alterações esqueléticas induzidas pela te-

rapia, após 2 anos da remoção do aparelho Herbst, possa estar associada a um retorno ao padrão original de crescimento determinado geneticamente, evidenciado pela menor magnitude de crescimento anual da mandíbula, após a fase ativa do tratamento com o aparelho Herbst, o incremento total do comprimento mandibular (CoSn) foi 4mm maior no grupo experimental.

Enviado em: Dezembro de 2003
Revisado e aceito: Março de 2004

Cephalometric study of the early treatment of Class II division 1 malocclusion with the Herbst appliance: sagittal skeletal alterations

Abstract

Aim: the present study aimed at evaluating the sagittal skeletal alterations after Herbst appliance treatment. **Methods:** the sample was comprised by 22 subjects with Class II division 1 malocclusion, being 11 males and 11 females, with a mean age of 9.01 years (± 0.6 months), who presented Class II facial pattern, mandibular deficiency and Class II skeletal pattern ($ANB \geq 5^\circ$ and $Co-Gn - Co-Sn \leq 20mm$) and were consecutively treated with the Herbst appliance for a mean period of 12 months. All subjects were on the intermediate period of the mixed dentition and on the pre-pubertal stage. Evaluation was performed on lateral cephalograms taken in three different moments: T1) initial, T2) soon after removal of the appliance, T3) 2 years after treatment completion. The control group was composed by 105 subjects with skeletal Class II malocclusion not submitted to orthodontic treatment, matched as to the bone and chronological ages of the study group. Statistical analysis was performed by means of Analysis of Variance (ANOVA), complemented by the Tukey test for multiple comparisons and the Student's t test, at a significance level of 5%. **Results and Conclusion:** the results revealed a not significant effect of restriction of the maxillary growth, stimulation of the mandibular growth and forward positioning of the mandible, which contributed to a significant improvement in the jaw relationship. These sagittal skeletal alterations accounted for about 41% of the correction of the Class II molar relationship and 65% of the overjet correction. At 2 years after removal of the appliance there was a tendency towards a reduction in the magnitude of the alterations achieved; however, significant improvements in the jaw relationship, overjet and molar relationship were noticeable.

Key words: Class II malocclusion. Mandibular growth. Herbst appliance.

REFERÊNCIAS

1. ALARASHI, M.; FRANCHI, L.; MARINELLI, A. Morphometric analysis of the transverse dentoskeletal features of class II malocclusion in the mixed dentition. **Angle Orthod**, Appleton, v.73, no.1, p. 21-25, Jan. 2003.
2. ALBERS, A. M. F.; DERMAUT, L. R. Orthopedics in orthodontics: Part I, fiction or reality – a review of the literature. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 110, no. 5, p. 513-519, Nov. 1996.
3. BACETTI, T. et al. Early dentofacial features of class II malocclusion: a longitudinal study from the deciduous through the mixed dentition. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 111, no. 5, p. 502-509, May 1997.
4. BAKKE, M.; PAULSEN, H. U. Herbst treatment in late adolescence: clinical, electromyographic, kinesiographic, and radiographic analysis of one case. **Eur J Orthod**, Oxford, v.11, no. 4, p. 397 - 407, Nov. 1981.
5. CARTER, N. E. Dentofacial changes in untreated Class II division subjects. **Br J Orthod**, London, v. 14, no. 4, p. 225-234, Nov. 1987.
6. CROFT, R.; BUSCHANG, P.; MEYER, R. A cephalometric and tomographic evaluation of Herbst treatment in the mixed dentition. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 116, no. 4, p. 435-443, Oct. 1999.
7. DeVINCENZO, J. P. Changes in mandibular length before, during, and after successful orthopedic correction of class II malocclusion, using a functional appliance. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 99, no.3, p. 241-257-443, Mar. 1991.

8. FRANCHI, L.; BACCETTI, T.; McNAMARA JR., J. A. Treatment and posttreatment effects of acrylic splint Herbst appliance therapy. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 115, no. 4, p. 429-438, Apr. 1999.
9. GRAVELY, J. F.; BENZIES, M. P. The clinical significance of tracing error in cephalometry. **Br J Orthod**, Oxford, v. 1, no. 3, p. 95-101, 1974.
10. HÄGG, U.; PANCHERZ, H. Dentofacial orthopaedics in relation to chronological age, growth period and skeletal development. An analysis of 72 male patients with Class II division 1 malocclusion treated with the Herbst appliance. **Eur J Orthod**, Oxford, v. 10, no. 3, p. 169 - 176, Aug. 1988.
11. HÄGG, T. et al. What does headgear add to Herbst treatment and to retention? **Semin Orthod**, Philadelphia, v. 9, no. 1, p. 57-66, Mar. 2003.
12. HANSEN, K. Post- treatment effects of the Herbst appliance: a radiographic, clinical and biometric investigation. **Swed Dent J**, Jonkoping Swedish, v. 88, p.1- 49, 1992.
13. HANSEN, K.; PANCHERZ, H. Long-term effects of Herbst treatment in relation to normal growth development: a cephalometric study. **Eur J Orthod**, Oxford, v. 14, no. 4, p. 285-295, Aug. 1992.
14. HANSEN, K.; PANCHERZ, H.; PETERSON, A. Long-term effects of the Herbst appliance on the craniomandibular system with special reference to the TMJ. **Eur J Orthod**, Oxford, v. 12, no. 3, p. 244-253, Aug. 1990.
15. HARVOLD, E. Morphogenetic response to activator treatment. **Am J Orthod**, St. Louis, v. 60, no. 5, p. 478-490, Nov. 1971.
16. HINTON, R. J.; McNAMARA, J. A. Effect of age on the adaptive response of the adult temporomandibular joint. **Angle Orthod**, Appleton, v. 54, no. 2, p. 154-162, Apr. 1984a.
17. HINTON, R. J.; McNAMARA, J. A. Temporal bone adaptations in response to protrusive function in juvenile and young adult rhesus monkeys. **Eur J Orthod**, Oxford, v. 6, no. 3, p.155-174, Aug. 1984b.
18. HOUNSTON, W. J. B. The analysis of errors in orthodontic measurements. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 83, no. 5, p. 382-390, May 1983.
19. HOWE, R. P. The bonded Herbst appliance. **J Clin Orthod**, Boulder, v. 16, no. 10, p. 663-667, Oct. 1982.
20. HOWE, R. P.; McNAMARA, J. A. Clinical management of the bonded Herbst appliance. **J Clin Orthod**, Boulder, v. 17, no. 7, p. 456-463, July 1983.
21. JOHNSTON JR., L. E. Functional appliances: a mortgage on mandibular position. **Aust Orthod J**, Brisbane, v. 14, no. 3, p.154-157, Oct. 1996.
22. KEIM, R. G. et al. JCO study of Orthodontic diagnosis and treatment procedures. **J Clin Orthod**, Boulder, v. 36, no. 10, p. 553-568, Oct. 2002.
23. KONIK, M.; PANCHERZ, H.; HANSEN, K. The mechanics of Class II corrections in late Herbst treatment. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 112, no. 1, p. 87-91, July 1997.
24. OROLUK, L. D.; TULLOC, C. J. F.; PHILLIPS, C. Incisor trauma and early treatment for Class II division 1 malocclusion. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 123, no. 2, p. 117-126, Feb. 2003.
25. LAI, O. Molar distalization with the Herbst appliance. **Semin Orthod**, Philadelphia, v. 6, no. 2, p.119-128, June 2000.
26. LAI, M.; McNAMARA, J. An evaluation of two-phase treatment with the Herbst appliance and preadjusted edgewise therapy. **Semin Orthod**, Philadelphia, v. 4, no. 1, p. 46-58, Mar. 1998.
27. LANGFORD, N. M. The Herbst appliance. **J Clin Orthod**, Boulder, v. 15, no. 8, p. 558-564, Aug. 1981.
28. LIMA, E. M. S. **Avaliação do crescimento dos ossos maxilares e da mandíbula em indivíduos portadores de Classe II esquelética**. 1999. 146 f. Tese (Doutorado)-Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.
29. MANFREDI, C. et al. Skeletal changes of Herbst appliance therapy investigated with more conventional cephalometrics and european norms. **Angle Orthod**, Appleton, v. 71, no. 3, p. 170-176, 2001.
30. MARTINS, J. C. R. **Surto de crescimento puberal e maturação óssea em ortodontia**. 1979. 144 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade de São Paulo, São Paulo, 1979.
31. McNAMARA, J.A. Components of Class II malocclusion in children 8-10 years of age. **Angle Orthod**, Appleton, v. 51, no. 3, p. 177-202, July 1981.
32. McNAMARA, J. A.; HINTON, R. J.; HOFFMAN, D. L. Histologic analysis of temporomandibular joint adaptations to protrusive function in young adults rhesus monkey (Macaca mulatta). **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 82, no. 4, p.288-298, Oct. 1982.
33. McNAMARA, J. A.; HOWE, R. P.; DISCHINGER, T. G. A comparison of the Herbst and Fränkel appliances in the treatment of class II malocclusion. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 98, no. 2, p. 134-144, Aug. 1990.
34. McNAMARA, J. A.; PETERSON, J. E.; PANCHERZ, H. Temporomandibular joint adaptations associated with Herbst appliance treatment in juvenile rhesus monkeys (Macaca mulatta). **Semin Orthod**, Philadelphia, v. 9, no. 1, p. 12-25, Mar. 2003a.
35. McNAMARA, J. A.; PETERSON, J. E.; PANCHERZ, H. Histologic changes associated with the Herbst appliance in adult rhesus monkeys (Macaca mulatta). **Semin Orthod**, Philadelphia, v. 9, no. 1, p. 26-40, Mar. 2003b.
36. NGAN, P. W.; BYCZEK, E.; SCHEICK, J. Longitudinal evaluation of growth changes in Class II division 1 subjects. **Semin Orthod**, Philadelphia, v. 3, no. 4, p. 222- 231, Dec. 1997.
37. OBJIOU, C.; PANCHERZ, H. Herbst appliance treatment of Class II, division 2 molocclusions. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 112, p. 287-291, 1997.
38. PANCHERZ, H. Treatment of Class II malocclusion by jumping the bite with the Herbst appliance. A cephalometric investigation. **Am J Orthod**, St. Louis, v. 76, p. 423-442, 1979.
39. PANCHERZ, H. The mechanisms of Class II correction in Herbst appliance treatment: a cephalometric investigation. **Am J Orthod**, St. Louis, v. 82, p. 104-113, 1982.
40. PANCHERZ, H. The Herbst appliance- its biological effects and clinical use. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 87, p. 1-20, Jan. 1985.
41. PANCHERZ, H. The effects, limitations, and long-term dentofacial adaptations to treatment with Herbst appliance. **Semin Orthod**, Philadelphia, v. 3, no. 4, p. 232-243, Dec. 1997.
42. PANCHERZ, H. History, background, and development of the Herbst appliance. **Semin Orthod**, Philadelphia, v. 9, no. 1, p. 3-11, Mar. 2003.
43. PANCHERZ, H.; ANEHUS- PANCHERZ, M. The headgear effect of the Herbst appliance: a cephalometric long- term study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 103, no. 6, p. 510-520, June 1993.
44. PANCHERZ, H.; HÄAG, V. Dentofacial orthopedics in relation to somatic maturation. An analysis of 70 consecutive cases with the Herbst appliance. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 88, no. 4, p. 273-287, Oct. 1985.
45. PANCHERZ, H.; HANSEN, K. Occusal changes during and after Herbst appliance: a cephalometric investigation. **Eur J Orthod**, Oxford, v. 8, no. 4, p. 46-60, Nov. 1986.
46. PANCHERZ, H.; HANSEN, K. Mandibular anchorage in Herbst treatment. **Eur J Orthod**, Oxford, v. 10, no. 2, p. 149-164, May 1988.
47. PANCHERZ, H.; FACKEL, U. The skeletofacial growth pattern pre and post- dentofacial orthopedics: a long term study of class II malocclusions treated with the Herbst appliance. **Eur J Orthod**, Oxford, v.12, no. 12, p. 209-218, May 1990.
48. PANCHERZ, H.; RUF, S. The Herbst appliance: research- based updated clinical possibilities. **World J Orthod**, Carol Stream, v. 1, no. 1, p. 17-31, Jan. 2000.
49. PANCHERZ, H. P.; RUF, S.; KOHLHAS, P. Effective condylar growth and chin position changes in Herbst treatment: a cephalometric roentgenographic. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 114, no. 4, p. 437-446, Oct. 1998.
50. PANCHERZ, H.; RUF, S.; FAUBERT, C. T. Mandibular articular disk position changes during Herbs treatment: a prospective longitudinal MRI study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 119, no. 2, p. 207-214, Aug. 1999.

51. PAULSEN, H. U. Morphological changes of the TMJ condyles of 100 patients treated with the Herbst appliance in the period of the puberty to adulthood: a long-term radiographic study. **Eur J Orthod**, Oxford, v. 19, no. 6, p. 657-668, Dec. 1997.
52. PAULSEN, H. U.; BAKKE, M.; HERSINK, A. et al. CT-scanning and radiographic analysis of temporomandibular joints and cephalometric analysis in case of Herbst treatment in later puberty. **Eur J Orthod**, Oxford, v. 17, no. 3, p. 165-175, June 1995.
53. RABIE, A. B. et al. The correlation of replicating cells and osteogenesis in the condyle during stepwise advancement. **Angle Orthod**, Appleton, v. 73, no. 4, p. 457-465, 2003.
54. ROTHSTEIN, T.; YOON-TARLIE, C. Dental and facial skeletal characteristics and growth of males and females with class II, division 1 malocclusion between the ages of 10 and 14 (revisited) – Part I: characteristics of size, form, and position. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 117, no. 3, p. 320-332, Mar. 2000.
55. ROGERS, M. B. The banded Herbst appliance. **J Clin Orthod**, Boulder, v. 35, no. 8, p. 494-499, Aug. 2001.
56. RUF, S.; PANCHERZ, H. The mechanism of class II correction during Herbst therapy in relation to the vertical jaw base relationship: a cephalometric roentgenographic study. **Angle Orthod**, Appleton, v. 67, no. 4, p. 271-276, 1997.
57. RUF, S.; PANCHERZ, H. Long-term effects of Herbst treatment: a clinical and MRI study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 114, no. 5, p. 475-483, Nov. 1998a.
58. RUF, S.; PANCHERZ, H. Temporomandibular joint growth adaptation in Herbst treatment: a prospective magnetic resonance imaging and cephalometric roentgenographic study. **Eur J Orthod**, Oxford, v. 20, no. 4, p. 375-388, Aug. 1998b.
59. RUF, S.; PANCHERZ, H. Temporomandibular joint remodeling in adolescents and young adults during Herbst treatment: a prospective longitudinal magnetic resonance and cephalometric radiographic investigation. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 115, no. 6, p. 607-618, June 1999.
60. RUF, S.; PANCHERZ, H. Does bite jumping damage the TMJ? A prospective longitudinal clinical and MRI study of Herbst patients. **Angle Orthod**, Appleton, v. 70, no. 3, p. 183-199, June 2000.
61. RUF, S.; PANCHERZ, H. When in the ideal period for Herbst therapy: early or late? **Semin Orthod**, Philadelphia, v. 9, no. 1, p. 47-56, Mar. 2003.
62. SIDHU, M. S.; KHARBANDA, M. S.; SIDHU, S. S. Cephalometric analysis of changes produced by a modified Herbst appliance in the treatment of Class II division 1 malocclusion. **Br J Orthod**, Oxford, v. 22, no. 1, p. 1-12, Feb. 1995.
63. SILVA FILHO, O. G. et al. Aparelho de Herbst: variação para o uso na dentadura mista. **R Dental Press Ortodon Ortop Facial**, Maringá, v. 5, n. 5, p. 58-67, set./out. 2000.
64. SILVA FILHO, O. G. et al. O aparelho Herbst e as alterações adaptativas na ATM: revisão de literatura. **J Bras Ortodon Ortop Facial**, Curitiba, v. 7, n. 41, p. 426 - 437, set./out. 2002.
65. TOLLARO, I. et al. Role of posterior transverse interarch discrepancy in class II, division 1 malocclusion during the mixed dentition phase. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 110, no. 4, p. 417-422, Oct. 1996.
66. TUNCAY, O. C.; TULLOC, C. Apparatus criticus: methods used to evaluate growth modification in Class II malocclusion. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 102, no. 6, p. 531-536, Dec. 1992.
67. VALANT, J. R.; SINCLAIR, P. Treatment effects of the Herbst appliance. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 95, no. 2, p. 138-147, Feb. 1993.
68. VOUDOURIS, J. C. H.; KUFTINEK, M. M. Improved clinical use of Twin-block and Herbst as a result of radiating viscoelastic tissue forces on the condyle and fossa in treatment and long-term retention: growth relativity. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 117, no. 3, p. 247-266, Mar. 2000.
69. VOUDOURIS, J. C. H. et al. Condyle-fossa modifications and muscle interactions during Herbst treatment. Part 1. New technological methods. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 123, no. 6, p. 604-613, June 2003a.
70. VOUDOURIS, J. C. H. et al. Condyle-fossa modifications and muscle interactions during Herbst treatment, Part 2. Results e conclusions. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 124, no. 1, p. 13-29, July 2003b.
71. WIESLANDER, L. Intensive treatment of severe Class II malocclusion with a headgear-Herbst appliance in the early mixed dentition. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 86, no. 1, p. 1-13, July 1984.
72. WIESLANDER, L. Long-term effects of treatment with the headgear-appliance in the early mixed dentition. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 104, no. 4, p. 319-329, Oct. 1993.
73. WINDMILLER, E. C. The acrylic-splint Herbst appliance: a cephalometric evaluation. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 104, no. 4, p. 73-84, July 1993.
74. WONG, G. W. K.; SO, L. L. Y.; HÄGG, U. A comparative study of sagittal correction with the Herbst appliance in two different ethnic groups. **Eur J Orthod**, Oxford, v. 19, no. p. 195-204, 1997.
75. WOODSIDE, D. G.; METAXAS, A.; ALTUNA, G. The influence of functional appliance therapy on glenoid fossa remodeling. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 92, no. 3, p. 181-198, Sept. 1987.
76. YOU, Z. H. et al. Dentoalveolar changes related to mandibular forward growth in untreated Class II persons. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 120, no. 6, p. 598-607, Dec. 2001.

Endereço para correspondência

Marcus Vinicius Neiva Nunes do Rego
Av. Lindolfo Monteiro, 1030 - Bairro de Fátima
CEP: 64049-440 - Teresina/PI
E-mail: mvnn@ig.com.br