

Efeitos dento-esqueléticos produzidos pelo aparelho de Herbst na dentadura mista*

Marcio Rodrigues de Almeida**, José Fernando Castanha Henriques***, Renato Rodrigues de Almeida****, Weber Ursi*****, Renata Rodrigues de Almeida-Pedrin*****, James A. McNamara Jr.*****

Resumo

Objetivo: o objetivo desta pesquisa clínica prospectiva foi avaliar as alterações cefalométricas dentárias e esqueléticas produzidas pelo aparelho de Herbst em jovens com má oclusão de Classe II, 1ª divisão durante a dentadura mista. **Metodologia:** trinta jovens (15 do gênero masculino e 15 do feminino) com idade média inicial de 9 anos e 10 meses foram tratados com o aparelho de Herbst por um período de 12 meses. Para a comparação dos grupos utilizou-se uma amostra controle de 30 jovens (15 do gênero masculino e 15 do feminino) Classe II, 1ª divisão, com idade média inicial de 9 anos e 8 meses, que foram mantidos sem tratamento durante 12 meses. Para cada jovem foram utilizadas duas telerradiografias em norma lateral, obtidas ao início e no final do período de acompanhamento. Utilizou-se um método convencional de avaliação cefalométrica e o método proposto por Pancherz. **Resultados e Conclusões:** os resultados deste estudo demonstraram que os efeitos do aparelho de Herbst produzidos na dentadura mista foram primariamente de natureza dentoalveolar. Os incisivos inferiores foram inclinados para vestibular e os superiores foram retruídos; também houve uma extrusão significativa dos molares inferiores, enquanto os superiores sofreram restrição de desenvolvimento no sentido vertical. Não houve diferença significativa de restrição do crescimento anterior da maxila entre os dois grupos. No sentido vertical da face, a altura facial ântero-inferior se comportou de forma similar, não demonstrando alteração significativa entre os grupos. O tratamento com o aparelho de Herbst produziu um aumento modesto, porém, significativo no comprimento da mandíbula comparado ao grupo controle. Este aumento, entretanto, foi de menor magnitude que aquele observado em pacientes adolescentes utilizando o mesmo protocolo de tratamento. A correção do *overjet* (Herbst) ocorreu devido a 22% de alterações esqueléticas e 78% de alterações dentárias. A correção da relação molar ocorreu devido a 27% de alterações esqueléticas e 73% de alterações dentárias.

Palavras-chave: Aparelho de Herbst. Tratamento ortodôntico. Efeitos de tratamento. Cefalometria.

* Trabalho apresentado na Faculdade de Odontologia de Bauru-USP para Conclusão do Programa de Pós-Doutorado em Ortodontia.

** Pós-Doutorado pela FOB-USP. Professor Doutor II da Faculdade de Odontologia de Lins - UNIMEP e Coordenador do Curso de Especialização em Ortodontia e Ortopedia Facial da UNIMEP.

*** Professor Titular do Departamento de Ortodontia, Odontopediatria e Saúde Coletiva da Faculdade de Odontologia de Bauru-USP e Coordenador do Doutorado.

**** Professor Livre-Docente do Departamento de Ortodontia e Odontopediatria e Saúde Coletiva da Faculdade de Odontologia de Bauru-USP. Professor Titular da Faculdade de Odontologia de Lins - UNIMEP. Professor do Curso de Especialização em Ortodontia da UNIMEP.

***** Professor Associado do Departamento de Ortodontia da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP.

***** Doutorado pela FOB-USP. Professora Doutora da Graduação e do Curso de Especialização em Ortodontia e Ortopedia Facial da UNIMEP.

***** Thomas M. and Doris Graber Endowed Professor of Dentistry, Department of Orthodontics and Pediatric Dentistry, School of Dentistry. Professor of Cell and Developmental Biology, School of Medicine. Research Scientist, Center for Human Growth and Development, The University of Michigan; and private practice, Ann Arbor, Mich.

INTRODUÇÃO

Diversos tipos de aparelhos ortopédicos vem sendo utilizados com sucesso para a correção da má oclusão de Classe II, objetivando melhorar possíveis desarmonias funcionais, musculares, esqueléticas e dentárias^{1,2,3}. Entre os mais variados aparelhos ortopédicos funcionais ou mecânicos, o de Herbst é vastamente conhecido por ser um aparelho efetivo para a correção da Classe II. O aparelho de Herbst bandado foi inicialmente desenvolvido por Emil Herbst em 1905 e mais tarde foi reintroduzido por Pancherz³².

Durante as duas últimas décadas, a popularidade deste aparelho aumentou sensivelmente, a ponto de ser considerado hodiernamente o aparelho funcional mais utilizado nos Estados Unidos¹³. Basicamente esta grande aceitação resultou da facilidade de uso do aparelho, bem como da mínima colaboração que o mesmo requer. Os efeitos do aparelho de Herbst em curto e longo prazo vem sendo muito bem documentados em diversos estudos clínicos^{6,7,10,14,16-18,22-24,28,32-42,46,49-51}. A correção da Classe II geralmente resulta de alterações dentárias e esqueléticas, num tempo que varia de 6 a 12 meses³³. O efeito esquelético de restrição do complexo maxilar tem sido reportado como sendo de menor importância na melhora da relação sagital maxilomandibular^{28,32,34,36,40,46}. Por outro lado, é inquestionável o aumento expressivo no comprimento mandibular exercido pelo aparelho. Comparando-se com os valores de grupos controle, o aumento no comprimento mandibular varia de 2mm³⁴ a 2,2mm³⁶ durante um período de 6 meses de uso do Herbst bandado e de 2,7mm a 3,5mm^{14,51} utilizando-se o Herbst colado por um período de 12 meses. O mecanismo telescópico do aparelho de Herbst produz uma força direcionada posteriormente sobre os dentes póstero-superiores e uma força anterior sobre dentes ântero-inferiores. Notoriamente, estas forças geradas pelo aparelho de Herbst resultam em distalização dos dentes póstero-superiores e em mesialização dos incisivos inferiores^{14,24,28,32,36,46,51}.

A grande maioria de estudos prévios sobre os efeitos do aparelho de Herbst utilizavam pacientes tratados na dentadura permanente^{6,14,16,18,22,24,28,36,51}, poucas pesquisas investigaram os efeitos do tratamento em pacientes na dentadura mista. Na literatura americana somente 4 estudos avaliaram os efeitos do tratamento com o Herbst em pacientes na dentadura mista^{10,23,49,50}. Nenhuma investigação clínica considerou somente os efeitos do aparelho de Herbst utilizando, sobretudo, uma amostra com número adequado de indivíduos. Por exemplo, Kucukkeles e Arun²³ incluíram somente 4 pacientes no estudo, o que por sua vez denota um erro de natureza técnica. As duas melhores investigações do tratamento com o Herbst em pacientes jovens (dentadura mista) foram conduzidas por Wieslander descrevendo os resultados em curto⁴⁹ e longo prazo⁵⁰ em 18 pacientes tratados na dentadura mista com um aparelho de Herbst associado ao aparelho extrabucal (Herbst/AEB) por 5 meses, seguido de um período de contenção de 3 a 5 anos com um ativador. Wieslander⁴⁹ verificou alterações dentárias sagitais de 7,5mm de magnitude nos pacientes que utilizaram Herbst/AEB durante 5 meses. Comparando-se com 9 pacientes do grupo controle de Classe II, os dentes superiores movimentaram-se 3,1mm posteriormente, enquanto os inferiores avançaram 4,4mm no sentido anterior, primariamente em função do aumento no comprimento mandibular⁴⁹. Analisando-se os efeitos em longo prazo, no entanto, o efeito protrusivo sobre a mandíbula diminuiu 1,5mm, embora as adaptações na maxila tenham persistido⁵⁰.

Croft et al.¹⁰ avaliaram os efeitos combinados de tratamento e pós-tratamento de 40 pacientes na dentadura mista, tratados com o aparelho de Herbst seguido de um posicionador pré-fabricado para contenção. As telerradiografias pós-tratamento foram obtidas 17 meses após a remoção do aparelho de Herbst, quando os pacientes estavam prontos para iniciar a fase II do aparelho fixo. Os resultados obtidos com o uso do aparelho foram comparados

a uma amostra controle de pacientes não-tratados, pareados quanto à idade, gênero e ângulo do plano mandibular. O trespasse horizontal e a relação sagital dos molares foram corrigidos em 3,4mm e 3,3mm, respectivamente, no grupo Herbst comparado ao controle. Croft et al.¹⁰ concluíram que o tratamento na dentadura mista, combinado com um aparelho de contenção, propicia uma melhora significativa em longo prazo na relação dentária e esquelética, resultando em alterações dentoalveolares e esqueléticas em ambos os maxilares.

Portanto, existem poucas informações a respeito dos efeitos do tratamento com o aparelho de Herbst quando utilizado em pacientes na dentadura mista. Assim, objetivou-se com este estudo clínico prospectivo investigar os efeitos da terapêutica com o aparelho de Herbst em jovens com má oclusão de Classe II, divisão 1, na dentadura mista, comparando-os com uma amostra controle pareada. Em contraste com os estudos prévios, o presente estudo vislumbrou analisar os efeitos do tratamento em curto prazo com este protocolo funcional; nenhum outro aspecto relacionado ao tratamento ou contenção foi considerado.

MATERIAL E MÉTODOS

Seleção das amostras

Amostra Herbst

Neste estudo clínico prospectivo, foram avaliados 40 pacientes, tratados consecutivamente por um único investigador, durante 12 meses. Da amostra original de 40 pacientes, 10 foram removidos do estudo por dois motivos: oito pacien-

tes sofreram quebra do aparelho e o removeram prematuramente, e dois pacientes apresentaram-se com a telerradiografia inadequada em função do posicionamento impróprio da cabeça durante a tomada radiográfica. Conseqüentemente, a amostra final (Tab. 1) exibiu 30 jovens (15 do gênero masculino e 15 do feminino) com má oclusão de Classe II divisão 1 caracterizada por: 1) uma relação molar distal bilateral maior que ½ cúspide, 2) a presença do 2º molar decíduo inferior, 3) um ângulo ANB $\geq 4,5^\circ$ e 4) um trespasse horizontal maior que 4mm. A idade média inicial era de 9 anos e 10 meses (variação: 8,2 - 11 anos) e idade média final de 10 anos e 10 meses (variação: 9,2 - 12 anos). A telerradiografia inicial foi obtida duas semanas após a instalação do aparelho e a final foi obtida quatro semanas após a remoção do aparelho de Herbst, para eliminar qualquer avanço postural da mandíbula causado pelo aparelho.

Amostra controle

A amostra controle foi constituída por 30 jovens brasileiros provenientes do acervo da Disciplina de Ortodontia da Faculdade de Odontologia de Bauru, sendo 15 do gênero masculino e 15 do feminino que apresentavam má oclusão de Classe II, 1ª divisão de Angle, não submetidos a nenhum tipo de tratamento ortodôntico, com idade média inicial de 9 anos e 8 meses (variação: 8 - 10,9 anos) e final de 10 anos e 8 meses (variação: 9 - 11,6 anos),

Tabela 1 - Descrição das amostras.

| grupos | n | mas- culino | femi- nino | T1 | T2 | média de tratamento/ observação |
|---------------|----|----------------|---------------|-----------|------------|---------------------------------------|
| con- trole | 30 | 15 | 15 | 9a 8m | 10a 8m | 12m |
| Herbst | 30 | 15 | 15 | 9a 10m | 10a 10m | 12m |



FIGURA 1 - Aparelho de Herbst modificado.

acompanhados por um período médio de 12 meses. A amostra foi caracterizada por: 1) uma relação molar distal bilateral maior que $\frac{1}{2}$ cúspide, 2) a presença do 2º molar decíduo inferior, 3) um ângulo ANB $\geq 4,5^\circ$ e 4) um trespasse horizontal maior que 4mm.

Aparelho de Herbst modificado

O aparelho utilizado foi um Herbst modificado (Fig. 1) com uma estrutura soldada às bandas dos primeiros molares permanentes superiores, estendendo-se por vestibular e lingual até os caninos e outra dos primeiros molares decíduos inferiores com a mesma extensão até os caninos inferiores, como descrito por Pancherz³². O fio de aço utilizado para a confecção da estrutura superior e inferior foi de espessura 1,2mm. No arco superior utilizou-se uma barra transpalatina para conectar as estruturas e no inferior um arco lingual. Não se utilizou nenhum outro aparelho durante a terapia com o Herbst. A mordida construtiva foi obtida em todos os pacientes avançando numa posição de topo-a-topo dos incisivos em um único passo, seguindo as recomendações de Pancherz³².

Radiografias cefalométricas

Foram utilizadas duas telerradiografias, em norma lateral, de cada paciente, consideradas como T1 (inicial) e T2 (final). Uma atenção especial foi requerida no sentido de identificar uma eventual

mordida protrusiva, no início e no final das tomadas radiográficas. Os cefalogramas foram traçados manualmente sobre o negatoscópio, pelo pesquisador, e conferidos pelo orientador da investigação, em uma sala obscura, emoldurados com cartolina preta, expondo-se as áreas correspondentes ao desenho anatômico. Por meio de uma mesa digitalizadora Houston Instruments (DT-11 digitizer, Houston Instruments, Austin, Texas, USA) acoplada a um microcomputador 586 Pentium, transferiu-se a localização dos pontos dos cefalogramas para o programa de cefalometria Dentofacial Planner 7.0 (Dentofacial Planner Software Inc., Toronto, Canada) onde foram processadas as mensurações envolvendo os planos e as linhas. O programa cefalométrico corrigiu o fator de magnificação ajustado para 6% (grupo controle) e 9,4% para o grupo Herbst. Para avaliação dos resultados foram utilizadas duas análises cefalométricas distintas. A primeira delas, contendo mensurações convencionais, compostas por grandezas angulares e lineares dispostas nas figuras 2, 3 e 4. A segunda avaliação constou do método cefalométrico proposto por Pancherz³⁴ em 1982, que permite quantificar em milímetros e em porcentagem as alterações oclusais sagitais resultantes do efeito do aparelho de Herbst na maxila, mandíbula, dentes superiores e inferiores (Fig. 5). O método de avaliação das alterações sagitais oclusais utilizado na presente pesquisa está descrito em detalhes no artigo de Pancherz³⁴.

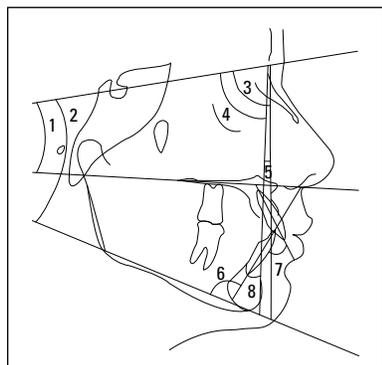


FIGURA 2 - Mensurações angulares.

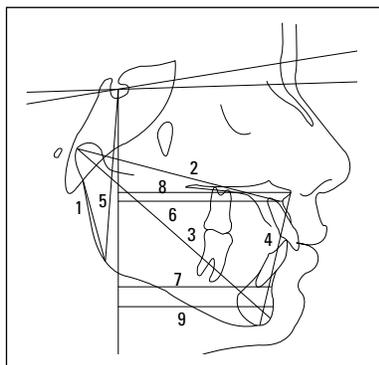


FIGURA 3 - Mensurações esqueléticas lineares.

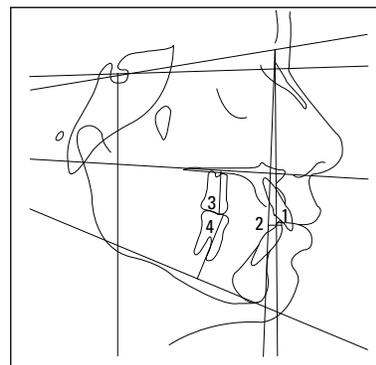


FIGURA 4 - Mensurações dentárias lineares.

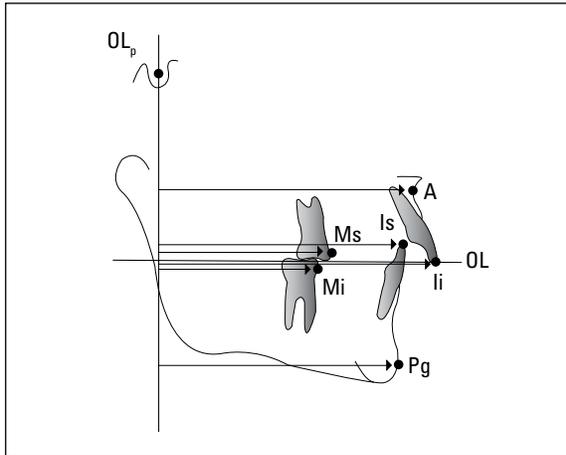


FIGURA 5 - Análise cefalométrica das alterações oclusais sagitais proposta por Pancherz³⁴.

Avaliação da maturação esquelética

De acordo com o método de maturação da vértebra cervical, os dois grupos se apresentavam homogêneos em T1. O estágio de maturação para todos os jovens dos dois grupos em T1 foi entre o estágio 1 e 3, de acordo com a classificação de O'Reilly, Yanniello³⁰ e Franchi et al.¹⁵ Os três primeiros estágios representam a época prévia ao pico de crescimento pubertário. Deste modo ambos os grupos foram adequadamente pareados quanto à idade cronológica e maturação esquelética.

Análise estatística

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa SigmaStat™ (Statistical Software for Windows, Version 1.0; SPSS Science, Chicago, USA).

Realizou-se uma análise intragrupo, das diferenças entre as médias iniciais e finais das mensurações cefalométricas de cada grupo, utilizando o teste t de Student, para a variável gênero, com o objetivo de verificar a presença ou ausência de dimorfismo sexual. As mensurações cefalométricas pré-tratamento, assim como as alterações de tratamento/observação, foram comparadas entre os dois grupos, utilizando o teste t para amostras independentes. Para o propósito deste estudo, as alterações nas grandezas an-

gulares e lineares menores que 1mm ou 1° foram consideradas “cl clinicamente” não significantes, mesmo que a significância estatística estivesse presente.

Erro do método

Com o intuito de determinar a confiabilidade dos resultados da pesquisa, selecionaram-se ao acaso 20 telerradiografias que foram traçadas e digitalizadas novamente por um único operador, após um período de 1 mês do traçado inicial. Determinou-se a diferença entre a primeira e a segunda mensuração de cada telerradiografia e aplicou-se a fórmula de Dahlberg¹¹ para visualização do erro casual, segundo Houston¹⁹ e o erro sistemático comparando as medições por meio do teste t pareado. O erro casual do método não excedeu 0,8° ou 0,6mm, enquanto o teste t pareado não revelou diferença estatisticamente significativa para o erro sistemático.

RESULTADOS

Os resultados foram apresentados utilizando a interpretação das mensurações cefalométricas convencionais (Tab. 2, 3) e o método proposto por Pancherz³⁴.

Dimorfismo sexual

Por meio do teste estatístico t de Student, observou-se que as mensurações cefalométricas estudadas não exibiram uma diferença estatisticamente significativa entre os jovens do gênero masculino e feminino para os dois grupos.

Comparação inicial entre os grupos (T1) utilizando o método cefalométrico convencional (Tab. 2)

Realizou-se uma análise comparativa dos valores cefalométricos iniciais (T1) com o fim de averiguar a equivalência dos dois grupos. Evidenciou-se uma alta equivalência entre os dois grupos nos valores cefalométricos pré-tratamento. Das 21 variáveis, apenas três grandezas mostraram diferenças significantes entre os grupos (Tab. 2). A posição sagital da maxila e da mandíbula comparou-se favoravel-

Tabela 2 - Comparação das grandezas cefalométricas iniciais.

| grandezas cefalométricas | controle | | | Herbst | | | significância |
|--------------------------|----------|-------|------|--------|-------|------|---------------|
| | n | média | d.p. | n | média | d.p. | |
| maxila | | | | | | | |
| SNA (°) | 30 | 80,4 | 2,8 | 30 | 83,4 | 3,8 | ** |
| Co-A (mm) | 30 | 81 | 3,8 | 30 | 82,9 | 4,7 | n.s. |
| A-FHp (mm) | 30 | 62,7 | 3,8 | 30 | 63,8 | 4,7 | n.s. |
| ENA-FHp (mm) | 30 | 68,5 | 3,7 | 30 | 68,8 | 4,4 | n.s. |
| mandíbula | | | | | | | |
| SNB (°) | 30 | 75,3 | 3 | 30 | 76,7 | 3,2 | n.s. |
| Ar-Go (mm) | 30 | 37,6 | 2,1 | 30 | 38,1 | 4 | n.s. |
| Co-Gn (mm) | 30 | 99,2 | 4,3 | 30 | 100,9 | 5,6 | n.s. |
| B-FHp (mm) | 30 | 53,7 | 5,2 | 30 | 54,2 | 5,8 | n.s. |
| Pog-FHp (mm) | 30 | 54 | 5,5 | 30 | 54,7 | 6,7 | n.s. |
| maxila/mandíbula | | | | | | | |
| ANB (°) | 30 | 5 | 1,8 | 30 | 6,6 | 2 | n.s. |
| vertical | | | | | | | |
| SN.GoMe (°) | 30 | 34,7 | 3,7 | 30 | 33,8 | 5 | n.s. |
| SN.PP (°) | 30 | 7,6 | 2,7 | 30 | 6,8 | 3,9 | n.s. |
| ENA - Me (mm) | 30 | 58,7 | 3,9 | 30 | 59,3 | 2,4 | n.s. |
| S-Go (mm) | 30 | 64,1 | 3,7 | 30 | 66,2 | 5,4 | n.s. |
| dentes superiores | | | | | | | |
| 1.NA (°) | 30 | 24,8 | 6,7 | 30 | 24,8 | 6,3 | n.s. |
| 1-NA (mm) | 30 | 4,7 | 1,3 | 30 | 5 | 1,7 | n.s. |
| 6-PP (mm) | 30 | 18,2 | 1,6 | 30 | 19,3 | 2,5 | n.s. |
| dentes inferiores | | | | | | | |
| IMPA (°) | 30 | 94,7 | 5,8 | 30 | 97,3 | 6,3 | n.s. |
| 1.NB (°) | 30 | 24,8 | 5,6 | 30 | 27,9 | 4,6 | n.s. |
| 1-NB (mm) | 30 | 4,4 | 1,2 | 30 | 5,7 | 1,7 | n.s. |
| 6-GoMe (mm) | 30 | 26 | 1,7 | 30 | 26,1 | 2 | n.s. |

n.s. = não significativo; *p ≤ 0,05; **p ≤ 0,01.

mente nos dois grupos, assim como o ângulo ANB. Entretanto a maxila encontrava-se mais protruída no grupo Herbst (SNA 83,5°) em comparação ao controle (SNA 80,5°). A direção de crescimento predominou no sentido horizontal em ambos os grupos. Os incisivos inferiores, no grupo tratado, apresentaram-se mais protruídos em comparação ao grupo controle, enquanto os superiores não diferiram entre os grupos para nenhuma grandeza. O ângulo do

plano palatino denotou uma discreta, porém maior, rotação no sentido horário no grupo controle.

Análise dos efeitos do tratamento (T2-T1)

A análise dos efeitos do tratamento derivou dos dados obtidos a partir do traçado das telerradiografias em norma lateral, tomadas antes e após 4 semanas da remoção do aparelho Herbst. Estes dados foram comparados com os correspondentes derivados do grupo controle.

Componente maxilar

Avaliando-se as quatro grandezas cefalométricas maxilares (SNA, Co-A, A-FHp, ENA-FHp), observou-se que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos Herbst e controle (Tab. 3).

Componente mandibular

O comprimento mandibular (Co-Gn) aumentou 3,2mm no grupo controle e 4,8mm no grupo Herbst, alcançando diferença estatística (p<0,05; Tab. 3). Esta diferença também se mostrou semelhante analisando-se a grandeza Ar-Gn (1,5mm versus 2,9mm, respectivamente) e a alteração no ângulo SNB (-0,1° e 0,5°, respectivamente).

Relação maxilomandibular

Houve uma redução no ângulo ANB no grupo Herbst de -1,4° ao final do tratamento, enquanto no grupo controle esta variável se mostrou essencialmente inalterada (0,4°), alcançando diferença estatística (p<0,01).

Relação vertical

Não se observou diferença estatística quando foi feita a análise do ângulo do plano mandibular e do plano palatino. De forma semelhante também não se observou diferença entre os dois grupos no aumento da AFAI, nem na altura facial posterior (S-Go).

Dentes superiores

Os incisivos superiores foram lingualizados

Tabela 3 - Diferença das médias das alterações (T1-T2).

| grandezas cefalométricas | controle | | | Herbst | | | significância |
|--------------------------|----------|-------|------|--------|-------|------|---------------|
| | n | média | d.p. | n | média | d.p. | |
| maxila | | | | | | | |
| SNA (°) | 30 | -0,4 | 1,3 | 30 | -0,8 | 1,8 | n.s. |
| Co-A (mm) | 30 | 2,3 | 2,8 | 30 | 1,8 | 2,6 | n.s. |
| A-FHp (mm) | 30 | 0,8 | 1,6 | 30 | 0,1 | 1,7 | n.s. |
| ENA-FHp (mm) | 30 | 1,3 | 1,9 | 30 | 0,5 | 2 | n.s. |
| mandíbula | | | | | | | |
| SNB (°) | 30 | -0,1 | 1,3 | 30 | 0,5 | 1,3 | * |
| Ar-Go (mm) | 30 | 1,5 | 1,8 | 30 | 2,9 | 2,2 | * |
| Co-Gn (mm) | 30 | 3,2 | 3,4 | 30 | 4,8 | 3,5 | * |
| B-FHp (mm) | 30 | 0,9 | 1,9 | 30 | 1,3 | 2,4 | n.s. |
| Pog-FHp (mm) | 30 | 1,1 | 1,8 | 30 | 1,3 | 2,7 | n.s. |
| maxila/mandíbula | | | | | | | |
| ANB (°) | 30 | -0,4 | 0,9 | 30 | -1,4 | 1,2 | ** |
| vertical | | | | | | | |
| SN.GoMe (°) | 30 | -0,3 | 1,7 | 30 | 0,1 | 2,1 | n.s. |
| SN.PP (°) | 30 | 0,7 | 1,3 | 30 | 0,9 | 2,4 | n.s. |
| ENA - Me (mm) | 30 | 1,4 | 1,7 | 30 | 2,1 | 1,9 | n.s. |
| dentes superiores | | | | | | | |
| 1.NA (°) | 30 | 0,6 | 3,8 | 30 | -4,9 | 6,5 | ** |
| 1-NA (mm) | 30 | 0,4 | 1,2 | 30 | -1,1 | 1,9 | ** |
| 6-PP (mm) | 30 | 1,1 | 1,1 | 30 | 0,7 | 1,2 | * |
| dentes inferiores | | | | | | | |
| IMPA (°) | 30 | 1 | 2,9 | 30 | 5 | 6,1 | ** |
| 1.NB (°) | 30 | 0,3 | 3,5 | 30 | 5,7 | 5,8 | ** |
| 1-NB (mm) | 30 | 0,2 | 0,7 | 30 | 1,2 | 1,1 | ** |
| 6-GoMe (mm) | 30 | 0,7 | 1,2 | 30 | 1,4 | 1,2 | * |

n.s. = não significante; *p ≤ 0,05; **p ≤ 0,01.

(4,9°) e retraídos (1,1mm) significativamente no grupo Herbst, denotando diferença significativa entre os grupos (p<0,01). No sentido vertical o aparelho de Herbst restringiu o desenvolvimento vertical dos molares 0,4mm a mais do que o grupo controle, quando avaliada a medida 6-PP.

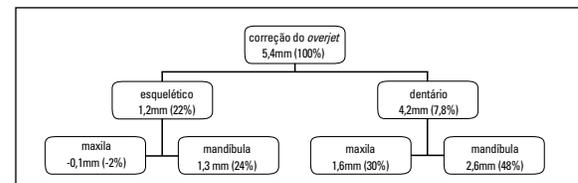
Dentes inferiores

Os incisivos inferiores protruíram e vestibularizaram significativamente (p<0,01) no grupo Herbst (1,2mm e 5,7°), respectivamente. Os molares inferiores sofreram maior extrusão (p<0,05) no grupo tratado (1,4mm), em comparação ao controle (0,7mm).

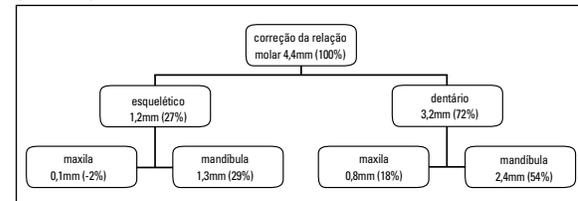
larizaram significativamente (p<0,01) no grupo Herbst (1,2mm e 5,7°), respectivamente. Os molares inferiores sofreram maior extrusão (p<0,05) no grupo tratado (1,4mm), em comparação ao controle (0,7mm).

Análise dos efeitos do tratamento no grupo Herbst utilizando a análise das alterações oclusais sagitais proposta por Pancherz³⁴ (T₂-T₁)

Correção do *overjet*: grupo Herbst (n=30)



Correção da relação molar: grupo Herbst (n=30)



DISCUSSÃO

Neste estudo clínico prospectivo procurou-se avaliar os efeitos do aparelho de Herbst na correção da Classe II em 30 jovens tratados durante a dentadura mista. Todos os pacientes submeteram-se a um protocolo padrão de utilização de aparelhos funcionais, realizado por um único pesquisador. Para verificar as alterações decorrentes do tratamento, diferenciando-as do crescimento normal craniofacial, foi utilizado um grupo controle pertencente ao acervo da Disciplina de Ortodontia, com características craniofaciais similares, maturação esquelética (vértebras cervicais) e gênero em relação ao grupo experimental. Para comparação entre os grupos, estudos prévios utilizaram pacientes tratados por técnicas alternativas^{9,31}, indivíduos não tratados Classe II,

divisão 1^{8,12,48}, ou indivíduos Classe I que não se submeteram a tratamento^{25,45}.

Comparação das alterações de tratamento

A grande maioria dos estudos sobre o aparelho de Herbst utiliza pacientes durante a fase de dentadura permanente. Em função de diferenças específicas na metodologia de poucos estudos clínicos que avaliaram o tratamento de pacientes durante a dentadura mista, somente comparações indiretas podem ser realizadas com os mesmos. Por exemplo, Wieslander^{49,50} utilizou concomitantemente ao aparelho de Herbst um aparelho extrabucal que não permite uma avaliação direta com o presente estudo. Da mesma forma, Croft et al.¹⁰ avaliaram cefalometricamente o tratamento combinado e os efeitos pós-tratamento do aparelho de Herbst. Na presente investigação procurou-se avaliar somente os efeitos em curto prazo (1 ano) do aparelho de Herbst, sem considerar nenhum outro protocolo de contenção ou uso associado de outros aparelhos.

Os resultados deste estudo denotaram uma melhora na relação de Classe II em função de alterações dentárias e esqueléticas. As alterações dentoesceléticas foram discutidas em detalhes e encontram-se dispostas na tabela 3. As alterações lineares e angulares menores que um milímetro ou um grau, respectivamente, foram consideradas clinicamente insignificantes, mesmo se notada a presença de diferença estatisticamente significativa.

Componente maxilar

Não se observaram alterações clinicamente significantes em nenhuma das quatro variáveis utilizadas para avaliar a posição sagital da maxila no grupo tratado, não obstante se observou uma maior diminuição no ângulo SNA (-0,9°) no grupo Herbst comparado ao controle (-0,5°). Este resultado concorda com McNamara Jr. e Howe²⁸ que também não encontraram uma restrição do crescimento maxilar em pacientes submetidos ao tratamento com o aparelho Herbst Splint de acrílico, por um período similar de 12 meses. Por outro

lado, Wieslander⁴⁹ observou um efeito restritivo sobre a maxila, particularmente quando o ângulo SNA foi utilizado no tratamento precoce com aparelho extrabucal associado com Herbst. Notou ainda uma translação do ponto A de 1,5mm para posterior ao final do tratamento. Os resultados de Wieslander⁴⁹ são compreensíveis, uma vez que o tratamento não envolveu somente o Herbst, mas também o aparelho extrabucal. Uma pequena restrição foi observada por Croft et al.¹⁰, que reportaram uma diminuição do ângulo SNA de 0,9° nos pacientes na dentadura mista. Concluíram que o efeito ortopédico sobre a maxila com o tratamento precoce com o Herbst promoveu uma restrição sagital de 1,2mm no deslocamento do ponto A. No entanto, deve-se levar em consideração que o ponto A é um ponto alveolar profundo de referência e não um ponto genuinamente esquelético. Mills²⁹ apontou que este efeito do tratamento do Herbst pode estar relacionado com uma linguilização dos incisivos superiores, que pode promover uma remodelação posterior do ponto A. Além disso, outros estudos^{23,33,38,40} em longo prazo dos efeitos ortopédicos sobre a maxila do aparelho de Herbst em pacientes de idade mais avançada denotaram somente efeitos de natureza temporária.

Componente mandibular

Uma das perguntas-chave do presente trabalho é direcionada ao efeito do aparelho de Herbst no aumento do comprimento mandibular em jovens na dentadura mista. Será que o aumento resultante com o uso do Herbst no comprimento mandibular é similar, em magnitude, àquele reportado por estudos prévios^{7,23,28,32,34,36,46,51} em pacientes adolescentes?

A literatura mostra aumentos significantes no comprimento mandibular em pacientes adolescentes (Co-Gn ou Co-Pog), como reportado por Pancherz^{32,34} (2,2mm) e Windmiller⁵¹ (3,4mm). Franchi et al.¹⁴ demonstraram um aumento favorável e clinicamente significativo no comprimento mandibular (Co-Pg) produzido pelo Herbst

de acrílico (Splint) quando instituído no pico de crescimento mandibular (quando os pacientes iniciam o tratamento nos estágios 3-4 de maturação de vértebras cervicais-CVM). Observou-se um aumento complementar de 2,7mm no comprimento mandibular, comparado ao grupo controle de Classe II não tratado.

De acordo com a análise da maturação das vértebras cervicais (CVM)⁵ neste estudo prospectivo, a maioria dos pacientes iniciou o tratamento antes do surto de crescimento pubertário. O comprimento mandibular sofreu um aumento ligeiramente maior (1,6mm) no grupo Herbst, comparado ao controle. Entretanto, com base no tamanho da amostra (30 indivíduos), no desvio-padrão da alteração de T1-T2 no comprimento mandibular de 3,5mm e levando-se em consideração o cálculo do “poder do estudo” (um valor que indica a probabilidade de se ter resultados falso positivos), o nível de significância clínica para o aumento suplementar no comprimento mandibular no presente estudo deveria ser de 2,5mm. Deste modo, a atual diferença entre os jovens tratados e os controle de 1,6mm para a grandeza Co-Gn (Tab. 3), mesmo que aparentemente significativa, não pode ser considerada clinicamente relevante.

Além disso, o aumento na protrusão mandibular, indicado pelo aumento no ângulo SNB de apenas 0,6° no grupo tratado, em comparação com o controle, não pode ser considerado clinicamente significativo. Resultados similares foram reportados por Croft et al.¹⁰, que encontraram um aumento no ângulo SNB de apenas 0,5°.

Portanto, os resultados do presente estudo indicam que os aumentos observados no comprimento mandibular em pacientes tratados com o aparelho de Herbst, embora evidentes, são menores nos indivíduos em que se institui o aparelho antes do período de crescimento circumpuberal, comparado com aqueles que se encontram no início da adolescência. Esta diferença relacionada à idade na resposta do tratamento é evidente em outros estudos de aparelhos ortopédicos funcionais. A primeira investigação desta relação com a

idade e os efeitos do tratamento com ortopedia funcional foi conduzida por McNamara Jr. et al.²⁷, em 1985. Os autores avaliaram 100 pacientes tratados com o aparelho de Fränkel RF-2, comparando-os com uma amostra não tratada. Os dois grupos foram divididos arbitrariamente, por meio da idade cronológica, em grupo precoce (8,5 anos) e grupo tardio (11,5 anos). Observaram que, muito embora uma relação molar de Classe I possa ser obtida virtualmente em todos os pacientes, as alterações esqueléticas vislumbradas pelo grupo tardio foram mais evidentes (8mm de aumento no comprimento mandibular em 2 anos) em comparação ao grupo precoce (6,4mm de aumento). Resultados semelhantes a esta diferença, na resposta de tratamento relacionado à idade, também foram encontrados nos trabalhos que estudaram o aparelho Bionator¹³, aparelho Twin Block⁵ e o regulador de função de Fränkel (RF-2)²¹, nos quais o nível de desenvolvimento dos pacientes foi monitorado, baseado nos estágios de maturação das vértebras cervicais.

Os resultados do presente estudo também concordam com os de Janson et al.²¹ e de Tulloch et al.⁴³ No primeiro trabalho, 18 pacientes foram tratados com o RF-2, iniciando a terapia com 9,3 anos, embora a maturação esquelética não tenha sido mencionada pelos autores. Este tratamento na dentadura mista não produziu um maior aumento no comprimento da mandíbula destes jovens, em comparação aos do grupo controle (apenas 0,5mm) após 28 meses; os resultados do tratamento foram predominantemente dentoalveolares.

Similarmente, num estudo clínico prospectivo sobre tratamento da Classe II, conduzido por investigadores da Universidade da Carolina do Norte, 44 jovens tratados com o aparelho Bionator um ano antes do pico de crescimento pubertário (verificado pelo método radiográfico de mão e punho com idade média inicial de 9,4 anos) apresentaram um aumento adicional no comprimento mandibular de apenas 1,4mm em comparação aos jovens do grupo controle.

Assim, comparando-se os resultados do presente trabalho com aqueles observados em estudos prévios, torna-se evidente que a intervenção no período de crescimento circumpuberal parece produzir melhores efeitos esqueléticos, comparado ao uso de aparelhos durante o período pré-puberal (estágio CVM 1), suportando o conceito que a Ortopedia Funcional dos maxilares com o aparelho de Herbst produz maiores efeitos dentoalveolares do que esqueléticos em pacientes tratados na dentadura mista. As alterações esqueléticas parecem ser de maior magnitude quando o período de tratamento inclui o pico de crescimento mandibular.

Relação vertical

O ângulo do plano mandibular (SN.GoMe) não demonstrou alteração significativa entre os grupos, o que denota que o padrão de crescimento não se alterou significativamente entre os dois grupos. Resultados similares foram reportados por Valant, Sinclair⁴⁶; McNamara Jr. e Howe²⁸; Windmiller⁵¹; Croft et al.¹⁰; Pancherz³⁵; Ruf e Pancherz⁴¹. Houve uma tendência similar para uma rotação no sentido horário do plano palatino (SN-PP) durante a terapia com o Herbst comparado ao grupo controle, o que por sua vez, não afetou adversamente a altura facial ântero-inferior (AFAI).

McNamara Jr.²⁶ afirmou que, em geral, a AFAI aumenta 1mm por ano em pacientes que não recebem tratamento ortodôntico. Embora tenha sido observado um aumento na AFAI em ambos os grupos, deve-se ressaltar que não houve diferença estatisticamente significativa entre o grupo controle (1,4mm) e o grupo Herbst (2,1mm). Este resultado corrobora os de Lai e McNamara Jr.²⁴, que não encontraram efeitos significantes na AFAI após a terapia com o Herbst de acrílico (Splint) ou ao final do tratamento com aparelho fixo.

Por outro lado, Pancherz³⁵ e Croft et al.¹⁰ observaram um aumento similar de 1,8mm na AFAI durante o tratamento com o Herbst. A altura facial posterior (S-Go) não demonstrou diferença entre os grupos. Embora tenha ocorrido um maior

aumento na grandeza S-Go no grupo tratado com o Herbst (3,4mm), este não foi estatisticamente diferente do observado no grupo controle (2,7mm).

Componente dentoalveolar

A diferença observada entre o grupo Herbst e o controle foi mais pronunciada para as variáveis dentárias. No presente estudo, o grupo tratado com Herbst demonstrou uma retração dos incisivos superiores (4,9° e 1,1mm), enquanto no grupo controle os incisivos superiores praticamente permaneceram estáveis (0,6°) em relação à linha NA.

McNamara Jr. e Howe²⁸ reportaram que os incisivos superiores movimentaram-se suavemente para lingual (1,4mm) em relação ao grupo controle, enquanto Windmiller⁵¹ observou que estes dentes foram inclinados para lingual por volta de 4,3°. Illing et al.²⁰ afirmaram que a tendência de lingualização destes dentes é esperada como resultado do tratamento ortopédico funcional, devido ao efeito aparelho extrabucal ou *headgear effect* na correção da Classe II.

Na literatura, observa-se que grande parte dos autores que estudam os efeitos dos aparelhos ortopédicos, constatou uma inclinação dos incisivos inferiores para vestibular, fator comprovado por Almeida et al.^{1,2,3}, que estudaram os efeitos do Bionator de Balters e do aparelho de Fränkel.

No grupo controle, os incisivos inferiores permaneceram estáveis (0,3°) em relação à linha NB. Uma protrusão significativa foi observada nos incisivos inferiores no grupo Herbst (5,7°) e o valor do IMPA aumentou 5°.

Esta protrusão dos incisivos inferiores provavelmente ocorre em consequência da resultante de forças para mesial sobre os incisivos, induzida pelo mecanismo telescópico do aparelho de Herbst, que produz um vetor de forças para baixo e para frente. Esta observação é corroborada pelos estudos de Pancherz³², que também visualizou um aumento na inclinação dos incisivos inferiores em relação ao plano mandibular (IMPA) de 5,4°,

e Valant e Sinclair⁴⁶, que encontraram um aumento de 2,5°. Entretanto, estudando os efeitos do tratamento e pós-tratamento, relataram que o tratamento com o Herbst não produz uma protrusão significativa dos incisivos inferiores em pacientes na fase de dentadura mista. Esta afirmação de Croft et al.¹⁰, que não encontraram efeito de protrusão no pós-tratamento, também é corroborada por outras investigações que verificaram que a protrusão dos incisivos inferiores tende a recidivar após a terapia com Herbst^{38,39}, ocorrendo em menor proporção em indivíduos mais jovens¹⁸.

O mecanismo de avanço telescópico do aparelho de Herbst resulta freqüentemente em distalização e intrusão de molares superiores³²⁻⁴⁰. No grupo controle, os primeiros molares superiores extruíram 1,1mm, o que foi considerado estatisticamente significativo quando comparado com o grupo tratado, porém clinicamente insignificante, uma vez que o grupo Herbst apresentou 0,7mm de extrusão. Pancherz e Anehus-Pancherz⁴⁰ notaram um efeito ainda maior sobre os molares superiores, como a intrusão de 0,7mm durante o tratamento. A consequência de se controlar verticalmente os molares superiores é que ao mesmo tempo permite que os molares inferiores (6-GoMe) extruam com maior intensidade no grupo Herbst 1,4mm em comparação ao controle 0,7mm, efeito também relatado por Windmiller⁵¹.

Implicações clínicas

A presente investigação prospectiva, embora limitada a um estágio de desenvolvimento dentário (dentadura mista) e a uma avaliação de tratamento de apenas 12 meses, concorda com estudos prévios^{7,23,49,50} que sugerem que a correção da má oclusão de Classe II, divisão 1, com o aparelho de Herbst pode ser obtida por uma combinação de alterações dentoalveolares, assim como por efeitos esqueléticos maxilomandibulares. Pancherz³⁴ mencionou que, em geral, a taxa de efeitos dentários e esqueléticos em pacientes adolescentes é de aproximadamente 50:50%, dependendo da

variável cefalométrica utilizada. Neste estudo de pacientes na fase de dentadura mista, os maiores efeitos do aparelho de Herbst foram dentoalveolares (73% a 78%), com modestos efeitos esqueléticos. Interessante ressaltar é que a magnitude de alterações esqueléticas observadas neste estudo, por volta de 22% a 27%, é menor do que outros trabalhos que estudaram o Herbst em pacientes com idades mais avançadas.

Para a correção do *overjet*, que inicialmente foi de 5,4mm (100%), os efeitos esqueléticos contribuíram em apenas 1,2mm ou 22%, enquanto as maiores alterações foram dentárias, contribuindo com 4,2mm ou 78%. Dos 1,2mm de alterações esqueléticas (22%), 1,3mm contribuíram na mandíbula, ou seja, 24% no componente mandibular. Por outro lado, a maxila contribuiu de maneira desfavorável, ou seja, com menos 0,1mm (-2%). Analisando os efeitos dentários, observou-se que os mesmos contribuíram em 4,2mm para a correção do *overjet*. Destes 4,2mm, o componente dentário maxilar contribuiu em 1,6mm (30%) e 2,6mm ou 48% foram atribuídos aos dentes inferiores.

A mesma tendência de resultados manteve-se para a correção da relação molar, onde se observou maior efeito dentário do que esquelético. Para a correção da Relação molar, que inicialmente foi de 4,4mm (100%), os efeitos esqueléticos contribuíram em apenas 1,2mm ou 27%, enquanto as maiores alterações foram dentárias, contribuindo com 3,2mm ou 73%. Dos 1,2mm de alterações esqueléticas (27%), 1,3mm contribuíram na mandíbula, ou seja, 29% no componente mandibular. Por outro lado, a maxila contribuiu de maneira desfavorável, ou seja, com menos 0,1mm (-2%). Analisando os efeitos dentários, observou-se que 3,2mm contribuíram para a correção da relação molar. Destes 3,2mm, observou-se que 0,8mm contribuíram no componente dentário maxilar (18%) e 2,4mm ou 55% nos dentes inferiores.

Konik, Pancherz e Hansen²² estudaram 2 grupos de pacientes tratados com o aparelho de Herbst em

diferentes faixas etárias. Um grupo de adolescentes composto de 22 jovens foi chamado de pré-pubertário (tratamento precoce). O outro grupo composto de 21 jovens foi chamado de pós-pubertário (tratamento tardio). Os autores observaram, no grupo tratado durante a adolescência (tratamento precoce), 42% de efeitos esqueléticos e 58% de efeitos dentários. Este valor, em magnitude, é quase o dobro do encontrado na presente pesquisa. Por esta razão, diversos pesquisadores^{27,42,47} contra-indicam o uso do aparelho de Herbst durante a dentadura mista. Von Bremen e Pancherz⁴⁷ recentemente relataram que o tratamento da Classe II, divisão 1, é mais efetivo quando iniciado na dentadura permanente, em comparação à mista.

Analisando-se a maturidade esquelética dos pacientes que utilizaram Herbst (estágio de desenvolvimento radiográfico da falange média do terceiro dedo), Ruf e Pancherz⁴² verificaram que o período ideal para o tratamento com o Herbst era na dentadura permanente, no pico de crescimento pubertário ou logo após o mesmo.

McNamara Jr. et al.²⁷ também não recomendam a utilização do aparelho de Herbst durante a dentadura mista, uma vez que a correção da Classe II é facilmente conseguida com vários aparelhos ortopédicos funcionais, inclusive o Herbst, mas, sobretudo em função da dificuldade de manutenção desta correção durante a transição da dentadura mista para a permanente, devido à falta de uma sólida intercuspidação oclusal. A correção da má oclusão de Classe II completa pode recidivar se não obtiver uma adequada estabilidade oclusal pós-tratamento durante a fase de transição da dentadura mista para a permanente. Corroborando com esta afirmativa, Wieslander⁵⁰ também relatou que existe a necessidade de uma contenção prolongada com aparelho ativador após a terapia com o Herbst, em pacientes na fase de dentadura mista, para amenizar a esperada recidiva da Classe II.

De forma similar, Pancherz³⁷ também enfatizou a importância dos fatores oclusais durante a fase pós-aparelho funcional, afirmando que a recidiva do

trespasse horizontal, bem como da relação molar, ocorre principalmente devido às alterações dentárias maxilares pós-tratamento, observadas em pacientes tratados precocemente com a terapêutica do Herbst. Quando utilizado em pacientes adolescentes, durante a dentadura permanente, todos os dentes permanentes já irromperam, possibilitando assim uma adequada intercuspidação pós-tratamento. Portanto, Pancherz e Hansen³⁸ concluíram que uma intercuspidação estável, que só é possível por meio de dentes permanentes, é um fator primordial para prevenir a recidiva pós-tratamento com o Herbst.

CONCLUSÕES

O presente trabalho abordou os efeitos em curto prazo do tratamento com o aparelho de Herbst modificado, utilizado na dentadura mista. Um grupo controle pareado de jovens não tratados portadores de Classe II foi utilizado para as devidas comparações. Os resultados indicam que os efeitos dentários e esqueléticos foram:

- 1) Houve uma melhora significativa da relação sagital maxilomandibular nos pacientes que utilizaram o Herbst.
- 2) Não foram observadas alterações no crescimento anterior da maxila, quando comparado o grupo tratado e o controle.
- 3) Observou-se um aumento modesto, porém, significativo no comprimento mandibular no grupo Herbst (aumento adicional de 1,6mm em comparação ao grupo controle). Este aumento, no entanto, é de menor magnitude do que aquele observado em outros estudos de pacientes adolescentes tratados com o Herbst.
- 4) Não houve diferença estatisticamente significativa no padrão de crescimento craniofacial ou na altura facial anterior entre os grupos.
- 5) O aparelho de Herbst produziu protrusão e vestibularização dos incisivos inferiores, assim como uma lingualização e retrusão dos superiores, em comparação com o grupo controle. Além disso, notou-se um aumento significativo na altura dentoalveolar pósterio-inferior e uma discreta

extrusão dos molares superiores no grupo Herbst.
6) A correção do *overjet* ocorreu devido a 22% de alterações esqueléticas e 78% de alterações dentárias. A correção da relação molar ocorreu

devido a 27% de alterações esqueléticas e 73% de alterações dentárias.

Enviado em: maio de 2005
Revisado e aceito: junho de 2005

Dentoskeletal treatment effects produced by the Herbst appliance in the mixed dentition

Abstract

Aim: the purpose of this prospective clinical investigation was to evaluate the dentoalveolar and skeletal cephalometric changes produced by the Herbst appliance in individuals with a Class II division 1 malocclusion and who were in the mixed dentition. **Methods:** thirty patients (15 males, 15 females) treated with the Herbst appliance for a period of 12 months had an initial mean age of 9 years 10 months. For comparison, the records of a historical control group of 30 untreated Class II children (15 males, 15 females) with an initial mean age of 9 years 8 months and who were followed without treatment for a period of 12 months was established. Lateral cephalometric headfilms were available at the beginning and the end of the treatment/observation period. **Results and Conclusions:** the results of this study indicated that the treatment effects produced in mixed dentition patients were primarily dentoalveolar in nature. The mandibular incisors were tipped labially and the maxillary incisors were retruded; there also was a significant increase in mandibular posterior dentoalveolar height and a restriction in the vertical development of the maxillary molars. There was no difference in the forward growth of the maxilla between the two groups. Herbst treatment, however, produced a modest but statistically significant increase in total mandibular length in comparison to controls, an amount, however, that was less than that observed in adolescent patients treated with a similar Herbst protocol. There were no statistically significant differences in craniofacial growth direction between the Herbst and control groups. Overjet correction averaging 5.4mm was due to 22% skeletal and 78% dental changes. Class II molar correction averaging 4.4mm was due to 27% skeletal and 73% dental changes.

Key words: Herbst appliance. Orthodontic treatment. Treatment effects. Cephalometrics.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. R.; HENRIQUES, J. F. C.; URSI, W. Comparative study of Fränkel (FR-2) and bionator appliances in the treatment of Class II malocclusion. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 121, p. 458-466, 2002.
- ALMEIDA, M. R.; HENRIQUES, J. F. C.; ALMEIDA, R. R.; URSI, W. Treatment effects produced by Fränkel appliance in patients with Class II, division 1 malocclusion. **Angle Orthod**, Appleton, v. 72, p. 418-425, 2002.
- ALMEIDA, M. R.; HENRIQUES, J. F. C.; ALMEIDA, R. R.; ALMEIDA-PEDRIN, R. R.; URSI, W. Treatment effects produced by the Bionator appliance. Comparison with an untreated Class II sample. **Eur J Orthod**, London, v. 26, no. 1, p. 65-72, 2004.
- BACCETTI, T.; FRANCHI, L. Maximizing esthetic and functional changes in Class II treatment by appropriate treatment timing. In: McNAMARA JR., J. A.; KELLY, K. A. (Ed.). **Frontiers of dental and facial esthetics**. Ann Arbor: The University of Michigan. Department of Orthodontics and Paediatric Dentistry and Center for Human Growth and Development, 2001. Monograph 38, Craniofacial Growth Series.
- BACCETTI, T.; FRANCHI, L.; TOTH, L. R.; McNAMARA JR., J. A. Treatment timing for twin block therapy. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 118, p. 159-170, 2000.
- BAKKE, M.; PAULSEN, H. V. Herbst treatment in "late" adolescence: clinical electromyographic, kinesiographic and radiographic analysis of one case. **Eur J Orthod**, London, v. 11, p. 397-407, 1989.
- BALTROMEJUS, S.; RUF, S.; PANCHERZ, H. Effective temporomandibular joint growth and chin position changes: activator versus Herbst treatment. A cephalometric roentgenographic study. **Eur J Orthod**, London, v. 14, p. 627-637, 2002.
- CHADWICK, S. M.; AIRD, J. C.; TAYLOR, P. J. S.; BEARN, D. R. Functional regulator treatment of Class II division 1 malocclusions. **Eur J Orthod**, London, v. 23, p. 495-505, 2001.
- CREEKMORE, T. D.; RADNEY, L. J. Fränkel appliance therapy: orthopedic or orthodontic? **Am J Orthod**, St. Louis, v. 83, p. 89-108, 1983.
- CROFT, R. S.; BUSCHANG, P. H.; ENGLISH, J. D.; MEYER, R. A cephalometric and tomographic evaluation of Herbst treatment in the mixed dentition. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 116, p. 435-443, 1999.
- DAHLBERG, G. **Statistical methods for medical and biological students**. London: George Allen and Unwin, 1940. p. 122-132.
- DERRINGER, K. A cephalometric study to compare the effects of cervical traction and Andresen therapy in the treatment of Class II division 1 malocclusion. Part 1-Skeletal changes. **Br J Orthod**, London, v. 17, p. 17:33-46, 1990.
- FALTIN JR., K.; FALTIN, R. M.; BACCETTI, T.; FRANCHI, L.; GHIOZZI, B.; McNAMARA JR., J. A. Long-term effectiveness and treatment timing for Bionator therapy. **Angle Orthod**, Appleton, v. 73, p. 221-230, 2003.
- 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, p. 429-438, 1999.
- FRANCHI, L.; BACCETTI, T.; McNAMARA, JR., J. A. Mandibular growth as related to cervical vertebral maturation and body height. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 118, p. 335-340, 2000.

16. HÄGG, U.; DU, X. I.; RABIE, A. B. M. Initial and late treatment effects of headgear-Herbst appliance with mandibular step-by-step advancement. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 122, p. 477-485, 2002.
17. HANSEN, K.; PANCHERZ, H. Long-term effects of the Herbst appliance treatment in relation to normal growth development. **Eur J Orthod**, London, v. 14, p. 285-295, 1992.
18. HANSEN, K.; PANCHERZ, H.; HÄGG, U. Long term effects of the Herbst appliance in relation to the treatment growth period: a cephalometric study. **Eur J Orthod**, London, v. 13, p. 471-481, 1991.
19. HOUSTON, W. J. B. The analysis of errors in orthodontic measurements. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 83, p. 382-390, 1983.
20. ILLING, H. M.; MORRIS, D. O.; LEE, R. T. A prospective evaluation of Bass, Bionator and Twin Block appliances. Part I: the hard tissues. **Eur J Orthod**, London, v. 20, p. 501-516, 1998.
21. JANSON, G. R. P.; TORUÑO, J. L. A.; MARTINS, D. R.; HENRIQUES, J. F. C.; FREITAS, M. R. Class II treatment effects of the Fränkel appliance. **Eur J Orthod**, London, v. 25, p. 301-309, 2003.
22. KONIK, M.; PANCHERZ, H.; HANSEN, K. The mechanism of Class II correction in late Herbst treatment. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 112, p. 87-91, 1997.
23. KUCUKKELES, N.; ARUN, T. Bio-thermal Herbst application during the mixed dentition period. **J Clin Pediatr Dent**, Birmingham, v. 18, p. 253-258, 1994.
24. LAI, M.; McNAMARA JR., J. A. An evaluation of two phase treatment with the Herbst appliance and preadjusted edgewise therapy. **Semin Orthod**, Birmingham, v. 4, p. 46-58, 1998.
25. LUDER, H. U. Effects of activator treatment: evidence for the occurrence of two different types of reaction. **Eur J Orthod**, London, v. 3, p. 205-222, 1981.
26. McNAMARA JR., J. A. A method of cephalometric evaluation. **Am J Orthod**, St. Louis, v. 86, p. 449-469, 1984.
27. McNAMARA JR., J. A.; BOOKSTEIN, F. L.; SHAUGHNESSY, T. G. Skeletal and dental changes following functional regulator therapy on Class II patients. **Am J Orthod**, St. Louis, v. 88, p. 91-110, 1985.
28. McNAMARA JR., A. J.; 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, p. 134-144, 1990.
29. MILLS, J. R. E. The effect of functional appliances on the skeletal pattern. **Br J Orthod**, London, v. 18, p. 267-275, 1991.
30. O'REILLY, M.; YANNIELO, G. J. Mandibular growth changes and maturation of cervical vertebrae: a longitudinal cephalometric study. **Angle Orthod**, Appleton, v. 58, p. 179-184, 1988.
31. OWEN, A. H. Maxillary incisal responses in Class II, division 1 treatment with Fränkel and Edgewise appliances. **Angle Orthod**, Appleton, v. 56, p. 67-87, 1986.
32. PANCHERZ, H. Treatment of Class II malocclusions by jumping the bite with the Herbst appliance: a cephalometric investigation. **Am J Orthod**, St. Louis, v. 76, p. 423-442, 1979.
33. PANCHERZ, H. The effect of continuous bite jumping on the dentofacial complex: a follow-up study after Herbst appliance treatment of Class II malocclusions. **Eur J Orthod**, London, v. 3, p. 49-60, 1981.
34. PANCHERZ, H. The mechanism of Class II correction in Herbst appliance treatment: a cephalometric investigation. **Am J Orthod**, St. Louis, v. 82, p. 104-113, 1982.
35. PANCHERZ, H. Vertical dentofacial changes during Herbst appliance treatment: a cephalometric investigation. **Swed Dent J**, v. 15, p. 189-196, 1982. Suppl.
36. PANCHERZ, H. The Herbst appliance: its biologic effects and clinical use. **Am J Orthod**, St. Louis, v. 87, p. 1-20, 1985.
37. PANCHERZ, H. The nature of Class II relapse after Herbst appliance treatment: a cephalometric long-term investigation. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 100, p. 220-233, 1991.
38. PANCHERZ, H.; HANSEN, K. Occlusal changes during and after Herbst treatment: a cephalometric investigation. **Eur J Orthod**, London, v. 8, p. 215-28, 1986.
39. PANCHERZ, H.; HANSEN, K. Mandibular anchorage in Herbst treatment. **Eur J Orthod**, London, v. 10, p. 149-164, 1988.
40. 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, p. 510-520, 1993.
41. RUF, S.; PANCHERZ, H. The effect of Herbst appliance treatment on the mandibular plane angle: a cephalometric roentgenographic study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 110, p. 225-229, 1996.
42. RUF, S.; PANCHERZ, H. When is the ideal period for Herbst therapy: early or late? **Semin Orthod**, Birmingham, v. 9, p. 47-56, 2003.
43. TULLOCH, J. F. C.; PHILLIPS, C.; KOCH, G.; PROFFIT, W. R. The effect of early intervention on skeletal pattern in Class II malocclusion: a randomized clinical trial. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 111, p. 391-399, 1997.
44. TULLOCH, J. F. C.; PHILLIPS, C.; PROFFIT, W. R. Benefit of early Class II treatment: Progress report of a two-phase randomized clinical study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 113, p. 62-72, 1998.
45. TRENOUTH, M. J. Cephalometric evaluation of the Twin-block appliance in the treatment of Class II division 1 malocclusion with matched normative growth data. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 117, p. 54-59, 2000.
46. VALANT, J. R.; SINCLAIR, P. M. Treatment effects of the Herbst appliance. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 95, p. 138-147, 1989.
47. VON BREMEN, J.; PANCHERZ, H. Efficiency of early and late Class II Division 1 treatment. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 121, p. 31-37, 2002.
48. WIESLANDER, L.; LAGERSTRÖM, L. The effect of activator treatment on Class II malocclusions. **Am J Orthod**, St. Louis, v. 75, p. 20-26, 1979.
49. WIESLANDER, L. Intensive treatment of severe Class II malocclusions with a headgear-Herbst appliance in the "early" mixed dentition. **Am J Orthod**, St. Louis, v. 86, p. 1-13, 1984.
50. WIESLANDER, L. Long term effect of treatment with the headgear-Herbst appliance in the "early" mixed dentition: stability or relapse? **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 104, p. 319-329, 1993.
51. WINDMILLER, E. C. The acrylic-splint Herbst appliance: a cephalometric evaluation. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 104, p. 73-84, 1993.

Endereço de correspondência

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