Tratamento precoce de más-oclusões esqueléticas de Classe II – comparação de três aparelhos ortopédicos funcionais: Bionator, Klammt, SN1

Early treatment of skeletal Class II malocclusions – comparison of three functional appliances: Bionator, Klammt, SN1

Antonio Bedoya Rodriguez*, María Mercedes Uribe**, Cesar Alfonso Morales**, Carlos Humberto Martínez-Cajas***

RESUMO

Objetivo: comparar no plano sagital os efeitos esqueléticos e dento-alveolares para a maxila e mandíbula, como consequência do uso dos aparelhos Bionator, Klammt e SN1 no tratamento de más-oclusões esqueléticas Classe II. **Material e métodos:** foi realizado um estudo prospectivo de 21 crianças com má-oclusão esquelética de Classe II, tratadas com Bionator, Klammt ou SN1. Compararam-se mudanças no componente maxilar, mandibular e dentoalveolar através de medições e ângulos cefalométricos no plano sagital. Contrastaram-se as médias de longitudes e ângulos entre T1 e T2 pelas análises t student e wilconox. Mediante Anova, foi contrastada a porcentagem da mudança nas medidas de interesse para os três grupos. **Resultados:** foram avaliadas 42 radiografias cefalométricas laterais (21 iniciais T1, 21 finais T2). Entre os participantes, 62% foram meninos e 38% meninas. A média das idades para início do tratamento foi 9,5 ± 1,2 anos. O SN1 apresentou a maior média de mudança na longitude mandibular Co-Pg (6,69 ± 3,3) e Co-B (6,59 ± 1,42). Encontrou-se a maior média de mudança relativa na altura do ramo mandibular no Bionator (9,52 ± 7,21). As mudanças dentoalveolares foram clinicamente relevantes para os três aparelhos. **Conclusão:** os aparelhos ortopédicos maxilares estimulam o crescimento mandibular sagital e vertical, controlam a posição sagital da maxila e geram mudanças dentoalveolares favoráveis para a correção de más-oclusões de Classe II.

Unitermos – Ortopedia maxilar; Tratamento precoce; Má-oclusão de Classe II; Bionator; SN1.

ABSTRACT

Objective: *comparing in the sagittal plane the skeletal and dento alveolar effects for the maxilla and the mandible as a result of the use of Bionator, Klammt and SN1 as a treatment of malocclusions class II skeletal.* ***Material and Methods:*** *a prospective study was realized on 21 boys and girls with skeletal Class II malocclusion under treatment with Bionator, Klammt or SN1, in which compare the changes in the maxillary, mandibular and dento-alveolar component by means of measurements and cephalometric angles in the sagittal plane. The averages of lengths and angles between T1y T2 was compare by t-student and wilcoxon tests. By Anova tests, contrasted the percentage of change in the measures of importance for the three groups.* ***Results:*** *42 lateral skull radiographs were evaluated (21 initial-T1, 21 final-T2). 62% of participants were male and 38% were women. The average age for onset of treatment was 9.5 ± 1.2. The SN1 presented the highest average percent of change of the Co-Pg mandibular length (6.69 ± 3.3), Co-B (6.59 ± 1.42). A higher average relative change in the height of the ramus was found in Bionator (9.52 ± 7.21). Dento alveolar changes were clinically relevant for all three devices.* ***Conclusion:*** *orthopedic appliances stimulate mandibular sagittal and vertical growth, control the sagittal position of the maxilla, and generate favorable dento alveolar changes to correct class II malocclusions.*

Key Words – *Orthopedic; Early treatment; Class II malocclusion; Bionator; SN1.*

*Cirurgião-dentista, especialista em Ortodontia e Ortopedia Maxilar – Institución Universitaria Colégios de Colômbia (Unicoc), Centro de Pesquisa Colégio Odontológico.
**Cirurgião-dentista, residente em Ortodontia e Ortopedia Maxilar – Institución Universitaria Colégios de Colômbia (Unicoc), Centro de Pesquisa Colégio Odontológico.
***Cirurgião-dentista, mestre em Epidemiologia – Institución Universitaria Colégios de Colômbia (Unicoc), Centro de Pesquisa Colégio Odontológico.

Recebido em jul/2013 – Aprovado em jul/2013

Introdução

A Ortopedia Funcional dos Maxilares, desde o seu início na Europa antiga, tem sido reconhecida como uma opção terapêutica na obtenção dos resultados ortopédicos e funcionais. O sucesso do tratamento está determinado pela exatidão do diagnóstico em conjunto com as características do paciente, tais como: o padrão morfogenético, o nível de tolerância, o nível de aderência, o sexo, a eleição certa do aparelho e o grau de discrepância mandibular. Uma das discrepâncias mais frequentes apresenta-se quando existe uma posição distal da mandíbula em relação com a maxila, sendo denominada má-oclusão de Classe II que, segundo os dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), chega a ocupar o terceiro lugar entre as doenças bucomaxilofaciais.

Segundo a severidade da discrepância, a estética facial pode ser comprometida. Por se tratar de um fator relevante nas relações sociais de todo ser humano, o tratamento ortopédico precoce proporciona um melhor aspecto dentofacial. Como consequência, favorece o desenvolvimento psicológico normal das crianças, com direta influência sob a sua autoestima[1].

O tratamento ortopédico das más-oclusões de Classe II, inicialmente, corrige problemas esqueléticos, dentoalveolares e musculares, desde a dentição mista até a fase inicial da dentição permanente. Neste período do desenvolvimento, corrigem-se as relações intermaxilares, a tempo que normalize as funções do sistema craniofacial, e melhora-se a morfologia geral; não apenas a correção dos problemas oclusais nos três planos do espaço, mas também o sucesso da relação molar de Classe I, o incremento da longitude mandibular, a diminuição da sobremordida horizontal e vertical, e a harmonia no contorno dos tecidos moles faciais[2].

Os aparelhos ortopédicos funcionais permitem o reposicionamento da mandíbula e direcionam a força muscular exercida sobre os dentes e o esqueleto craniofacial, embora a sua capacidade para gerar o efeito real apresenta-se quando se objetiva harmonizar a relação morfológica e funcional do sistema craniomandibular[3]. Os procedimentos ortopédicos procuram melhorar o perfil ao protruir ou retruir a mandíbula, como consequência do crescimento do côndilo e do seu deslocamento na fossa mandibular[4].

No tratamento da má-oclusão de Classe II, os dispositivos são utilizados na fase precoce, preferivelmente antes do pico de crescimento pubertário, de tal forma que se aperfeiçoa o desenvolvimento do esqueleto facial[5-8], dado que exerce a sua função durante um período continuo de 24 horas por dia, especialmente nas primeiras horas da noite durante o ciclo de sono, no qual os ossos maiores e a erupção dental respondem positivamente à liberação do hormônio de crescimento, assim como tem sido reportado[9].

Tem sido demonstrado em vários estudos mudanças na cabeça condilar e na fossa mandibular após o avanço mandibular com aparelhos funcionais, tanto em animais experimentais como em seres humanos[10-12]. Estudos histológicos em animais apresentam uma proliferação celular na parte posterossuperior da cartilagem condilar, quando é realizada a protrusão mandibular. Em camundongos Sprague-Dawley foi identificado o incremento nos níveis do fator de crescimento vaso-endotelial (VEGF), expressão dos genes SOX 9, colágeno tipo II e proliferação de células mesenquimais na região posterossuperior da cabeça condilar mandibular[13]. O VEGF estimula a neovascularização e a proliferação das células que secretam fatores de crescimento, e citocinas que incrementam a diferenciação das células mesenquimais necessárias para a neoformação óssea no côndilo mandibular. O avanço em etapas para corrigir as más-oclusões de Classe II ativa um segundo processo de estimulação que libera novamente fatores de crescimento vascular endotelial e gera a subsequente diferenciação das células mesenquimais, originando condrócitos que favorecem os processos de osteogêneses[14-15].

Além do mais, em estudos com imagens em três dimensões e modelação mediante elementos finitos, observou-se que as forças de tensão compressivas, aplicadas ao côndilo e na fossa mandibular, localizam-se na zona anterossuperior do côndilo que corresponde às áreas com grande capacidade de adaptação e de regeneração óssea[16-17].

Acredita-se também que existe uma variabilidade no ritmo e no padrão de crescimento; como consequência, originam-se respostas diferenciais para cada indivíduo[18]. Por isso, ter as informações certas sobre as etapas que cursa o paciente permite a instauração precoce da terapia e garante, em grande medida, o seu sucesso. Portanto, o maior efeito ortopédico ocorre entre os 12 e 18 meses antes do pico pubertário, período de grande atividade. Recomenda-se a determinação da idade óssea, que pode ou não coincidir com a idade cronológica[19-20].

Existem diferentes métodos para determinar a maturação óssea. A análise da radiografia carpal é um deeles, que sustenta que a criança tem que estar entre o estádio MP3 e a ossificação visível do osso pisiforme, para que seja oportuna a colocação do aparelho ortopédico. Da mesma forma, estudos nas vértebras cervicais reportam que os estágios favoráveis para a colocação dos aparelhos ortopédicos estão entre CVMSII

e CVMSIII, estágios que correspondem a um ano antes do pico máximo pubertário[21]. Por outro lado, tem sido demonstrado que a maioria das crianças com deficiências mandibulares de 4 mm a 6 mm, sem interferências entre os incisivos, logra um avanço. Se a posição correta para registrar a mordida é impedida, recomenda-se a utilização de aparelhos fixos ou removíveis, em conformidade com a escala da mudança necessária[22].

Para corrigir a má-oclusão de Classe II, existe uma grande variedade de dispositivos cuja utilização tem sido promovida pelas escolas americanas e europeias, com alternativas como o ativador, modelador elástico de Bimler, Monobloque, Klammt e Bionator, os quais têm vários estudos que sustentam a sua efetividade. Além disso, o uso do Sistema Network, especialmente o SN1, tem tomado muita força nas ultimas décadas na América Latina. O presente estudo comparou os efeitos esqueléticos e dentoalveolares no plano sagital para a maxila e a mandíbula no tratamento de más-oclusões de Classe II esquelética, como consequência do uso de Bionator, Klammt e SN1, com o propósito de ter um suporte científico na tomada de decisões.

Material e Métodos

Foi realizado um estudo epidemiológico prospectivo com a população de pacientes que iniciaram e concluíram tratamento de Ortopedia Maxilar Funcional nas clínicas especializadas da Universidade Colégios de Colômbia (Unicoc), no período compreendido entre 2003 e 2009.

Foram consideradas crianças entre oito e 14 anos de idade com diagnóstico de má-oclusão de Classe II esquelética, distoclusão molar bilateral e sobremordida horizontal a partir de 6 mm, na qual o tratamento foi iniciado com um dos dispositivos ortopédicos funcionais: Bionator, Klammt ou SN1. Foram excluídos os pacientes tratados com Ortopedia maxilar ou ortodôntico prévio, pacientes com doenças sistêmicas ou com histórico de trauma craniofacial.

O tratamento estabelecido consistiu na adaptação de cada um dos dispositivos, de acordo com o protocolo descrito para cada um deles. No início do tratamento, um primeiro dispositivo foi feito a partir do registro de mordida pela metade da discrepância da sobremordida horizontal; posteriormente, foram realizadas modificações nos dispositivos, quando concluídos oito meses de tratamento, com a finalidade de acelerar a aparição de mudanças e originar um novo estímulo de avanço mandibular, foi feito um novo aparelho com o segundo registro para completar o primeiro encaixe. Como indicação geral, recomendou-se aos pacientes o compromisso da utilização dos aparelhos nas 24 horas do dia, com exceção dos períodos de alimentação e de prática esportiva, levando em conta que este tempo não poderia exceder duas horas.

Período de acompanhamento

Para T1 e T2, foram realizadas as mesmas medições cefalométricas – duplo-cego – por dois avaliadores, previamente treinados neste procedimento (coeficiente de correlação intraclasse ≥ 0,9).

Foi selecionada uma amostra de 21 pacientes, dividida em três grupos de sete crianças por aparelho: a) Grupo Bionator, composto por cinco meninos e duas meninas; b) Grupo Klammt, composto por quatro meninos e três meninas; c) Grupo SN1, composto por quatro meninos e três meninas.

Variáveis

A variável exposição corresponde ao tipo de aparelho ortopédico funcional adaptado, ou seja, Bionator, SN1 ou Klammt. Foi analisado um grupo de variáveis, resultado que incluiu medidas dos componentes maxilar, mandibular e dental; a idade e o gênero foram levados em conta como covariáveis.

Para a determinação das mudanças nas variáveis resultado, foram utilizados os traços cefalométricos sobre as radiografias cefalométricas laterais no início do tratamento (T1) e após 18 meses (T2). Medidas maxilares: Co-ENA, Co-A e TLPO-A; mandibulares: Co-Pg, Co-B, Co-Go, Go-Pg, TLPO-Pg e TLPO-B; dentais: Is-PP, Impa, TLPO-Is, TLPO-Ii e sobremordida horizontal (Figura 1).

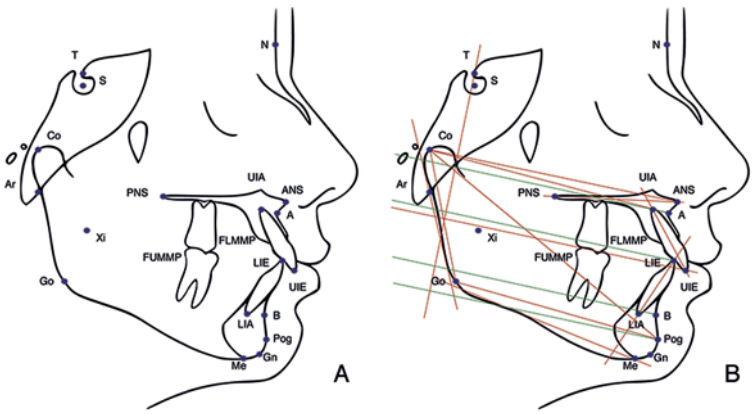


Figura 1
A. Pontos cefalométricos. B. Medidas e ângulos cefalométricos para análises cefalométricas, para coletas de informação.

As medidas em escala numérica foram padronizadas calculando a diferencial entre T1 e T2 em relação a T1, usando a fórmula:

$$\text{Mudança relativa} = \frac{T2 - T1}{T1} \times 100\%$$

Esta porcentagem permitiu a comparação das mudanças dimensionais para cada uma das medidas cefalométricas apresentadas em cada grupo de tratamento. Uma vez que os cálculos geram valores positivos e negativos, definiram-se duas categorias ou vetores de mudanças: porcentagens positivas (vetor incremento) e negativas (vetor diminuição/estável). Em adição, calculou-se a porcentagem absoluta da mudança para cada indivíduo.

Considerações éticas

Em conformidade com a resolução 8.430 de 1993, do Ministério da Saúde da República da Colômbia, esta pesquisa teve um mínimo de risco para crianças, pelo fato dos pacientes serem expostos a radiações ionizantes somente na radiografia cefalométrica lateral. O termo de consentimento livre e esclarecido foi avaliado e aprovado pelo comitê de ética institucional da Unicoc. A privacidade dos dados foi garantida mediante a codificação dos registros provenientes de cada avaliação cefalométrica.

Análise estatística

Foi desenhado um formulário eletrônico de captura de dados no pacote de análise epidemiológico EpiInfo 2004 versão 3.3 (Centers for Disease Control and Prevention). Os dados foram analisados no programa Stata versão 12. Para a identificação das diferenças significativas na média de idade e tempo do tratamento para os três grupos, realizou-se análise de variância (Anova) de uma via, com um nível de significância de 0,05.

Medidas de tendência central e dispersão para cada medida cefalométrica antes e após do tratamento foram calculadas. Foi realizada uma análise paramétrica com o teste t student quando a prova de Shapiro-Wilk apresentou evidência suficiente para não rejeitar a hipótese de normalidade ($p < 0,05$). No caso contrário, utilizou-se o teste Wilcoxon para determinar diferenças univariadas nas medidas cefalométricas, tomadas antes e após o tratamento. Estabeleceu-se um nível de significância estatística de 0,05 a uma cauda para as provas de contraste de hipóteses.

Utilizou-se Anova para comparar as médias das porcentagens de mudança real e absoluta, nos casos em que as variáveis apresentaram uma distribuição normal e a homogeneidade de variância. No caso de apresentar evidências suficientes para rejeitar a hipótese de normalidade utilizando o teste de Shapiro-Wilk e de homogeneidade de variância pelo teste de Levene, os valores foram contrastados pelo teste de Kruskal-Wallis. Além disso, aplicou-se o pós-teste de Bonferroni para a comparação correspondente. Foi estabelecido o nível de significância de 0,05 a duas colas para a comparação de hipóteses. A representação gráfica das mudanças nas médias e a variação em cada uma das medidas para cada grupo de tratamento realizou-se usando o gráfico de caixas e bigodes.

Resultados

Os 21 pacientes que fizeram parte do estudo estavam distribuídos em 13 meninos (62%) e oito meninas (38%) com má-oclusão esquelética Classe II, tratados com Bionator, Klammt ou SN1, com uma média de tratamento de 18,28 ± 6,84 meses, 16,28 ± 7,43 meses e 22,85 ± 5,95, respectivamente. A média geral da idade cronológica no início do tratamento foi de 9,5 ± 1,2 anos e de 11,1 ± 1,1 anos ao final do tratamento. Identificaram-se diferenças estatisticamente significativas entre as médias da idade de início do tratamento nos pacientes que foram tratados com SN1 e Bionator. (Tabela 1) Então, avaliou-se 42 radiografias laterais de crânio, 21 iniciais (T1) e 21 finais (T2).

TABELA 1 – MÉDIA DE IDADE DE INÍCIO, IDADE FINAL E TEMPO DE TRATAMENTO, SEGUNDO O DISPOSITIVO ORTOPÉDICO FUNCIONAL

	Dispositivos ortopédicos funcionais (Média ± D.E. mm)			
	Bionator	Klammt	SN1	p
Idade inicial (anos)	10,142 ± 1,069	9,714 ± 1,112	8,571 ± 0,975	0,03
Idade final (anos)	11,571 ± 1,133	11,428 ± 1,272	10,428 ± 0,975	0,15
Tempo de tratamento (meses)	18,285 ± 6,848	16,285 ± 7,432	22,857 ± 5,956	0,20

Anova de 1 via, $p < 0,05$.

Análise do componente maxilar

As médias das medições no componente maxilar apresentaram um incremento geral durante o tempo de avaliação em cada um dos grupos de tratamento; T1 e T2 mostraram diferenças estatisticamente significativas nas médias para Co-ENA, Co-A, para os grupos tratados com Bionator e SN1, também, na medida de TLPO-A no grupo com SN1 (Tabela 2).

TABELA 2 – MÉDIA DAS MEDIÇÕES CEFALOMÉTRICAS NO PLANO SAGITAL, SEGUNDO CADA APARELHO ORTOPÉDICO FUNCIONAL

	Aparelhos ortopédicos funcionais (Promedio ± D.E.)								
	Bionator			Klammt			SN1		
	T1	T2	p	T1	T2	p	T1	T2	p
Componente maxilar									
Co-ENA (mm)	91,14 ± 3,13	94,14 ± 3,34	0.00†	89,14 ± 5,9	89,43 ± 3,55	0,43	90,14 ± 3,85	93,29 ± 5,65	0,01
Co-A (mm)	88,86 ± 4,56	91,71 ± 4,42	0.00	86,57 ± 5,29	87 ± 2,58	0,38	86,86 ± 3,24	90,14 ± 6,47	0,02
TLPO-A (mm)	79,71 ± 2,93	81,29 ± 2,36	0.06	75 ± 5,23	75,43 ± 5,83	0,38	77,57 ± 2,99	80,14 ± 5,08	0,03
Componente mandibular									
Co-Pg (mm)	107,71 ± 4,54	112,29 ± 5,68	0,00	105 ± 4,08	107,29 ± 4,03	0,03	105 ± 3,51	112 ± 4,47	0,00
Co-B (mm)	101 ± 5,1	104 ± 5,45	0,01	95,43 ± 3,36	98,29 ± 3,3	0,01	97,29 ± 3,4	103,71 ± 4,35	0,00†
Co-Go (mm)	47,86 ± 3,98	52,43 ± 5,8	0,00	49,71 ± 3,15	50,71 ± 2,36	0,21	47,71 ± 2,98	52 ± 3,92	0,00
Go-Pg (mm)	74,71 ± 5,94	76,43 ± 5,19	0,07	71,57 ± 3,1	74,29 ± 3,99	0,00	73 ± 2,83	76,29 ± 4,39	0,01
TLPO-Pg (mm)	82,86 ± 9,12	83,14 ± 4,95	0,89†	76,29 ± 7,97	78,86 ± 11,2	0,09	78,71 ± 4,11	85 ± 5,23	0,00†
TLPO-B (mm)	80,29 ± 7,63	81 ± 4,83	0,77†	72,57 ± 6,78	74,86 ± 9,72	0,08	76,43 ± 4,31	81,86 ± 5,79	0,00
Componente dentário									
(Is-PP) (°)	119,71 ± 5,19	111,86 ± 7,01	0,99	118 ± 6,03	112,14 ± 6,39	0,98	117,29 ± 5,88	111,29 ± 9,66	0,96
Impa (°)	96,86 ± 3,08	99,14 ± 4,88	0,11	95,43 ± 5,13	96,29 ± 4,64	0,28	96,86 ± 5,05	97 ± 4,93	0,46
TLPO-Is (mm)	92,86 ± 4,74	90,43 ± 3,69	0,90	83,43 ± 4,96	84,57 ± 7,48	0,27	87,29 ± 4,57	89 ± 6,32	0,12
TLPO-Ii (mm)	85,14 ± 7,27	85,86 ± 1,46	0,38	75,14 ± 5,11	78,14 ± 7,24	0,02	80 ± 5,35	85,14 ± 5,84	0,00
Resalte (mm)	8,86 ± 3,39	4,57 ± 2,15	0,01‡	8,29 ± 1,89	4,71 ± 1,89	0,00‡	7,43 ± 1,99	3,43 ± 0,98	0,00‡

p - valor para o teste t student; Ha=média T1-Média T2 < 0.
† p - valor para o teste de Wilcoxon; Ha=mediana T1-Mediana T2 < 0; significância estatística em negrito (p < 0,01).
‡ valor para o teste t student; Ha=média T1-Média T2 > 0.

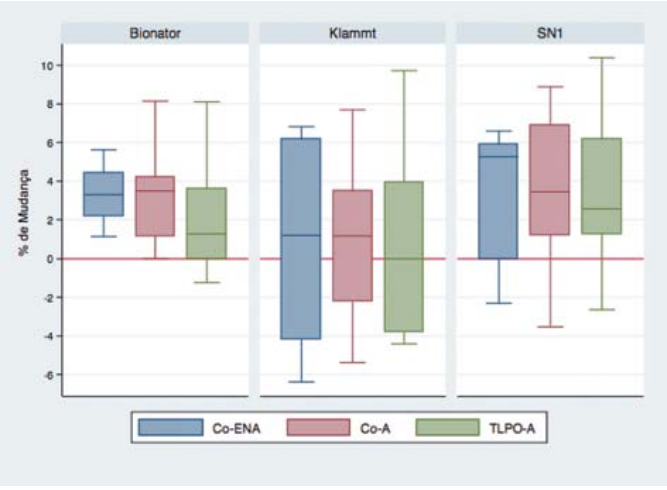


Figura 2
Distribuição da porcentagem de mudança geral em Co-ENA, Co-A e TLPO-A, segundo os grupos Bionator, Klammt e SN1.

Em relação às mudanças relativas gerais e absolutas no cumprimento, Co-ENA, Co-A e TLPO-A mostrou-se uma tendência ao incremento para os três grupos. Os vetores de mudança (aumento ou diminuição/estabilidade) não apresentaram diferenças estatisticamente significativas (Tabelas 3 e 4, e Figura 2).

Análise do componente mandibular

As medições no componente mandibular indicam, em geral, um aumento. No entanto, a diferença das médias entre T1 e T2 foram estatisticamente significativas em todas as medições no grupo tratado com SN1, para os cumprimentos de Co-Pg, Co-B e Go-Pg no grupo que usou Bionator, enquanto que o grupo tratado com Klammt mostrou significância estatística no cumprimento de Co-Pg, Co-B e Go-Pg (Tabela 2).

TABELA 3 – DIREÇÃO E MÉDIA DA PORCENTAGEM DE MUDANÇA DAS MEDIÇÕES CEFALOMÉTRICAS NO PLANO SAGITAL, SEGUNDO CADA APARELHO ORTOPÉDICO FUNCIONAL

		Bionator		Klammt		SN1	
		n	Média ± D.E.	n	Média ± D.E.	n	Média ± D.E.
Componente maxilar							
Co-ENA (mm)	Diminuição/estável	0	0 ± 0	3	4,22 ± 2,14	2	1,15 ± 1,63
	Incremento	7	3,3 ± 1,46	4	4,13 ± 2,79	5	5,29 ± 1,29
Co-A (mm)	Diminuição/estável	1	0 ± 0	3	2,9 ± 2,22	1	3,53 ± 0
	Incremento	6	3,8 ± 2,39	4	3,39 ± 3,06	6	4,89 ± 2,99
TLPO-A (mm)	Diminuição/estável	3	0,41 ± 0,71	5	1,88 ± 2,1	1	2,63 ± 0
	Incremento	4	3,87 ± 2,98	2	6,84 ± 4,08	6	4,26 ± 3,51
Componente mandibular							
Co-Pg (mm)	Diminuição/estável	0	0 ± 0	2	0,5 ± 0,7	0	0 ± 0
	Incremento	7	4,23 ± 2,26	5	3,29 ± 2,28	7	6,69 ± 3,3
Co-B (mm)	Diminuição/estável	2	0 ± 0	2	0 ± 0	0	0 ± 0
	Incremento	5	4,18 ± 1,95	5	4,25 ± 2,73	7	6,59 ± 1,42
Co-Go (mm)	Diminuição/estável	1	0 ± 0	3	2,58 ± 2,86	0	0 ± 0
	Incremento	6	11,11 ± 6,42	4	5,93 ± 6,7	7	8,94 ± 3,43
Go-Pg (mm)	Diminuição/estável	2	2,48 ± 1,67	2	0 ± 0	2	0,7 ± 0,98
	Incremento	5	4,38 ± 1,09	5	5,3 ± 1,73	5	6,55 ± 1,84
TLPO-Pg (mm)	Diminuição/estável	5	4,31 ± 3,74	3	2,33 ± 2,19	0	0 ± 0
	Incremento	2	15,02 ± 5,71	4	7,2 ± 3,9	7	8,11 ± 6,69
TLPO-B (mm)	Diminuição/estável	4	5,59 ± 4,48	2	3,01 ± 2,28	0	0 ± 0
	Incremento	3	11,16 ± 5,64	5	5,27 ± 3,86	7	7,12 ± 5,01
Componente dentário							
Is-PP (°)	Diminuição/estável	7	6,59 ± 3,55	6	6,31 ± 3,23	6	6,68 ± 4,79
	Incremento	0	0 ± 0	1	3,64 ± 0	1	4,07 ± 0
Impa (°)	Diminuição/estável	2	2,5 ± 3,54	4	1,73 ± 2,26	5	2,19 ± 1,81
	Incremento	5	4,35 ± 3,46	3	4,6 ± 1,32	2	6,29 ± 0,23
TLPO-Is (mm)	Diminuição/estável	6	4,02 ± 2,48	3	4,13 ± 2,92	4	0,86 ± 1,06
	Incremento	1	6,74 ± 0	4	5,4 ± 3,01	3	5,64 ± 3,35
TLPO-Ii (mm)	Diminuição/estável	4	3,51 ± 3,51	2	0 ± 0	0	0 ± 0
	Incremento	3	7,98 ± 7,91	5	5,44 ± 4,05	7	6,49 ± 4,01
Resalte (mm)	Diminuição/estável	6	51,03 ± 24,6	7	43,79 ± 16,21	7	50,77 ± 18,27
	Incremento	1	14,29 ± 0	0	0 ± 0	0	0 ± 0

TABELA 4 – PORCENTAGENS E MUDANÇAS GERAIS E ABSOLUTAS PARA AS MEDIÇÕES CEFALOMÉTRICAS NO PLANO SAGITAL, SEGUNDO CADA APARELHO ORTOPÉDICO FUNCIONAL

		Bionator	Klammt	SN1	
		Média ± D.E.	Média ± D.E.	Média ± D.E.	p
Co-ENA	Geral	3,3 ± 1,45	0,55 ± 5,03	3,45 ± 3,38	0.54†
	Absoluto	3,3 ± 1,46	4,17 ± 2,32	4,11 ± 2,37	0,69
Co-A	Geral	3,26 ± 2,61	0,7 ± 4,2	3,69 ± 4,19	0,295
	Absoluto	3,26 ± 2,61	3,18 ± 2,53	4,7 ± 2,78	0,494
TLPO-A	Geral	2,04 ± 3,14	0,61 ± 4,88	3,27 ± 4,13	0,493
	Absoluto	2,39 ± 2,84	3,3 ± 3,4	4,02 ± 3,26	0,635
Co-Pg	Geral	4,23 ± 2,26	2,21 ± 2,64	6,69 ± 3,3	0,024
	Absoluto	4,23 ± 2,26	2,49 ± 2,33	6,69 ± 3,3	0,029
Co-B	Geral	2,99 ± 2,59	3,04 ± 3,04	6,59 ± 1,42	0,019
	Absoluto	2,99 ± 2,59	3,04 ± 3,04	6,59 ± 1,42	0,019
Co-Go	Geral	9,52 ± 7,21	2,28 ± 6,78	8,94 ± 3,43	0,07
	Absoluto	9,52 ± 7,21	4,49 ± 5,33	8,94 ± 3,43	0,207
Go-Pg	Geral	2,42 ± 3,53	3,78 ± 2,95	4,48 ± 3,86	0,539
	Absoluto	3,84 ± 1,46	3,78 ± 2,95	4,88 ± 3,25	0,693
TLPO-Pg	Geral	1,21 ± 10,18	3,11 ± 5,93	8,11 ± 6,69	0,26
	Absoluto	7,37 ± 6,48	5,11 ± 4	8,11 ± 6,69	0,615
TLPO-B	Geral	1,59 ± 10,03	2,9 ± 5,2	7,12 ± 5,01	0,34
	Absoluto	7,97 ± 5,43	4,62 ± 3,46	7,12 ± 5,01	0,403
Is-PP	Geral	-6,59 ± 3,55	-4,89 ± 4,78	-5,15 ± 5,97	0,783
	Absoluto	6,59 ± 3,55	5,93 ± 3,12	6,31 ± 4,48	0,947
Impa	Geral	2,39 ± 4,61	0,98 ± 3,82	0,23 ± 4,4	0,64
	Absoluto	3,82 ± 3,3	2,96 ± 2,34	3,36 ± 2,49	0,844
TLPO-Is	Geral	-2,48 ± 4,66	1,31 ± 5,77	1,93 ± 4,05	0,214
	Absoluto	4,41 ± 2,49	4,85 ± 2,8	2,91 ± 3,29	0,432
TLPO-Ii	Geral	1,42 ± 8,05	3,89 ± 4,24	6,49 ± 4,01	0,28
	Absoluto	5,43 ± 5,72	3,89 ± 4,24	6,49 ± 4,01	0,593
Sobremordida	Geral	-41,7 ± 33,37	-43,8 ± 16,21	-50,77 ± 18,27	0,761
	Absoluto	45,78 ± 26,4	43,79 ± 16,21	50,77 ± 18,27	0,813

p - valor para a Anova 1 Via.
† - valor para o teste de Wilcoxon.

Por outro lado, as mudanças relativas gerais e absolutas no cumprimento de Co-Pg, Co-B e Co-Go apresentaram uma tendência ao aumento nos três grupos; os vetores de mudanças (aumento ou diminuição/estabilidade) mostraram diferenças estatisticamente significativas para Co-B e Co-Pg, para porcentagens de mudanças relativas gerais e absolutas. O pós-teste indica que a diferença na média da mudança relativa geral e absoluta encontra-se entre SN1 e Klammt Co-Pg, e entre o grupo de SN1 e Bionator na dimensão de Co-B.

Da mesma forma, embora houvesse casos de diminuição/estabilidade na medida de Go-Pg, a tendência nos três grupos foi aumentar o comprimento. Além disso, as mudanças relativas em TLPO-Pg e TLPO-B foram consistentes no incremento para o grupo de SN1, enquanto que para o Bionator e o Klammt apresentaram-se os dois vetores; estas diferenças não mostraram significância estatística. (Tabelas 3 e 4, e Figura 3).

Análise do componente dentoalveolar

No componente alveolar observa-se uma diminuição geral na sobremordida horizontal, cujas médias entre T1 e T2 mostraram diferenças estatisticamente significativas para os três grupos de tratamento. Nos três grupos, apresentou-se uma diminuição na média do ângulo de inclinação do incisivo superior em relação ao plano palatino, enquanto houve um incremento da média do ângulo incisivo inferior em relação ao plano mandibular nos três tratamentos. As distâncias entre a perpendicular ao plano oclusal desde a apófise glenoidea ao incisivo superior e inferior (TLPO-IS, TLPO-II) mostram uma tendência ao aumento para os três grupos, exceto no caso de TLPO-II para o Bionator. Por outro lado, as médias de TLPO-II apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre T1 e T2 para o Klammt e o SN1 (Tabela 2).

No referente às mudanças relativas gerais e absolutas no ângulo do incisivo superior em relação ao plano palatino (Is-PP), é consistente o vetor de diminuição/estabilidade, com médias na porcentagem de mudança semelhantes para os três grupos. Por outro lado, o vetor aumentou no ângulo do incisivo inferior em relação ao plano mandibular (Impa) no grupo Bionator, e uma tendência ao vetor diminuição/estabilidade no Klammt e SN1 (Figura 4). As mudanças relativas gerais e absolutas nas medições do componente dentoalveolar não apresentaram diferenças estatisticamente significativas (Tabelas 3 e 4).

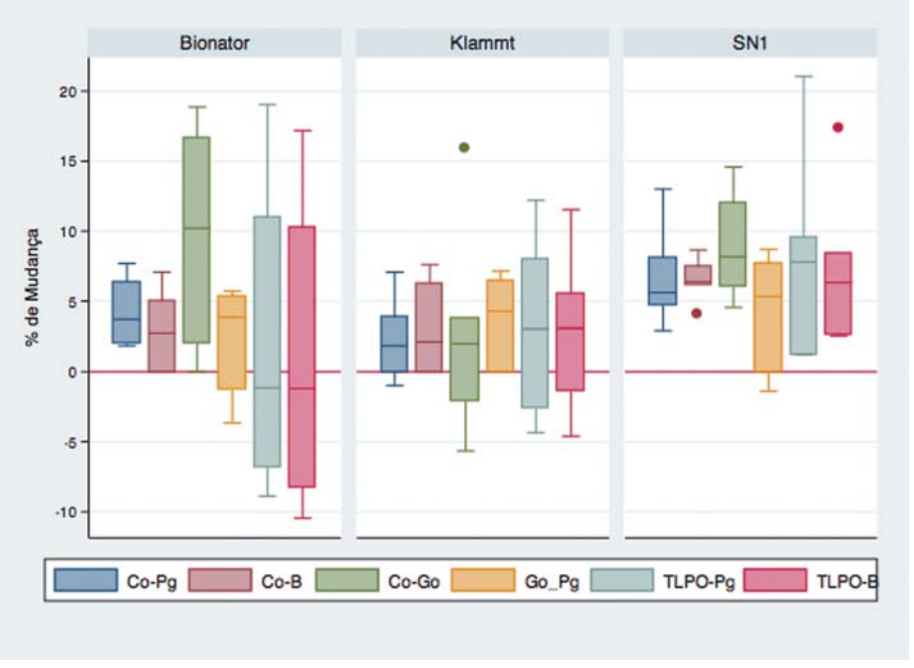


Figura 3
Distribuição da porcentagem de mudança geral em Co-Pg, Co-B, Co-Go, Go-Pg, TLPO-Pg e TLPO-B, segundo os grupos Bionator, Klammt e SN1.

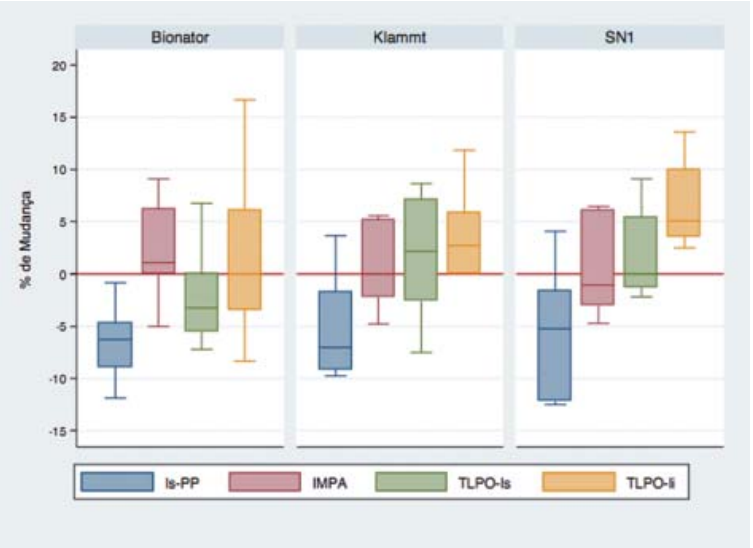


Figura 4
Distribuição da porcentagem geral em IS-PP, Impa, TLPO-IS e TLPO-II, segundo os grupos Bionator, Klammt e SN1.

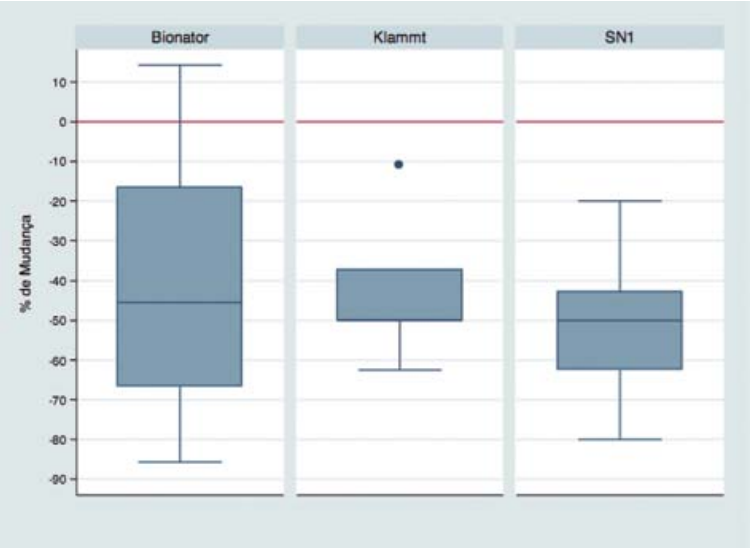


Figura 5
Distribuição da porcentagem de mudança geral da sobremordida, segundo os grupos Bionator, Klammt e SN1.

Discussão

A avaliação dos componentes maxilar, mandibular e dentoalveolar no plano sagital, provenientes dos 42 traços cefalométricos de pacientes tratados com os aparelhos ortopédicos funcionais Bionator, Klammt ou SN1, ocorrem com relativa coerência para o aumento leve do comprimento maxilar, incremento substancial do comprimento mandibular e modificações ao nível dentoalveolar que indicam a correção satisfatória da discrepância característica da Classe II, divisão 1.

O presente estudo contribui com os artigos existentes sobre a eficácia de dispositivos como o Bionator e o Klammt. Além disso, apresenta resultados em relação ao comportamento das dimensões craniofaciais ante o tratamento com o SN1. Os resultados incluem medições dimensionais da mudança relativa em porcentagem para cada um dos aparelhos ortopédicos, assim, permite-se a comparação do efeito real e absoluto para os comprimentos e ângulos cefalométricos nos componentes craniomaxilofaciais do plano sagital.

As mudanças ao nível maxilar são mais exatas no Bionator; a variabilidade apresentada em Co-ENA, Co-A e TLPO-A é menor que a apresentada em Klammt e SN1, indicando que o Bionator permite o crescimento restrito do maxilar, enquanto as mudanças destas medições no Klammt não são consistentes, pois a distribuição da mudança relativa real indica que pode favorecer ou restringir o crescimento maxilar. Nessa ordem, o SN1 mostra uma marcada tendência para o aumento das dimensões maxilares em maior proporção que o Bionator. Nos casos em que se apresenta a restrição do crescimento, pode responder ao avanço mandibular e ao reposicionamento do côndilo mais para frente e baixo, o qual favorece a atividade na fossa mandibular[23-24] e resulta em medições de menor magnitude entre Co e os pontos cefalométricos do maxilar.

Na mandíbula, o crescimento é marcado para os três dispositivos. No entanto, no Bionator ocorre uma ligeira tendência à diminuição entre TLPO-Pg e TLPO-B, uma vez que estas medidas têm uma relação direta entre a posição da apófise glenoidea e o plano oclusal, isso pode causar uma rotação do plano oclusal como consequência do avanço mandibular, o crescimento do ramo mandibular[25-26] e a restrição do crescimento maxilar.

Além disso, o Bionator tem uma maior porcentagem de mudança no comprimento no ramo mandibular, seguido de SN1, e o Klammt permanece estável; enquanto que, para o corpo mandibular representado na mudança Co-Pg, Co-B é significativamente maior no SN1 em relação ao Klammt, e semelhante ao produzido com o Bionator. Deve-se levar em conta que o

tratamento gera o crescimento vertical na mandíbula, e não é recomendado em pacientes com um padrão de crescimento facial hiperdivergente, quando o que se procura é diminuir a dimensão vertical facial[27].

Os resultados indicam que o SN1 produz maiores e mais consistentes mudanças nas medições de Co-B, Co-Pg e Go-Pg, o que pode ser resultado da estimulação mandibular e da geração de um contato anterior de Incisivos inferiores e superiores, com a menor invasão do espaço oral, e produz uma resposta rápida com estabilidade[28].

Os dados obtidos dos pacientes que usaram Klammt indicam mudanças nas medidas mandibulares, dentoalveolares e manteve-se constante a posição do maxilar superior. No entanto, estas não foram tão representativas em relação aos outros dois aparelhos, o que pode resultar do diferencial de maturação óssea que faz com que o individuo seja mais ou menos susceptível às mudanças, pois tem sido sugerido que a atividade miotônica do Klammt permite o avanço mandibular e as mudanças dentoalveolares com um maior efeito no período de pico de crescimento.

As porcentagens e os vetores de mudança apresentados pelo Bionator, Klammt e o SN1 demonstram uma retroinclinação dos incisivos superiores em relação à sua base óssea, leve para a inclinação dos incisivos inferiores em relação à sua base óssea, e para o SN1 um aumento na longitude de TLPO-Il, que responde ao maior comprimento alcançado pelo corpo mandibular sem a reposição da apófise glenoidea. Os resultados das mudanças dentoalveolares podem ser explicados, uma vez que o uso dos aparelhos funcionais gera efeitos dentoalveolares, movimento mesial nos dentes da arcada inferior, reagrupação anterior da fossa glenoidea e efeito protrusivo mandibular[29] (Figura 5).

Os resultados do presente estudo não levam em conta o grau de maturação óssea, embora tenha sido reportado que a ação dos aparelhos funcionais está sujeita às mudanças no crescimento pubertário e pós-pubertário, no qual a mandíbula cresce mais que a maxila. Também tem sido demonstrado que a eficácia do tratamento funcional nas deficiências mandibulares depende da capacidade da resposta biológica da cartilagem condilar, que depende, por sua vez, do crescimento mandibular expressado no pico de crescimento pubertário, sem excluir o gênero[30]. No entanto, as idades de estabelecimento do tratamento são claramente prévias ao pico de crescimento pubertário. Uma analise de Anova com os dois fatores mostrou que não houve significância estatística do gênero na magnitude da percentagem de mudança para cada uma das medições, assim como não foi evidenciada interação entre o dispositivo e o gênero (resultados não apresentados).

Conclusão

Foram evidenciadas, nos pacientes tratados com os dispositivos Bionator, Klammt e SN1, mudanças no crescimento mandibular, estabilidade maxilar e a variação dentoalveolar necessária para atingir a harmonia dentomaxilofacial.

Nos pacientes nos quais foi adaptado o Bionator de Balters, apresentou-se um maior crescimento da altura do ramo mandibular, enquanto que aqueles que usaram SN1 registraram maiores mudanças no comprimento sagital da mandíbula.

Os efeitos ao nível do comprimento sagital da mandíbula, dentoalveolares, nos pacientes que usaram Klammt são menores que os obtidos com Bionator e SN1.

Os pacientes que utilizaram Bionator de Balters apresentaram maiores mudanças dentoalveolares no sentido anteroposterior.

Nota de esclarecimento
Nós, os autores deste trabalho, não recebemos apoio financeiro para pesquisa dado por organizações que possam ter ganho ou perda com a publicação deste trabalho. Nós, ou os membros de nossas famílias, não recebemos honorários de consultoria ou fomos pagos como avaliadores por organizações que possam ter ganho ou perda com a publicação deste trabalho, não possuímos ações ou investimentos em organizações que também possam ter ganho ou perda com a publicação deste trabalho. Não recebemos honorários de apresentações vindos de organizações que com fins lucrativos possam ter ganho ou perda com a publicação deste trabalho, não estamos empregados pela entidade comercial que patrocinou o estudo e também não possuímos patentes ou *royalties*, nem trabalhamos como testemunha especializada, ou realizamos atividades para uma entidade com interesse financeiro nesta área.

Endereço para correspondência:
Antonio Bedoya
Calle 5 B #43A-48 – Cali-Valle-Colombia
Tel.: 0057-2-5536016
nbedoya@unicoc.edu.co

Referências

1. Buschang PH, Santos-Pinto A. Condylar growth and glenoid fossa displacement during childhood and adolescence. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics 1998;113(4):437-42.
2. Malta LA, Baccetti T, Franchi L, Faltin Jr. K, Mcnamara Jr. JA. Long-term dentoskeletal effects and facial profile changes induced by bionator therapy. The Angle orthodontist 2010;80(1):10-7. Epub 2009/10/27.
3. Voudouris JC, Woodside DG, Altuna G, Kuftinec MM, Angelopoulos G, Bourque PJ. Condyle-fossa modifications and muscle interactions during Herbst treatment, Part 1. New technological methods. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics 2003;123(6):604-13. Epub 2003/06/14.
4. Voudouris JC, Woodside DG, Altuna G, Angelopoulos G, Bourque PJ, Lacouture CY et al. Condyle-fossa modifications and muscle interactions during Herbst treatment, Part 2. Results and conclusions. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics 2003;124(1):13-29. Epub 2003/07/18.
5. Tulloch JF, Phillips C, Koch G, Proffit WR. The effect of early intervention on skeletal pattern in Class II malocclusion: a randomized clinical trial. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics 1997;111(4):391-400. Epub 1997/04/01.
6. Tulloch JF, Proffit WR, Phillips C. Influences on the outcome of early treatment for Class II malocclusion. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics 1997;111(5):533-42. Epub 1997/05/01.
7. Born J, Muth S, Fehm HL. The significance of sleep onset and slow wave sleep for nocturnal release of growth hormone (GH) and cortisol. Psychoneuroendocrinology 1988;13(3):233-43. Epub 1988/01/01.
8. Tung AW, Kiyak HA. Psychological influences on the timing of orthodontic treatment. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics 1998;113(1):29-39. Epub 1998/02/11.
9. Shigetoshi. Nocturnal Masseter and Suprahyoid mucle activity induced by wearing a Bionator. Angle Orthodontics 2002;72:48-54.
10. Woodside DG, Metaxas A, Altuna G. The influence of functional appliance therapy on glenoid fossa remodeling. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics 1987;92(3):181-98. Epub 1987/09/01.
11. Ghafari J, Degroote C. Condylar cartilage response to continuous mandibular displacement in the rat. The Angle orthodontist 1986;56(1):49-57. Epub 1986/01/01.
12. Kantomaa T, Pirttiniemi P. Differences in biologic response of the mandibular condyle to forward traction or opening of the mandible. An experimental study in the rat. Acta Odontol Scand 1996;54(2):138-44. Epub 1996/04/01.
13. Rabie AB, Wong L, Tsai M. Replicating mesenchymal cells in the condyle and the glenoid fossa during mandibular forward positioning. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics 2003;123(1):49-57. Epub 2003/01/18.
14. Li G, Simpson AH, Kenwright J, Triffitt JT. Assessment of cell proliferation in regenerating bone during distraction osteogenesis at different distraction rates. J Orthop Res 1997;15(5):765-72. Epub 1998/01/08.
15. Bruder SP, Fink DJ, Caplan AI. Mesenchymal stem cells in bone development, bone repair, and skeletal regeneration therapy. J Cell Biochem 1994;56(3):283-94. Epub 1994/11/01.
16. Gupta A, Kohli VS, Hazarey PV, Kharbanda OP, Gunjal A. Stress distribution in the temporomandibular joint after mandibular protraction: a 3-dimensional finite element method study. Part 1. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics 2009;135(6):737-48. Epub 2009/06/16.
17. Gupta A, Hazarey PV, Kharbanda OP, Kohli VS, Gunjal A. Stress distribution in the temporomandibular joint after mandibular protraction: a 3-dimensional finite element study. Part 2. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics 2009;135(6):749-56. Epub 2009/06/16.
18. Tulloch JF, Phillips C, Proffit WR. Benefit of early Class II treatment: progress report of a two-phase randomized clinical trial. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics 1998;113(1):62-72; quiz 3-4. Epub 1998/02/11.
19. Faltin KJ, Faltin RM, Baccetti T, Franchi L, Ghiozzi B, Mcnamara Jr. JA. Long-term effectiveness and treatment timing for Bionator therapy. The Angle orthodontist 2003;73(3):221-30. Epub 2003/06/28.
20. Franchi L, Baccetti T, Mcnamara Jr. JA. Mandibular growth as related to cervical vertebral maturation and body height. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics 2000;118(3):335-40. Epub 2000/09/13.
21. Baccetti T, Franchi L, Mcnamara Jr. JA. An improved version of the cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth. The Angle orthodontist 2002;72(4):316-23. Epub 2002/08/10.
22. Owen AH. Diagnostic block cephalometrics. Part 1. J Clin Orthod 1984;18(6):400-22. Epub 1984/06/01.
23. Pancherz H. The mechanism of Class II correction in Herbst appliance treatment. A cephalometric investigation. American journal of orthodontics 1982;82(2):104-13.Epub 1982/08/01.
24. Mcnamara Jr. JA, Howe RP, Dischinger TG. A comparison of the Herbst and Frankel appliances in the treatment of Class II malocclusion. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics 1990;98(2):134-44. Epub 1990/08/01.
25. Mills CM, Mcculloch KJ. Posttreatment changes after successful correction of Class II malocclusions with the twin block appliance. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics 2000;118(1):24-33. Epub 2000/07/14.
26. Franchi L, Baccetti T, Mcnamara Jr. JA. Treatment and posttreatment effects of acrylic splint Herbst appliance therapy. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics 1999;115(4):429-38. Epub 1999/04/08.
27. Freeman CS, Mcnamara Jr. JA, Baccetti T, Franchi L, Graff TW. Treatment effects of the bionator and high-pull facebow combination followed by fixed appliances in patients with increased vertical dimensions. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics 2007;131(2):184-95. Epub 2007/02/06.
28. Simões WA. Ortopedia funcional de los maxilares a través de la rehabilitación neuro-oclusal. 3{487} ed. Sao Paulo: Artes Médicas, 2004.
29. Toth LR, Mcnamara Jr. JA. Treatment effects produced by the twin-block appliance and the FR-2 appliance of Frankel compared with an untreated Class II sample. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics. 1999;116(6):597-609. Epub 1999/12/10.
30. Rutter RR, Witt E. Correction of Class II, Division 2 malocclusions through the use of the Bionator appliance. Report of two cases. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics 1990;97(2):106-12. Epub 1990/02/01.