
**ESTUDIO COMPARATIVO DEL EFECTO CLÍNICO PRODUCIDO
POR EL FIRST CLASS® Y EL PÉNDULO EN PACIENTES ATENDIDOS
EN LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA.
ANÁLISIS RADIOGRÁFICO Y DE MODELOS***

**COMPARATIVE STUDY OF THE CLINICAL EFFECT PRODUCED BY THE FIRST
CLASS® AND THE PENDULUM IN PATIENTS TRATED AT THE COLLEGE
OF DENTISTRY, UNIVERSITY OF ANTIOQUIA. A RADIOGRAPHIC
AND MODEL ANALYSIS**

*JOHN JAIRO BETANCUR P.** , ÁLVARO CARVAJAL F.*** , PEDRO MARÍA JARAMILLO V.**** ,
JENNY GARCÍA B.***** , NORA MADRIGAL M.***** , MARGARITA LOPERA A.******

RESUMEN. *El propósito de este estudio fue establecer y comparar los resultados clínicos y radiográficos obtenidos con el del péndulo y del First class® durante cuatro meses de tratamiento, en relación con sus efectos craneofaciales, dentales y de tejidos blandos en pacientes que tuvieran indicado dentro de su plan de tratamiento la distalización de los primeros molares superiores. La muestra estuvo constituida por 27 sujetos entre los 12 y 17 años de edad: 19 experimentales (11 tratados con péndulo y 8 con First class®) y 8 controles, con los cuales se descartaron cambios debidos al crecimiento. Se obtuvieron radiografías panorámicas iniciales y cefálicas laterales iniciales y finales; fotografías estandarizadas 1:1 de modelos de estudio: al inicio, segundo y cuarto mes de tratamiento. Los resultados radiográficos muestran que no se presentan cambios significativos en las estructuras esqueléticas. A nivel dentoalveolar se observa distalización molar promedio con el péndulo de $4,68 \pm 4,9$ mm y con el First class® de $2,05 \pm 4,06$ mm acompañadas ambas de inclinación distal ($12,2^\circ$ con péndulo, $3,2^\circ$ con First class®) e intrusión ($0,55$ y $0,037$ mm respectivamente) con comportamiento asimétrico derecha-izquierda. Por cada milímetro de distalización molar se presentó un incremento en la labialización del incisivo de $0,9^\circ$ con el péndulo y de $3,0^\circ$ con el First class® que se acompaña de disminución del ángulo naso-labial ($-5,45^\circ$ con péndulo y $-6,0^\circ$ con First class®) y protrusión del labio superior ($1,59$ y $1,07$ mm respectivamente). En los modelos se observó un cambio rotacional del molar con un comportamiento heterogéneo; tanto con péndulo como con First class®, se observan rotaciones en sentidos opuestos: distopalatinas (+) y distovestibulares (-) El promedio total fue positivo en ambos siendo mayor para el First class® ($5,87^\circ$) que para el péndulo ($4,3^\circ$), conservando un patrón asimétrico derecha-izquierda. Debe cuestionarse la efectividad del anclaje ofrecido por el botón de acrílico palatino, ya que se evidencia un desplazamiento anterior de esta estructura con efecto negativo vestibularizador sobre los dientes de anclaje.*

-
- * Artículo derivado de investigación clínica, financiada por aportes de la Facultad de Odontología de la Universidad de Antioquia, Asociación de Ortodontistas Egresados de la Universidad de Antioquia, Casa Leone, Laboratorio ATO y Estudio Fotográfico Forma e Imagen, realizada como requisito parcial para optar al título de especialista en Odontología Integral del Adolescente y Ortodoncia de las cuarta, quinta y sexta coautoras.
- ** Odontólogo, especialista en Odontología Integral del Adolescente, especialista en Administración de Servicios de Salud: Mercadeo, Especialista en Didáctica Universitaria. Profesor Asistente Facultad de Odontología. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. Correo electrónico: celba@une.net.co.
- *** Odontólogo, especialista en Odontología Integral del Niño, especialista en Odontología Integral del Adolescente y Ortodoncia. Profesor Asistente Facultad de Odontología, Universidad de Antioquia. Correo electrónico: carvajalflorez@yahoo.com.
- **** Odontólogo, especialista en Odontología Integral del Adolescente. Profesor Asistente posgrado, Facultad de Odontología, Universidad de Antioquia. Correo electrónico: pmjv@une.net.co.
- ***** Odontóloga, especialista en Odontología Integral del Adolescente y Ortodoncia, Facultad de Odontología, Universidad de Antioquia. Correo electrónico: jennygar@une.net.co.
- ***** Odontóloga, especialistas en Odontología Integral del Adolescente y Ortodoncia, Facultad de Odontología, Universidad de Antioquia. Correo electrónico: noracmadriral@hotmail.com.
- ***** Odontóloga, especialista en Odontología Integral del Niño y Ortopedia Maxilar, especialista en Odontología Integral del Adolescente y Ortodoncia. Profesora de cátedra, Facultad de Odontología, Universidad de Antioquia. Correo electrónico: garo@une.net.co.

Betancur JJ, Carvajal A, Jaramillo PM, García J, Madrigal N, Lopera M. Estudio comparativo del efecto clínico producido por el First class® y el péndulo en pacientes atendidos en la Facultad de Odontología de la Universidad de Antioquia. Análisis radiográfico y de modelos. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2007; 18 (2): 29-44.

Betancur JJ, Carvajal A, Jaramillo PM, García J, Madrigal N, Lopera M. Comparative study of the clinical effect produced by the First class® and the pendulum in patients trated at the College of Dentistry, University of Antioquia. A radiographic and model analysis. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2007; 18 (2): 29-44.

RECIBIDO: NOVIEMBRE 28/06 - ACEPTADO: ABRIL 10/07

Palabras clave: maloclusión clase II de Angle, tracción, aparatos ortodóncicos.

ABSTRACT. *The purpose of this research was to establish and compare the clinical and radiographic results obtained during the four month use of the pendulum and the First class® in relation with its craneofacial, dental, and soft tissue effects in patients who had indicated as part of their treatment plan, a distalization of their first upper molars. The sample consisted of 27 subjects between 12 and 17 years of age: 11 treated with pendulum, 8 treated with First class®, and 8 controls to discard any changes due to growth. All patients received inicial Panoramic X-rays, inicial and final lateral cephalograms; 1:1 standardized pictures of study casts at the beginning, second and fourth months of treatment. The radiographic results showed there were no significant changes in the skeletal structures. At the dento-alveolar level an average molar distalization of 4.68 ± 4.9 mm was observed with the pendulum and of 2.05 ± 4.06 mm with the First class® both of which were accompanied by distal inclination (12.2° pendulum, 3.2° First class®) and intrusion (0.55 and 0.037 mm respectively) with an assymetric right – left behavior. For each millimeter of molar distalization there was an increment in incisal labialization of 0.9° with the pendulum and 3.0° with the First class® accompanied by a decrease in the nasolabial angle (-5.45° with the pendulum and -6.0° with First class®) and an upper lip protrusion (1.59 and 1.07 mm respectively). The dental casts showed a rotational change in the molar with a heterogenous behavior; with both pendulum and First class®, rotations in opposite directions were observed: distopalatal (+) y distolabial (-). The total average was positive in both, being greater for the First class® (5.87°) than for the pendulum (4.3°), conserving a right-left asymmetric pattern. The effectiveness of the anchorage offered by the palatal acrylic button should be questioned, since there was evidence of anterior displacement of this structure with a negative labialization effect on the anchorage teeth.*

Key words: malocclusion, Angle class II, traction, orthodontic appliances.

INTRODUCCIÓN

En el manejo de la disto-oclusión, siguiendo la filosofía general del tratamiento ortodóncico de lograr la mejor relación oclusal posible con estabilidad y dentro de una estructura facial estéticamente aceptable, en muchos casos es necesario mover los primeros molares superiores hacia distal y utilizar el espacio ganado en mesial para corregir las relaciones dentarias.^{1,2}

Una variedad de mecanoterapias intra y extraorales se han propuesto para este fin; sin embargo, aún no se ha encontrado un aparato que satisfaga por completo los requerimientos terapéuticos, ya que persisten problemas relacionados con la pérdida de anclaje, la obtención de movimiento en cuerpo y la cooperación del paciente.³⁻⁸

Dos aparatos intraorales pretenden llenar estas expectativas, *el péndulo*^{9, 10} y el *First class*®;^{11, 12} sin embargo, para su utilización con confianza se requieren estudios independientes que comparen bajo condiciones controladas su acción y efectos clínicos, de modo que se aporte evidencia que permita soportar la elección de la mecanoterapia más adecuada de acuerdo con las condiciones particulares del caso.¹³⁻¹⁸

El propósito de esta investigación fue establecer y comparar los resultados clínicos y radiográficos obtenidos con el uso del péndulo y del *First class*® durante cuatro meses de tratamiento, en relación

con sus efectos esqueléticos, dentales y sobre los tejidos blandos, en pacientes que tuvieran indicado dentro de su plan de tratamiento la distalización de los primeros molares superiores.

MATERIALES Y MÉTODOS

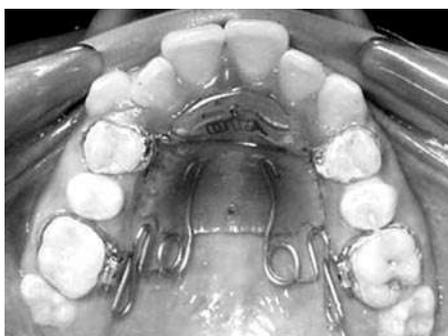
Este estudio fue de tipo clínico, experimental, comparativo. La muestra fue seleccionada del banco de datos de la Facultad de Odontología de la Universidad de Antioquia y finalmente quedó conformada por 27 sujetos de ambos sexos: 19 experimentales (11 utilizaron péndulo y 8 *First class*®) y 8 controles, los cuales permitieron descartar cambios debidos al crecimiento. Se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de inclusión: edad entre 12 y 17 años, maloclusión clase II dental bilateral, fórmula dentaria completa hasta el segundo molar permanente en presencia o no de terceros molares, sobremordida vertical normal (0,5-4 mm), ángulo goníaco inferior a 135° , sin antecedentes de tratamiento ortodóncico u ortopédico y con óptimas condiciones periodontales y de higiene oral. La asignación de los grupos de tratamiento se realizó al azar, y los controles se eligieron de un grupo de voluntarios que no estaban interesados en iniciar tratamiento.

El diseño de péndulo elegido correspondió al original propuesto por Hilgers,⁹ con la modificación

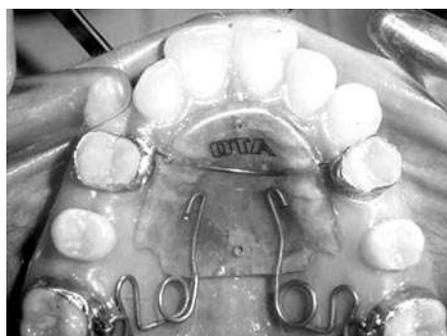
realizada por Ortiz y Gómez,³ los cuales adicionan un ansa de ajuste horizontal al resorte de TMA (figura 1A) que permite contrarrestar la tendencia a la migración en sentido medial. Por su parte, con el *First class*®, se siguieron las recomendaciones de la casa fabricante^{11,12} (figura 1B).

Al momento de la fabricación de los aparatos se incluyeron en la estructura de acrílico segmentos de alambre de calibre 0,016" ubicados a nivel de la línea media, uno en la región anterior y otro en la región posterior para que sirvieran de referencia en la construcción del plano medio sagital.

Figura 1A
Péndulo



Colocación de péndulo



Cuatro meses de tratamiento

Figura 1B
First class®



Colocación del *First class*®



Cuatro meses de tratamiento

Los aparatos fueron fabricados por el mismo laboratorista, y su diseño fue verificado por el investigador principal.** Una vez firmado por parte de los pacientes y sus acudientes el consentimiento informado, se procedió a su cementación y activación. El brazo del péndulo se insertó en la cajuela lingual de las bandas de los primeros molares, con una fuerza de 250 g medida con un dinamómetro (promedio de las fuerzas manejadas en los estudios clínicos de Hilgers⁹ y de Ortiz y Gómez¹⁸), con el *First class*®, por su parte, se instruyó al paciente

para activar el tornillo vestibular un cuarto de vuelta diario en sentido contrario al reloj durante el tiempo de observación.^{11, 12}

Cada sujeto se documentó con modelos, radiografías y fotografías. Los modelos permitieron determinar cambios rotacionales y en el plano transversal, así como el desplazamiento de la estructura de acrílico, se tomaron 3 pares, iniciales (MT1), al segundo mes (MT2) y finales (cuarto mes MT4); las radiografías cefálicas laterales per-

mitieron determinar cambios esqueléticos, dentoalveolares y de la estética facial en el plano sagital, se contó con cefálica lateral inicial (RxT1) y final (RxT2). Adicionalmente se tomaron panorámica inicial, fotografías clínicas iniciales y mensuales y fotografías oclusales estandarizadas 1:1 de los modelos.

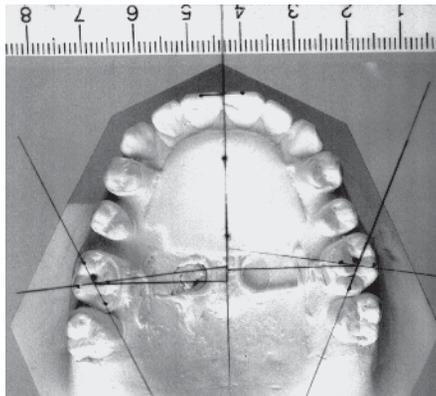
Análisis de los modelos

Todos los modelos fueron montados a una altura de 35 mm medidos desde la base hasta un plano imaginario paralelo al punto dental más alto, esto con el objetivo de lograr estandarización en la toma fotográfica que posteriormente sería objeto de análisis.¹⁹ Con un rapidógrafo de calibre 0,05" se marcaron en los modelos unos puntos en el centro mesiodistal del borde incisal de los incisivos centrales superiores, en la fosa central y en el vértice de las cuatro cúspides de los primeros molares

permanentes superiores. Se tomaron fotografías oclusales 1:1 estandarizadas de los modelos con una cámara Nikon de lente 200 y diafragma 22, lámpara Ultra 1800, programa Photoshop Adobe 7.0 Nikon Capture Control a una distancia foco-modelo de 50 cm. Para medir los cambios en la posición dental se trazaron puntos y planos de referencia sobre un papel cefalométrico superpuesto a las fotografías correspondientes a MT1, MT2 y MT3. El plano medio sagital se conformó uniendo los dos puntos de referencia de calibre 0,016" ubicados al momento de fabricación de los aparatos en la estructura de acrílico a nivel de la línea media, uno en la región anterior y otro en la región posterior; se unieron los puntos de la cúspide mesiovestibular (MV) con la distopalatina (DP) por una línea diagonal que se proyectó hasta el plano medio y la distovestibular (DV) con la mesiopalatina (MP) obteniendo otra diagonal, y se marcó el punto de intersección entre las dos líneas diagonales (figura 2).

Figura 2

Puntos de referencia y planos para medir la rotación del primer molar y el desplazamiento de la estructura de acrílico



La rotación del primer molar se midió bilateralmente utilizando la fórmula del seno ($\text{seno del ángulo} = \text{cateto opuesto} / \text{hipotenusa}$) calculando el ángulo formado por la proyección de la línea que une el vértice de cúspide DV y MP (hipotenusa) con la perpendicular al plano medio sagital que parte de la intersección de las líneas que unen los vértices de las cúspides MV y DP (cateto adyacente). La longitud de estas líneas fue medida con un calibrador digital Digital Caliper Kanon EMC-6 que registra valores en centésimas y la fórmula trigonométrica

desarrollada fue procesada en el programa Excel para obtener el valor correspondiente a dicho ángulo (figura 2).

El movimiento en el plano antero posterior de la estructura de acrílico se midió con el calibrador digital de la siguiente manera: se proyectó el punto de referencia incisal de cada incisivo perpendicular al plano medio, y se midió la distancia en milímetros de este punto hasta la referencia palatina anterior (figura 2).

Análisis cefalométrico

Se obtuvieron radiografías cefálicas laterales estandarizadas de cada uno de los pacientes en máxima intercuspidad antes de la colocación del aparato (T1) e inmediatamente después de retirarlo (T2). Para el grupo control la diferencia en tiempo entre T1 y T2 fue de 6 meses en promedio.

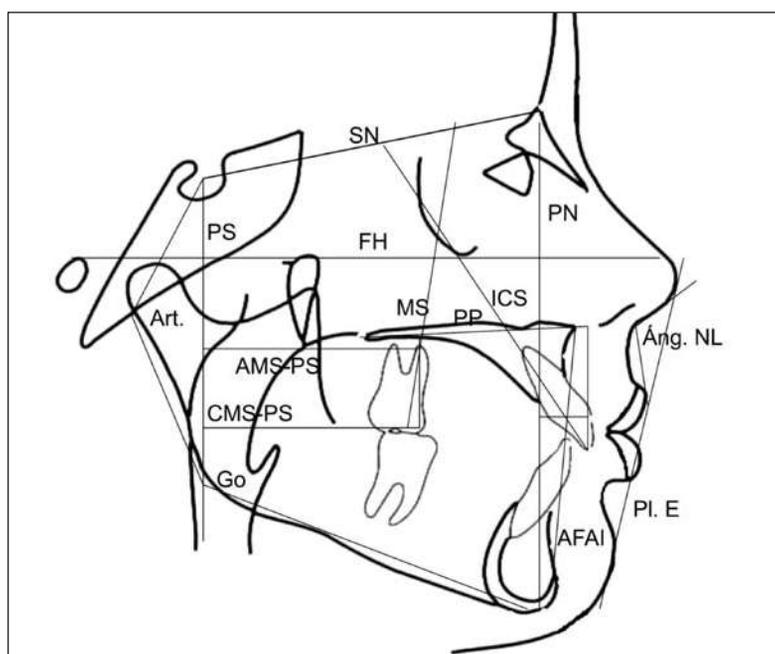
Se utilizó un equipo Panorex J. *Morita Corporation*®. Los factores de exposición fueron 70 Kvp, 5 mA, 75 V, 0,5 s de exposición. Se utilizaron películas Fuji film® (*Fuji photo film Co., Japan*), con una distancia fija del ánodo al sujeto de 150 cm y del ánodo a la película de 165 cm, verificando el paralelismo entre el plano de Frankfort y el piso, teniendo en cuenta el método del espejo y la colocación correcta de los pines en los conductos auditivos externos. Las radiografías se procesaron en un revelador automático Air techniques 2000® plus.

Todas las radiografías fueron trazadas y medidas por el mismo operador al cual se le practicó la prueba de correlación de Pearson para determinar el grado de error y se encontró que la calibración fue estadísticamente significativa ($p \leq 0,05$). Los trazados se realizaron con lápices de grafito de 0,5 mm sobre papel de acetato de 0,03" de espesor (*Truvision Cephalometric Tracing Acetate*). Para las mediciones lineales y angulares se utilizó una regla cefalométrica *Ormco cepha (Ormco - SYBRON)*. Tanto las medidas lineales como las angulares fueron aproximadas al 0,5 mayor.

Los cambios esqueléticos, dentales y de tejidos blandos en el plano sagital y vertical fueron determinados utilizando las siguientes variables cefalométricas (figura 3):

- Ángulo goníaco (Áng. Go): formado por la tangente a la rama mandibular y el plano mandibular.
- Altura facial anteroinferior (AFAI): distancia entre la espina nasal anterior y mentón.
- Incisivo central superior al plano SN (ICS-SN): formado por el plano SN al unirse con el eje axial del incisivo central superior. Se mide el ángulo inferior interno.
- Molar superior al plano SN (MS-SN): formado por el plano SN al unirse con el eje axial del primer molar superior (cúspide mesiovestibular-ápice de la raíz mesiobucal). Se mide el ángulo inferior interno.
- Incisivo central superior a la perpendicular a Nasión (ICS-PN): distancia entre la superficie vestibular del incisivo central superior y la perpendicular a Nasión.
- Molar superior al plano palatino (MS-PP): distancia perpendicular al plano palatino desde la cúspide mesiovestibular del primer molar superior.
- Incisivo central superior al plano palatino (ICS-PP): distancia perpendicular al plano palatino desde el borde incisal del incisivo central superior.
- Ápice del primer molar superior a la perpendicular a silla (AMS-PS): distancia entre el ápice de la raíz mesiobucal del primer molar superior y la perpendicular trazada a Frankfort desde Silla.
- Corona del molar superior perpendicular a silla (CMS-PS): distancia entre la cúspide mesiovestibular del primer molar superior y la perpendicular a Frankfort desde silla.
- Plano estético de Ricketts (Pl. E): distancia entre la parte más anterior del labio superior y el plano estético de Ricketts.
- Ángulo nasolabial (Áng. NL): formado por la intersección de la tangente a la parte más anterior del labio superior y la tangente al borde inferior de la nariz.
- Ángulo articular (Áng. Art): formado por el plano de la base de cráneo posterior y la tangente a la rama mandibular.
- Ángulo del plano mandibular (Áng. FH-PM): formado por el plano mandibular y el plano de Frankfort.

Figura 3
Trazado cefalométrico



Análisis estadístico

Para la descripción de los resultados se utilizaron medidas de dispersión como indicadores de resumen básico. El promedio y la desviación estándar (SD) fue calculada para cada una de las variables cefalométricas. Para la comparación de los resultados se utilizó una prueba no paramétrica de signos de Wilcoxon con una confianza del 95%. Los resultados iguales o menores a 0,05 fueron

considerados estadísticamente significativos. Para las pruebas estadísticas se utilizó el programa SPSS versión 10.0. Para la elaboración de las tablas se trabajó en Excel.

RESULTADOS

Los cambios rotacionales del primer molar se resumen en las tablas 1 y 2.

Tabla 1
Rotación molar y desplazamiento del aparato con péndulo

Parámetro	n	Mínimo	Máximo	Media	SD	Sig. asintót. (bilateral)*	Sig. asintót. (unilateral)*
Áng. 16 (T3-T1)	9	-11,368	32,613	3,55967	14,14462	0,678	0,3390
Áng. 26 (T3 - T1)	9	-16,240	56,350	5,0540	21,45890	0,953	0,4765
Mov. Total 11 (T3-T1)	10	-2,190	1,100	-0,2160	1,09790	0,646	0,3230
Mov. Total 21 (T3-T1)	10	-2,830	1,770	-3,0030	1,35640	0,678	0,3390
n válido (según lista)	9						

Áng. 16 (T3-T1): ángulo total derecho.

Áng. 26 (T3-T1): ángulo total Izquierdo.

Mov. Total 11 (T3-T1): distancia de la referencia anterior en el botón de acrílico respecto al 11.

Mov. Total 21 (T3-T1): distancia de la referencia anterior en el botón de acrílico respecto al 21.

* P < 0,05.

Tabla 2
Rotación molar y desplazamiento del aparato con *First class*®

Parámetro	n	Mínimo	Máximo	Media	SD	Sig. asintót. (bilateral)*	Sig. asintót (unilateral)*
Áng. 16 (T3-T1)	8	0,802	13,545	6,18925	3,92983	0,012	0,006
Áng. 26 (T3 - T1)	8	-4,22	16,03	5,5644	6,3972	0,050	0,025
Mov. Total 11 (T3-T1)	8	-2,53	-0,14	-1,3525	0,8716	0,012	0,006
Mov. Total 21 (T3-T1)	7	-1,57	-0,53	-1,0243	0,4246	0,018	0,009
n válido (según lista)	7						

Áng. 16 (T3-T1): Ángulo total derecho.

Áng. 26 (T3-T1): Ángulo total izquierdo.

Mov. Total 11 (T3-T1): distancia de la referencia anterior en el botón de acrílico respecto al 11.

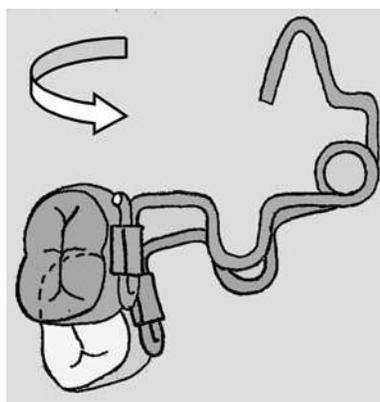
Mov. Total 21 (T3-T1): distancia de la referencia anterior en el botón de acrílico respecto al 21.

* $P < 0,05$

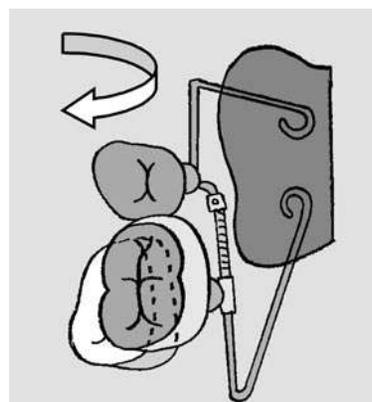
Se presentó comportamiento heterogéneo; tanto con *First class*® como con péndulo se observaron rotaciones en sentidos opuestos: distopalatinas (+) y distovestibulares (-). El promedio total (derecha-izquierda) fue positivo en ambos casos siendo mayor para el *First class*® (5,87°) que para el péndulo

(4,3°) con un patrón asimétrico derecha-izquierda. Es de anotar que con el péndulo la mayoría de los pacientes presentaron rotación distovestibular (-), sin embargo esto no se expresa en el promedio, dado que en un paciente (P8) se presenta una angulación positiva exageradamente alta (tabla 1, figura 4).

Figura 4
Comparación del cambio rotacional del molar. Péndulo versus *First class*®



Rotación lingual
Péndulo 9 molares
First class® 14 molares*
* $P < 0,05$



Rotación vestibular
Péndulo 9 molares
First class® 2 molares*

La posición antero-posterior del aparato medido del borde incisal de 11 y 21 a la señal metálica incluida en la estructura de acrílico, muestra un desplazamiento anterior durante el periodo de distalización que se evidencia por el acercamiento entre ambos puntos de referencia con

un comportamiento heterogéneo y asimétrico derecha-izquierda (figura 5). Para el péndulo la variación fue de $-0,106 \text{ mm} \pm 1,22$; mientras que con *First class*® el promedio fue de $1,18 \text{ mm} \pm 0,64$; sin embargo, ningún valor fue estadísticamente significativo (tablas 1 y 2).

Figura 5
Desplazamiento de la estructura de acrílico



Los cambios radiográficos (esqueléticos, dentales y de tejidos blandos) en los pacientes tratados con péndulo, en los con *First class*[®] y el grupo control aparecen registrados en las tablas 3, 4 y 5 respectivamente. En total el promedio de distalización molar lograda con el péndulo fue de 4,68 mm \pm 4,9 y con el *First class*[®] fue de 2,05 mm \pm 4,06 con un comportamiento asimétrico derecha-izquierda mayor para el péndulo que para el *First class*[®]. El valor máximo de distalización molar obtenido con péndulo fue de 9,58 mm y el mínimo fue de 3,64 mm; con *First class*[®] el valor máximo fue de 8,19 mm y el mínimo de 2,86 mm (tablas 3 y 4).

Con el *Péndulo* (tabla 3), se observa en general que las estructuras esqueléticas no presentaron cambios notables. En cuanto en los tejidos dentales se observa además de la distalización del primer molar cambios en la angulación con respecto a la base del cráneo del incisivo central superior (4,5° a vestibular) y del primer molar superior (-12,28° a distal) y a nivel de tejidos blandos una disminución del ángulo nasolabial (-5,45°) y un incremento en la protrusión del labio superior respecto al plano estético de Ricketts (1,59 mm). La significancia estadística de estas variaciones se presenta en la tabla 3.

Tabla 3
Evaluación radiográfica de los cambios esqueléticos, dentales y de tejidos blandos, en pacientes tratados con péndulo

Variable	N	Mínimo	Máximo	Media	Diferencia	Desv. Típ.	Probabilidad (bilateral)
Áng. Art. T1	11	135,0	146	140,86	0,23	3,7423	0,508
Áng. Art. T2	11	137,0	149	141,09		4,0424	
Áng. FH-PM T1	11	15,0	35	23,68	0,37	5,4876	1,000
Áng. FH-PM T2	11	14,0	35	24,05		6,4399	
Áng. Go T1	11	112,0	135	123,55	0,18	6,1744	1,000
Áng. Go T2	11	114,0	136	123,73		5,6717	
AFAI T1	11	58,0	72	65,64	1,31	3,9057	0,289
AFAI T2	11	58,5	79	66,95		5,5338	
ICS-SN T1	11	91,0	122	103,32	4,50	9,6702	0,065
ICS-SN T2	11	95,0	122	107,82		8,8523	
MS-SN T1	11	58,0	79	68,55	-12,28	5,9222	0,012*
MS-SN T2	11	48,5	71	56,27		6,2824	

* P < 0,05

Variable	N	Mínimo	Máximo	Media	Diferencia	Desv. Típ	Probabilidad (bilateral)
ICS PN T1	11	-4	18,0	6,09	0,41	5,7568	0,289
ICS PN T2	11	-3	12,0	6,50			
MS-PP T1	11	18	25,0	21,55	-0,55	2,1501	0,289
MS-PP T2	11	18	26,0	21,00			
ICS-PP T1	11	24	33,0	28,82	0,23	2,9006	0,344
ICS-PP T2	10	23	35,0	29,05			
AMS-PS T1	11	40	50,0	45,14	0,18	3,1945	1,000
AMS-PS T2	11	40	50,0	45,32			
CMS-PS T1	11	33	49,5	40,59	-4,68	5,176	0,002*
CMS-PS T2	11	29	45,0	35,91			
Pl. E T1	11	-3	5,0	0,36	1,59	2,599	0,039*
Pl. E T2	11	-0,5	5,0	1,95			
Áng. NL T1	11	94	127,0	108,27	-5,45	9,3391	0,109
Áng. NL T2	11	92	111,0	102,82			

* P < 0,05

Con el *First class*® (tabla 4) al analizar los cambios de RxT1 a RxT2 de acuerdo con la media, a nivel de estructuras esqueléticas se encontró aumento notable en el ángulo goníaco (13,94°) el cual puede ser un efecto no atribuible al aparato ya que en el grupo control se observaron cambios similares. En los tejidos dentales se observan cambios con respecto a la base de cráneo en la inclinación del incisivo central superior (6,31° a vestibular) y del primer

molar superior (-3,19° a distal), además del movimiento hacia distal (-2,05 mm) de este último. En los tejidos blandos, el ángulo naso-labial disminuyó (-6,0°) y el labio superior se protruyó (1,07 mm). Las diferencias fueron estadísticamente significativas únicamente en la inclinación del incisivo central superior respecto a la base de cráneo (0,058) y en la protrusión del labio superior respecto al plano estético de Ricketts (0,040).

Tabla 4

Evaluación radiográfica de los cambios esqueléticos, dentales y de tejidos blandos, en pacientes tratados con *first class*

Variable	N	Mínimo	Máximo	Media	Diferencia (t1-t2)	Desv. Típ.	Probabilidad (bilateral)*
Áng. Art. T1	8	136,0	155,0	144,75	-0,87	7,3630	0,526
Áng. Art. T2	8	137,0	156,0	143,88			
Áng. FH-PM T1	8	19,0	33,0	27,81	0,44	4,0350	0,750
Áng. FH-PM T2	8	20,0	40,0	28,25			
Áng. Go T1	8	10,5	132,0	110,06	13,94	40,5599	0,260
Áng. Go T2	8	115,0	133,5	124,00			
AFAI T1	8	61,5	74,0	69,56	0,44	3,9228	0,510
AFAI T2	8	62,0	73,0	70,00			
ICS-SN T1	8	86,5	115,0	100,25	6,31	9,4868	0,058
ICS-SN T2	8	88,0	115,0	106,56			
MS-SN T1	8	49,0	76,0	65,75	-3,19	8,2419	0,141
MS-SN T2	8	56,0	72,0	62,56			
ICS PN T1	8	-4,0	11,0	2,88	1,37	5,1113	0,233
ICS PN T2	8	-2,5	11,0	4,25			
MS-PP T1	8	20,5	25,5	22,19	-0,38	1,9445	0,221
MS-PP T2	8	19,0	25,0	21,81			
ICS-PP T1	8	27,0	33,0	30,38	-0,57	1,9411	0,888
ICS-PP T2	8	26,0	34,0	29,81			
AMS-PS T1	8	37,0	48,5	43,38	-1,19	3,6327	0,232
AMS-PS T2	8	34,0	49,5	42,19			
CMS-PS T1	8	34,0	44,0	37,88	-2,05	3,8429	0,176
CMS-PS T2	8	30,6	44,0	35,83			
Pl. E T1	8	-7,0	2,0	-2,38	1,07	3,4718	0,040*
Pl. E T2	8	-5,0	2,5	-1,31			
Áng. NL T1	8	92,0	122,0	104,38	-6,0	9,6944	0,183
Áng. NL T2	8	78,0	108,0	98,38			

* P < 0,05

En el grupo control (tabla 5), al analizar los cambios de RxT1 a Rx T2 a nivel de tejidos blandos, esqueléticos y dentales se observa que los valores

están de acuerdo con las tablas de Riolo para la edad; se encontró una diferencia estadísticamente significativa en el ángulo goniaco (tabla 5).

Tabla 5
Evaluación radiográfica de los cambios esqueléticos, dentales y de tejidos blandos, en pacientes control

Variable	N	Mínimo	Máximo	Media	Diferencia (t1-t2)	Desv. Típ.	Probabilidad (bilateral)
Áng. Art. T1	8	127,0	154,0	142,50	-0,19	8,6355	1,000
Áng. Art. T2	8	127,0	155,0	142,69			
Áng. FH-PM T1	8	6,0	30,0	19,38	-0,8	8,1229	0,553
Áng. FH-PM T2	8	8,5	28,5	20,06			
Áng. Go T1	8	106,0	130,0	120,38	1,9	7,6707	0,048*
Áng. Go T2	8	104,0	126,0	118,69			
AFAI T1	8	56,0	76,0	64,88	-0,8	6,4462	0,396
AFAI T2	8	56,0	77,0	65,06			
ICS-SN T1	8	98,0	113,0	103,88	0,8	4,3569	0,785
ICS-SN T2	8	97,0	113,0	103,50			
MS-SN T1	8	64,0	83,0	71,63	0,2	5,6553	0,865
MS-SN T2	8	63,0	87,0	71,31			
ICS PN T1	8	2,0	12,0	8,63	-0,8	3,3461	0,833
ICS PN T2	8	6,0	13,0	8,81			
MS-PP T1	8	19,0	23,0	21,00	-0,4	1,1952	0,078
MS-PP T2	8	20,0	24,0	21,94			
ICS-PP T1	8	26,0	33,0	28,69	-0,5	2,7378	0,779
ICS-PP T2	8	26,0	32,0	28,94			
AMS-PS T1	8	44,0	51,0	47,38	-0,1	2,6152	0,172
AMS-PS T2	8	43,0	52,0	48,19			
CMS-PS T1	8	43,0	46,0	44,63	-0,5	1,1877	0,461
CMS-PS T2	8	43,0	50,0	45,38			
Pl. E T1	8	-5,5	3,5	-1,31	-0,6	2,5765	0,216
Pl. E T2	8	-5,0	4,0	-0,75			
Áng. NL T1	8	83,0	115,0	101,50	-1,3	10,7305	0,216
Áng. NL T2	8	90,0	117,0	103,13			

* P < 0,05

DISCUSIÓN

En nuestro estudio, al igual que en los reportes de otros autores (Gosh & Nanda, 1996¹³; Byloff et al., 1997^{15, 16}; Kinzinger et al., 2004¹⁷; Bussik y McNamara, 2000¹⁴; Hilgers y Tracey, 2000²³), los principales efectos encontrados con el tratamiento de distalización intraoral son de carácter dentoalveolar, es así como con el péndulo no se detectaron cambios notables a nivel de las estructuras esqueléticas de los pacientes, al respecto, Kinzinger et al. (2004)¹⁷ afirman que esto es debido a la brevedad de la terapia. Sin embargo, no se puede desconocer el potencial que tienen estos aparatos para producir efectos colaterales sobre las estructuras craneofaciales y de tejidos blandos que se confirma por el

incremento en el ángulo goniaco (13,94°) observado con el *First class*[®], y la protrusión del labio superior, estadísticamente significativa, observada con ambos aparatos.

El hallazgo más importante de nuestro estudio tiene que ver con el avance en el conocimiento de aspectos relacionados con la pérdida de anclaje y el efecto rotacional sobre el primer molar que se presenta con ambos aparatos y que pudo evidenciarse al analizar las fotografías obtenidas de los modelos, en las que se observa una disminución de la distancia entre el punto de referencia anterior del acrílico y el punto marcado en el borde incisal de los incisivos centra-

les, lo cual implica un desplazamiento anterior del sistema de anclaje (botón de Nance) en diferentes proporciones (figura 5). Tal efecto no había sido documentado por otros autores.

Respecto a los cambios rotacionales del primer molar con la utilización del péndulo en varios estudios^{9, 10, 13, 17} se reporta rotación distolingual del primer molar superior; esto se entiende por el arco pendular descrito por el resorte, el cual tiende a llevar el molar a mordida cruzada, la forma de contrarrestar este último efecto es activando la doble ansa de ajuste horizontal,¹⁸ lo que permitiría regresar los molares a una posición adecuada en el arco; sin embargo, en este estudio, dicha activación no fue necesaria, ya que tal efecto no se presentó en ningún caso. Aunque los cambios angulares no fueron estadísticamente significativos, requieren observación detallada, ya que el comportamiento fue muy variable y en la mitad de la muestra se presentó rotación distobucal (valores negativos) haciendo los resultados muy dispersos y contra-

ditorios. Lo que dificulta la interpretación desde la clínica (tablas 1, 2).

Con la utilización del *First class*®, a este respecto, el comportamiento más frecuentemente observado fue la rotación mesiovestibular del primer molar superior (valores positivos), solo una pequeña parte de la muestra (los sujetos F2 y F8), presentó una rotación distovestibular (valores negativos).

En cuanto al movimiento distal del primer molar superior con péndulo en la literatura se reportan valores que van desde 3,39^{15, 16} hasta 5,7 mm¹⁴ (tabla 6) y un grado de inclinación distal que va de 8,4¹³ hasta 14,5^{15, 16}. Nuestros resultados se encuentran dentro de este rango, 4,68 mm de distalización y 12,28° de inclinación. Con el *First Class*®, por otro lado, los autores reportan un movimiento de 4,0 y 4,8 mm con 0 y 4,6° de inclinación (Fortini y Lupoli 1999¹¹, 2000¹²), en nuestro estudio solo obtuvimos la mitad de movimiento distal 2,05 mm con una inclinación de 3,19° (tabla 7).

Tabla 6
Cambios obtenidos con el péndulo en diferentes estudios

Estudio	Gosh y Nanda 1996	Byloff y Derandeliler 1997	Bussick y McNamara 2000	Betancur y Col.
Muestra y edad	n = 41 12 años	n = 13 11 años	n = 101 12 años	n = 11 15 años
Diseño aparato	Péndulo de Hilgers	Pendex	Péndulo de Hilgers/Pendex	Péndulo de doble ansa
Activación	60 a 70°	45-60° 200-250 grf	60°-90° 200-250 grf	250 grf
Distalización molar	3,4 mm	3,3 mm	5,7 mm	4,6 mm
Inclinación molar	8,4°	14,5°	13,1°	12,2°
Proinclinación de incisivos		1,7°		4,5°
Avance de incisivos		0,8 mm		0,4 mm
Protrusión labial	0,3 mm		0,6 mm	1,6 mm

Respecto a los efectos adversos con el uso del péndulo, algunos autores han reportado además de la inclinación distal del primer molar, la pérdida de anclaje anterior con incremento de la sobremordida horizontal que pone en duda la estabilidad del resultado y pone de manifiesto la necesidad de reforzar el anclaje por otros medios (tracción extraoral, inclusión de caninos e incisivos en la unidad de anclaje por medio de arcos de alambre, resortes de enderezamiento en los primeros premolares y el uso de elásticos clase II).¹³⁻¹⁷

Con el uso del *First class*®, los autores reportaron inicialmente (Fortini y Lupoli 1999¹²) distalización del molar sin inclinación, incluso en presencia de segundos molares erupcionados y sin pérdida de anclaje anterior, ni cambios en la dimensión vertical, lo cual permitiría reducir el tiempo de tratamiento en los casos de clase II sin extracciones, y transformar el aparato después de la distalización en una unidad de anclaje para completar el desplazamiento hacia atrás del sector anterior.^{11, 12}

Tabla 7
Cambios obtenidos con *first class*[®] en diferentes estudios

Estudio	Fortini y Lupoli (1999)	Fortini y lupoli (1999)	Betaneur y col.
Muestra y edad	n = 1 12 años	n = 17 12 años	n = 8 12-17 años
Duración del tratamiento	52 días	72 días	90 días
Activación	Diaria	Diaria	Diaria
Distalización molar	4,8 mm	4,0 mm	2,05 mm
Inclinación molar		4,6°	3,2°
Extrusión molar		1,2 mm	0,6 mm
Inclinación incisivos		2,6°	6,3°
Avance de incisivos		1,3 mm	1,4 mm

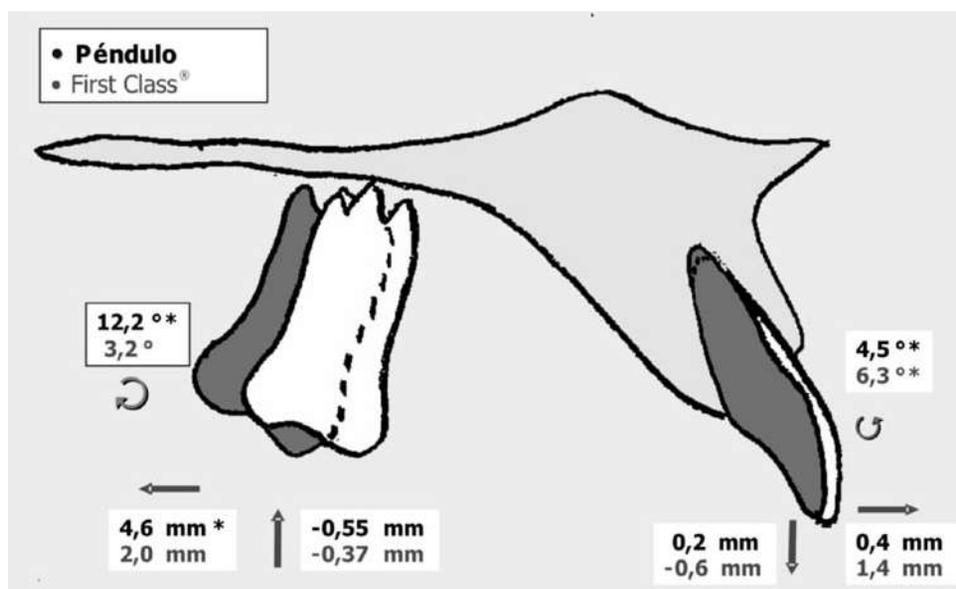
Nuestros resultados muestran inclinación distal del primer molar superior con ambos aparatos: 12,28° para péndulo y 3,19 para *First class*[®]. Si hacemos la proporción del desplazamiento distal del ápice radicular con respecto al desplazamiento distal de la corona (4,68 mm con péndulo y de 2,05 con *First class*[®]) encontramos que el movimiento en cuerpo proporcional al movimiento de la corona es de 38% con péndulo y 58 % con *First class*[®]. Para enfrentar este problema se ha sugerido (Gianelly, 1998)⁸ la sobrecorrección del movimiento distal del molar en aproximadamente 2 mm previendo el desplazamiento de la corona hacia mesial durante el enderezamiento. Para ambos grupos el grado de inclinación inicial del primer molar superior respecto a la base de cráneo no se relaciona con la cantidad de inclinación lograda al final del tratamiento.

Kinzinger y colaboradores (2004)¹⁷ encontraron correlación directa entre el grado de inclinación del primer molar superior y el grado de desarrollo del segundo molar superior, ya que el germen actúa como un fulcro produciendo mayor inclinación del primer molar superior. Esta hipótesis es apoyada por estudios previos realizados por Graber (1995)²⁰, Bondermark et al. (1994)²¹, Gianelly et al. (1988),⁸ entre otros, quienes recomiendan la terapia de distalización antes de la erupción del segundo molar superior, con el fin de disminuir el tiempo de tratamiento. En nuestro estudio, no se

encontró correlación entre el grado de inclinación del primer molar superior con el grado de desarrollo del segundo molar superior, apoyando lo sustentado por Byloff y Darendeliler (1997),^{15, 16} Bussik y McNamara (2000);¹⁴ Gosh y Nanda (1996)¹³ y Butchart (2000).²⁴

En cuanto a la pérdida de anclaje representada por el movimiento anterior de los incisivos centrales, otros autores han reportado con el péndulo desplazamientos hacia vestibular e inclinaciones que van de 0,74 mm y 1,71° (Byloff y Darendeliler, 1997^{15, 16}) hasta 2,1 mm y 5,1° (Karla, 2001).²⁵ Con el *First class*[®] por su parte, los autores reportan una inclinación de 2,6° y un desplazamiento de 1,3 mm hacia vestibular (Fortini y Lupoli, 1999).¹¹ Nuestros resultados muestran efectos mayores: la inclinación del incisivo central superior es de 4,5° promedio con péndulo y de 6,31° con *First class*[®] (figura 6). En resumen, el grado de inclinación de los incisivos que se presenta de manera recíproca con la inclinación de los molares guarda una proporción de 1:1,3 con péndulo y de 1,5:1 con *First class*[®]. Dicho de otra manera, por cada milímetro de distalización del molar, el incisivo incrementa su angulación 0,9° con el péndulo y 3,0° con el *First class*. Adicionalmente se encontró una intrusión promedio del primer molar superior de 0,55 mm para péndulo y de 0,37 mm para *First class*[®] (figura 6).

Figura 6
Cambios dento-alveolares obtenidos con péndulo vs. *First class*®



* $P < 0,05$

En términos de tiempo, la distalización promedio del primer molar superior en pacientes con péndulo fue de 1,17 mm por mes, en pacientes con *First class*® fue de 0,51 mm por mes. Con *First class*® los autores^{11, 12} reportan que para un requerimiento promedio de distalización de 4,8 mm, es necesario un tiempo de tratamiento de 52 días con un rango entre 28 días como mínimo y un máximo de 105. El movimiento molar distal promedio producido por el *First class*® en este estudio fue de 5,49 mm \pm 1,78 expresado en un lapso de tiempo de 90 a 120 días.

Un aspecto que ha generado controversia al respecto de la cantidad de distalización es la etapa de desarrollo en que se encuentra el segundo molar. Para algunos autores como Graber,²⁰ Bondermark,²¹ Gianelly,⁸ Ten Hoeve²² y Hilgers,¹⁰ la distalización de los primeros molares se ve afectada por el grado de erupción de los segundos molares por lo que recomiendan la distalización antes de la erupción de éstos. Por otra parte, otros autores como Byloff et al.^{15, 16} y Bussick y McNamara¹⁴ no observaron relación entre estos dos factores. Los resultados del presente estudio se acercan más a los de los últimos autores, es así como en el caso de los sujetos P3 y

P11 que utilizaron péndulo, en quienes se presentaron los mayores valores de distalización molar, los segundos molares ya estaban en boca, mientras que el sujeto P4 en quien también se observó uno de los mayores valores de distalización, el segundo molar no había erupcionado; de lo anterior se podría concluir que el estadio de erupción de los segundos molares no tiene impacto cuantitativo en la distalización de los primeros molares maxilares. En cuanto al *First class*® los sujetos F5, F6, F7 y F8 registraron los mayores valores de distalización en presencia de los segundos molares en boca; en contraste, el sujeto F2 en quien se presentó la menor distalización los segundos molares aún no habían erupcionado, con lo cual se corrobora que el estadio de erupción de los segundos molares no parece tener impacto en la cantidad de distalización producida por el aparato.

En cuanto a los efectos sobre los tejidos blandos, se presentan cambios significativos en la protrusión del labio superior, Ghosh y Nanda (1996)¹³ encontraron un incremento promedio de 0,31 mm; Bussick y McNamara (2000)¹⁴ 0,6 mm; nosotros encontramos un incremento en la protrusión que asciende a 1,59 mm. Este efecto no se relaciona

con la protrusión del incisivo central superior en pacientes con péndulo, por lo cual no se puede hablar de acompañamiento, mientras que en pacientes con *First class*[®] el labio superior hace un acompañamiento del 78% del movimiento del incisivo. En ambos casos se observa disminución notable del ángulo nasolabial.

Al comparar los resultados vistos con péndulo y con *First class*[®], se observó en cuanto a magnitud de movimiento distal molar mayor distalización promedio con péndulo que con *First class*[®]; con carácter asimétrico derecha-izquierda que puede responder a aspectos funcionales como la masticación (uni o bilateral), biotipológicos relacionados con el tipo facial y tipo craneal y anatómicos como ausencia o presencia y estadio de desarrollo de segundos y terceros molares superiores. En cuanto a la velocidad de distalización para ambos aparatos durante el tratamiento fue constante, corroborado por la similitud en la magnitud del movimiento entre los periodos de distalización: hasta T2 (T2-T1) y hasta T3 (T3-T2). Los cambios de angulación molar no fueron significativos, se observó mayor rotación molar en sentido mesiovestibular durante el tratamiento con *First class*[®], mientras que con péndulo, la rotación molar se presentó en igual proporción tanto mesiovestibular como distovestibular.

La evaluación de la metodología permitió determinar que con el desplazamiento dental distal también se presenta un desplazamiento anterior del sistema de anclaje mucodentoalveolar, lo cual tiene implicaciones tanto terapéuticas como metodológicas.

En cuanto a estas últimas, podemos decir que la utilización de modelos es confiable para medir cambios en el plano transversal (rotación molar), pero no lo es para medir cambios en el plano anteroposterior, ya que los puntos de referencia no son estáticos, por lo cual sería recomendable en futuras investigaciones tomar una radiografía inicial con el aparato en posición, el cual debe llevar un elemento metálico en su estructura que permita evaluar la magnitud de su desplazamiento.

Respecto a la parte terapéutica, debe cuestionarse la efectividad del anclaje mucodentoalveolar ofrecido

por el acrílico palatino, ya que el desplazamiento anterior de esta estructura tiene un efecto negativo vestibularizador sobre los dientes de anclaje mayor del que es aparente y por tanto es recomendable realizar siempre control radiográfico mediante cefálicas laterales.

En los modelos y clínicamente la creación de espacio es notoria y aparentemente hay mayor movimiento en cuerpo con el *First class*[®] que con el péndulo, sin embargo es necesario hacer una evaluación con radiografías periapicales para determinar de manera precisa este efecto.

En términos de tiempo de tratamiento debe analizarse qué tan ventajosas resultan ser estas dos mecánicas distalizadoras, pues aunque el tiempo requerido para crear el espacio es aparentemente corto (cuatro a cinco meses en promedio), se debe tener en cuenta que posteriormente deben verticalizarse las raíces, lo que implica un tiempo adicional que aumentaría el tiempo total de tratamiento.

CONCLUSIONES

1. Ambos aparatos funcionan bien como métodos intraorales de distalización de los molares generando pérdida de anclaje moderada que se manifiesta tanto por labialización de incisivos como por disminución del ángulo nasolabial.
2. Ninguno de los dos corrige las relaciones clase II esqueléticas, por lo cual deben ser usados en casos de discrepancias dentales sagitales moderadas, cuando se presentan longitudes de arco deficientes o se pretende un camuflaje dentario.
3. Bajo los parámetros de activación utilizados, se obtiene mayor distalización molar promedio de la corona con péndulo que con *First class*[®], pero la mayor parte del movimiento se consigue por inclinación. Con *First class*[®] el movimiento es más en cuerpo.
4. El efecto distalizador tiene un carácter asimétrico derecha-izquierda que puede explicarse por factores biomecánicos, funcionales (masticación uni o bilateral), anatómicos (posición y estadio

de desarrollo de los segundos y terceros molares) o biotipológicos (tipo craneofacial).

5. La tendencia a la rotación que acompaña la distalización molar con *First class*® tiene un sentido distopalatino, mientras que con péndulo puede ser tanto distovestibular como distopalatino.
6. La mayor pérdida de anclaje (vestibularización de incisivos) observada con el *First class*®, podría implicar que la activación diaria supera la capacidad fisiológica de los tejidos involucrados y debería por tanto espaciarse para lograr un mejor efecto distalizador.
7. Durante el tratamiento con ambas aparatologías, se presenta además del movimiento distal del molar, un deslizamiento de la estructura de acrílico sobre la mucosa palatina que puede ser controlado por métodos alternos como los miniimplantes.
8. No existe correlación entre el grado o la cantidad de distalización del primer molar superior con la presencia o no de segundos o terceros molares superiores.

RECOMENDACIONES

1. Reforzar el anclaje para evitar el efecto adverso mediante elásticos intermaxilares, lo cual implica una variación en el orden de tratamiento (alineación y consolidación del arco inferior).
2. Hacer una elección adecuada del candidato para la distalización: pacientes clase II dentales que presenten incisivos superiores con inclinación adecuada o retroinclinados, pacientes clase III esqueléticos o dentales con el objetivo de camuflaje.
3. Para determinar el origen del efecto asimétrico de distalización se deben considerar además de las posibles causas mecánicas debidas al aparato (dirección de las fuerzas de activación, etc.), otros factores tales como funcionales, anatómicos y biotipológicos.
4. Para futuras investigaciones es deseable tomar una radiografía inicial con el aparato en posición, el cual debe llevar un elemento metálico en su estructura que permita evaluar su desplazamiento.

5. Desarrollar un protocolo de retención y verticalización de molares para pacientes manejados con terapia distalizadora intraoral.
6. Evaluar la biotipología y la función de los pacientes para relacionarlo con la efectividad de los aparatos distalizadores.

RECONOCIMIENTO

A la Facultad de Odontología de la Universidad de Antioquia, Asociación de Ortodoncistas Egresados de la Universidad de Antioquia, Casa LEONE, Laboratorio ATO y Estudio Fotográfico Forma e Imagen.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Wilson WL. Modular orthodontic systems part 1. J Clin Orthod 1978; 12 (4): 259-278.
2. Wilson WL. Modular orthodontic systems part 2. J Clin Orthod 1978; 12 (5): 358-375.
3. Carano A, Testa M. El "distal jet", dispositivo distalizador para molares superiores. J Clin Orthod 1998; 4 (2): 107-113.
4. Quick A, Harris A. Molar distalization with a modified distal jet appliance. J Clin Orthod 2000; 34 (7): 419-423.
5. Iura F, Mogi M, Ohura Y, Hamanaka H. The super elastic property of the japanese NiTi alloy wire for use in orthodontics. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1986; 90: 1-10.
6. Runge M, Martin J, Bukai F. Analysis of rapid maxillary molar distal movement without patient cooperation. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1998; 115 (2): 153-157.
7. Greenfield R. Fixed piston appliance for rapid class II correction. J Clin Orthod 1995; 29 (3): 174-183.
8. Gianelly A, Vaitas A, Thomas W. Distalization of molars with repelling magnets. J Clin Orthod 1998; 22: 40-44.
9. Hilgers J. The pendulum appliance for class II non-compliance therapy. J Clin Orthod 1992; 26 (11): 706-714.
10. Hilgers JJ, Benett R K: The Pendulum Appliance, Part II: Maintaining the gain. Clin Impress 1994; 3 (4): 14-23.
11. Fortini A, Lupoli M, Parri M. The first class appliance for rapid molar distalization. J Clin Orthod 1999; 33 (6): 322-328.
12. Fortini A, Lupoli M, Parri M. Un nuevo aparato para la distalización rápida: el first Class. Bollettino international edition. Edición española, {revista en internet} 2000 {acceso 10 de enero de 2000}; N.º 1: {1-13}. Disponible en: http://www.leone.it/esp_leone/esp_index.html.

13. Gosh J, Nanda R. Evaluation of an intraoral maxillary molar distalization technique. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996; 110: 639-646.
14. Bussick T, McNamara J. Dentoalveolar and skeletal changes associated with the pendulum appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000; 117: 333-343.
15. Byloff F, Darendeliler A, Clar E. Distal molar movement using the pendulum appliance. Part 2: the effects of maxillary molar root uprighting bends. *Angle Orthod* 1997; 67: 261-270.
16. Byloff F, Darendeliler A. Distal molar movement using the pendulum appliance. Part 1: clinical and radiological evaluation. *Angle Orthod* 1997; 67: 249-260.
17. Kinzinger G, Fritz U, Sander F, Diedrich P. Efficiency of pendulum appliance for molar distalization related to second and third molar eruption stage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004; 25 (1): 8-23.
18. Ortiz L, Gómez L. Efecto de tres diseños de péndulo sobre la generación de fuerza producida a diferentes grados de activación y desactivación: un estudio in vitro. Medellín: Instituto de Ciencias de la Salud; 2000.
19. Marcotte M. The use of the oclusogram in planning orthodontic treatment. *Am J Orthod* 1976; 69: 655-667.
20. Graber T. Extraoral forces facts and fallacies. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995; 41: 490-505.
21. Bondermark L, Kurol J, Bernhold M. Repelling magnets versus superelastic nickel – titanium coils in the simultaneous distal movement of maxillary first and second molars. *Angle Orthod* 1994; 64: 189-198.
22. Ten Hove A. A palatal bar and lip bumper in non-extraction treatment. *J Clin Ortho* 1985; 19: 272-291.
23. Hilgers JJ, Tracey S. Hiperefficient orthodontic treatment. *Clinical Impressions*. {revista en internet} 2000 {acceso 2 de febrero de 2000}; 9 (2): {18-27}. Disponible en: <http://www.ormco.com/index/ormco-education-Clinical-impressions>.
24. Butchart J. An evaluation of the pendulum distalizing appliance. *Sem Orthod* 2000; 6: 129-135.
25. Chaques-Asensi J, Karla V. Effects of the pendulum appliance on the dentofacial complex. *J Clin Orthod* 2001; 35 (4): 254-257.