

Evaluación clínica en el área de acción y reacción con el uso de un diseño de péndulo evaluado in vitro: doble ansa

Zaira M. Bustamante R,¹ Aura Patricia Rivera G,¹ Emery Alvarez V,² Gonzalo A. Uribe R³

Resumen

El propósito de este estudio fué evaluar los efectos en el área de acción y reacción al aplicar clínicamente el diseño pendular de doble ansa (Uribe99) previamente evaluado in vitro. Se tomó una muestra por conveniencia de 10 sujetos, 5 Hombres 5 mujeres con promedio de edad 13.3 años, a los que se les instaló el péndulo dejándose actuar hasta llegar a una relación molar clase I definida por la posición de la cúspide mesiobucal del primer molar superior en el surco bucal del primer molar inferior. La inclinación del primer molar, segundo premolar e incisiva así como su desplazamiento horizontal y vertical fueron evaluadas en cada paciente por medio de la diferencia entre la radiografía cefálica final e inicial, en las cuales se tenían marcas radiopacas de referencia para evitar error por una superimposición de imágenes. La rotación de los molares se evaluó por medio del oclusograma. El tratamiento con péndulo produjo un espacio promedio de 5.5 mm (± 2.1), en el área de acción se produjo un desplazamiento distal molar promedio de 3.8 mm (± 2.3), y en el área de reacción un desplazamiento mesial del premolar promedio de 1.6mm (± 0.8) y anterior de 0 mm (± 1). Solo el desplazamiento molar fue estadísticamente significativo ($p = 0.008$). En cuanto a la inclinación también solo la del molar fue estadísticamente significativo ($p = 0.008$), con un promedio de -12.3° (± 6.7), mientras que la del premolar fue de 3.7° (± 6.6) y la inclinación anterior de 0° (± 1.6). Los Cambios verticales no fueron significativos: 0.9 mm (1.3) extrusión molar, 0.1 mm (± 1.3) intrusión premolar, aumento a tercio inferior 1° (± 1.8), ENA-Mn 1 mm (± 1.5) y una distorotación molar de 4° . En general en los pacientes evaluados se observó que en el área de acción el desplazamiento distal del molar logrado con el péndulo es efectivo, con una mínima reacción o perdida de anclaje anteroposterior de premolares e incisivos y con mínimos cambios verticales, sin embargo el movimiento es básicamente de inclinación molar no controlada. **Palabras claves:** péndulo, movimiento distal del primer molar, acción, reacción.

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the clinical effects in patients, in the areas of action and reaction, when using the previously reported **pendulum twice loop** design (Uribe99), which was already tested in vitro. The sample consisted of 10 patients, 5 women and 5 men, 13.3 years old average, to whom a pendulum was installed, which was left in position and activated until a class I molar relation was reached (determined by the position of the **mesio-buccal cusp** of the upper first molar, falling exactly onto the **buccal sulcus** of the lower first molar). The inclination of the first molar, second bicuspid and incisor, as well as its horizontal and vertical displacement were evaluated in every patient, by means of measuring the difference between the pre and post treatment **lateral cephalograms**, which had radio marks to identify anatomical structures and avoid mistakes in the tracing by image **superimposition**. Molar rotation was evaluated with the aid of an oclusogram. The treatment with the pendulum resulted in an average space of 5.5 mm (± 2.1), in the action area a distal displacement of the molar was obtained, average 3.8 mm (± 2.3) and in the reaction area a mesial movement of 1.6 mm in average (± 0.8) of the bicuspid, as well as an average of 0 mm of displacement (± 1) in the anterior (incisal) region. The only statistically significant movement was that of the molar ($p=0.008$). Regarding tipping, only the molar movement was statistically significant ($p=0.008$) with an average of -12.3° (± 6.7); the bicuspid's inclination was 3.7° (± 6.6) and in the anterior region was 0° (± 1.6). Vertical changes were not significant: molar extrusion 0.9 mm (± 1.3), premolar intrusion 0.1 mm (± 1.3), inferior third increase of 1° (± 1.8), ENA-Mn 1 mm (± 1.5) and a distal rotation of the molar of 4° . In general, in the patients who were evaluated, it was observed that action area the distal displacement of the molar obtained with the pendulum is effective, with a slight reaction (**anchorage** loss) in the anteroposterior region of premolars and incisors and with minimal vertical changes. However, the movement is basically a non-controlled tipping of the first molar. **Key words:** pendulum, distal movement of the first molar, action, reaction.

¹ Residentes Postgrado de Ortodoncia – Instituto de Ciencias de la salud -CES-

² Director Postgrado de Odontopediatría – Instituto de Ciencias de la salud -CES-

³ Profesor Postgrado de Ortodoncia – Instituto de Ciencias de la salud y Universidad de Antioquia

Introducción

Desde comienzos de siglo pasado Angle¹ definió la maloclusión dental clase II como la relación distal del primer molar inferior con respecto al superior, sin embargo esta es una entidad que puede presentar combinación de componentes esqueléticos y dentoalveolares², hacia los cuales debe enfocarse su tratamiento por medio de la redirección del crecimiento maxilar^{3,4}, la estimulación del crecimiento mandibular⁵, la mesialización de los molares inferiores o distalización de molares superiores. Esta última posibilidad terapéutica en el tratamiento de distoclusiones dentales en pacientes con relaciones esqueléticas clase I se ha logrado por medio de diferentes mecanismos de distalización⁶ como son: la fuerza extraoral⁷, resortes^{8,9,10}, magnetos^{11,12}, Herbst, Jones jig, distal jet^{13,14} y el péndulo.

El péndulo es un mecanismo eficaz y con ventajas sobre otros diseños como la eliminación de la colaboración del paciente por ser un mecanismo intraoral¹⁵ además de ser un diseño que una vez conocido su comportamiento biomecánico se puede usar en el manejo de diferentes situaciones clínicas. Sin embargo desde su aparición en 1992 ha sido utilizado de forma empírica, por lo tanto y de acuerdo a la afirmación de Burstone¹⁶ que fundamenta la ortodoncia en el conocimiento y sustentación científica del comportamiento biomecánico de los sistemas, la innovación de la mecánica pendular debe ser sometida al método científico para ser avalado por el clínico de manera que le permita conocer, prever y controlar sus efectos.

El movimiento pendular a nivel dental ha sido evaluado encontrándose como efectos característicos: movimiento de inclinación en los molares, en los incisivos y premolares como efecto de reacción^{17,18}, cambios esqueléticos no significativos en la inclinación de los planos palatino, oclusal y mandibular¹⁹ y una tendencia del desplazamiento molar a la línea media por el movimiento pendular^{19,20}. A pesar que estos reportes revelan efectos de la aplicación clínica del péndulo, ninguno ha tenido previa evaluación del diseño pendular utilizado.

El péndulo aplicado en el presente trabajo fue evaluado estableciéndose la activación más funcional

después de una comparación *in vitro*²¹ con distintas activaciones y diseños, encontrando que el diseño que se usó en esta investigación es el que menor fuerza generó. Sin embargo en el movimiento dental ortodóncico intervienen muchos factores de tipo mecánico²² y biológico^{23,24} por lo cual la magnitud de la fuerza no es la única variable que deba ser estudiada al analizar un sistema biomecánico, como el pendular, por lo tanto debe evaluarse su comportamiento clínico.

El propósito de este estudio fue identificar los efectos en el área de acción y reacción utilizando clínicamente el diseño de péndulo doble ansa (Uribe 1999) cuya eficiencia mecánica ya fue evaluada *in vitro*, teniendo como objetivos determinar la inclinación del primer molar, segundo premolar e incisivo, así como su desplazamiento horizontal y vertical contribuyendo así al análisis científico de un nuevo modelo biomecánico intraoral para la distalización de molares.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó inicialmente en 10 pacientes, 5 hombres y 5 mujeres entre 8 y 23 años, (promedio de edad de 13.3 años). Los individuos se seleccionaron de acuerdo a los siguientes criterios:

- Pacientes clase I esquelética con maloclusión dental clase II que no requerían extracciones.
- Pacientes que requerían distalización de primeros molares maxilares.
- Pacientes que presentaban crecimiento neutro u horizontal.
- Pacientes sin ningún tipo de aparatología removible o fija durante el periodo de la investigación.

Al final del estudio se excluyó uno de los sujetos debido al uso de la máscara facial que produjo cambios esqueléticos que variaron los resultados. La metodología del estudio se hizo en 2 fases:

1. Utilización clínica del péndulo:

El diseño de péndulo que se usó fue la modificación descrita por Uribe en el 99²¹, el cual consta

de un botón de nance, 4 apoyos oclusales cementados con resina y dos resortes de TMA 0,032 de doble ansa que se insertan en las cajuelas linguales (Fig.1). Para la instalación del péndulo se midió el radio del alambre que resultó ser similar en todos los sujetos, produciendo a su vez magnitudes de fuerza similares. Posteriormente se hizo el doblez de activación en el resorte igual para todos los pacientes con un ángulo de 45°.

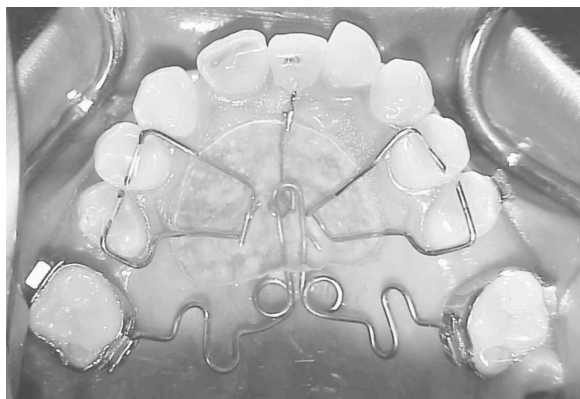


Figura 1. Diseño pendular donde se observan los apoyos a nivel de los premolares y los brazos de TMA con doble ansa.

Al hacer la activación se tuvo cuidado que el extremo distal del brazo entrara pasivamente a la cajuela en sentido vertical y en sentido bucolingual entro activo solo en los casos que presentaron mesioagulación del molar, esto para poder obtener la clase I verdadera necesaria como parámetro de finalización de la utilización clínica del péndulo en este estudio.

Luego de preactivado se procedió a la cementación de los apoyos sobre 1 y 2 premolares o molares deciduos con resina de fotocurado z-100color g. Una vez cementados los apoyos se insertaron los brazos en las cajuelas. El ansa fue activada en los casos donde por el movimiento pendular, el molar se fuera a la línea media presentándose clínicamente una mordida cruzada.

El establecimiento una relación molar clase I se uso como parámetro de finalización de la utilización clínica del péndulo

2. Evaluación radiográfica y fotográfica del movimiento pendular

Antes y al final de la aplicación del péndulo se obtuvo para todos los pacientes unos modelos de estudio y una radiografías cefálicas.

Los modelos se tomaron con alginate marca Cromopan con cubeta metálica, se vaciaron manualmente en yeso tipo IV, el recorte lo hizo uno de los investigadores en relación a un plano oclusal determinado con paralelometro, que permitió recortar la base y perpendicular a este el plano posterior. Se tomaron fotografías de los modelos 1:1, las especificaciones para la toma y revelado fueron hechos por un fotógrafo profesional especializado en fotografía científica quien se estandarizó en un trabajo de investigación anterior del postgrado de ortodoncia²⁵ que utilizo también el oclusograma. Usó una camara Nikon 35 mm ubicada en un soporte, una película kodak, iluminación directa y reflector, un zoom de 75, una longitud focal de 135 mm revelado y fijado en líquidos kodak y ampliados a una escala 1:1.

Para determinar la rotación en los primeros molares y los cambios en la distancia intermolar se usó la técnica del oclusograma reportada por Keles²⁶, marcando en el modelo puntos de referencia en las cúspides de los molares, en la papila y en rafe medio para ser identificados en la fotografía y sobre el papel trazar la sutura media, una diagonal que une las cúspides mesiobucal y distolingual extendida hasta sutura media y otra diagonal de la cúspide mesiolingual y distobucal que forman una intersección con la otra diagonal y se unen por una línea para medir la distancia intermolar. la rotación del primer molar se midió al inicio y al final por medio del ángulo entre la línea media y la línea que pasa por las cúspides (Fig.2).

Para tomar la radiografía cefálica se utilizó un equipo rotograph 230 con 80 KV, 10 MA y 3 segundos de exposición, a una distancia focal de 160mm: La radiografía fue tomada por el operario de rayos X con la supervisión de los investigadores. Se utilizó una película trimax 20*25 colocada al lado izquierdo a 15 cm de la línea media, con revelado automático en líquidos kodak. Para controlar la superposición de imágenes se colo-

caron puntos de referencia así: En el extremo mesial del tubo del primer molar se introdujo un alambre 17*25 al que se le soldo, formando un ángulo de 90, un alambre 0.32 que fue la referencia en la radiografía para identificar el molar que se encontraba en clase II. De la misma manera se estableció una referencia para el segundo premolar y el incisivo, por medio de un bracket en el premolar, el cual se le colocó sobre el eje axial a 4 mm y del cual se sostiene en mesial un alambre 17*25 doblado 90° hacia gingival y sostenido por una ligadura metálica, y en el incisivo se cemento un segmento de alambre recto con resina sobre la superficie mesial del central (Fig.3).

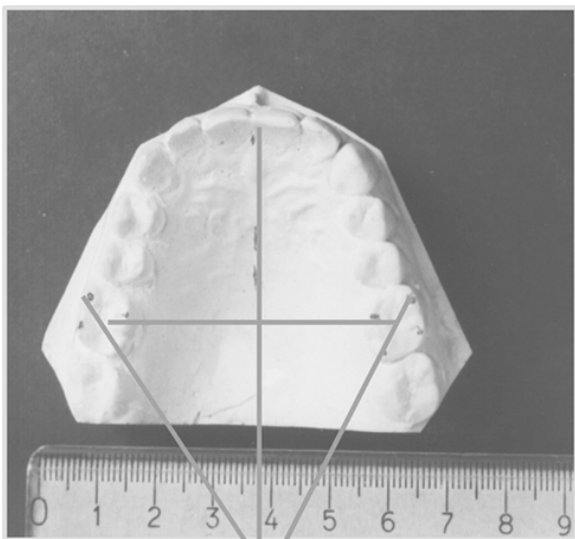


Figura 2. Fotografías 1:1 utilizadas para medir la rotación de los molares y la distancia intermolar



Figura 3. A. Puntos de referencia utilizados en el molar, premolar



B. Punto de referencia utilizado en el incisivo central

La radiografía cefálica se usó para medir cambios dentales mediante la comparación del trazo inicial y final, usando un compendio de las medidas lineales y angulares reportadas en estudios previos de péndulo^{18,26}. Se trazó una línea de referencia horizontal 7° arriba del plano silla-nasion, como el eje "X". Esta línea se usó para describir medidas verticales y angulares; perpendicular a esta línea se tomaron las medidas verticales desde el eje "X" hasta el punto de referencia correspondiente en el molar, premolar e incisivo; también se midió la distancia de ENA a mentón; además el eje "X" se utilizó para las medidas angulares, trazando una línea por el eje axial del molar, el premolar y el incisivo que se interceptara con el eje "x", otra medida angular utilizada fue el plano mandibular con el eje "x".

Para las medidas horizontales se trazó una línea perpendicular al eje "x" que pasara por el punto PTM (Pterigomaxilar), esta línea fue definida como eje "y" y se midieron las distancias entre la imagen radiopaca del alambre localizado en el molar, premolar e incisivo hasta el eje "y". (Figura 4)

Para establecer el error interobservador, los dos investigadores midieron los registros de 5 pacientes en 2 ocasiones con un intervalo de 15 días, para evitar sesgo de memorización se cambió el orden a los registros. El coeficiente de correlación intraclase ICC, para cada una de las mediciones realizadas oscilaron entre 0.87 y 1.0.

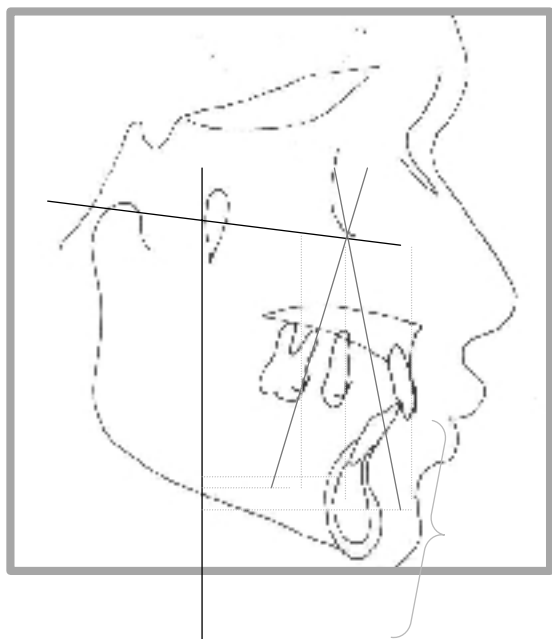


Figura 4. Análisis de la Radiografía cefálica, donde se puede observar las medidas horizontales, verticales y angulares utilizadas

Análisis estadístico

Para determinar la significancia de las diferencias entre las medidas iniciales y finales en cada una de las variables se utilizó la prueba de Wilcoxon. Para establecer las relaciones, se utilizó la prueba de correlación de Pearson.

Para la prueba de hipótesis se establecieron rangos de máximo y mínimo en términos de porcentaje tanto para el desplazamiento como para la inclinación, con base en los datos obtenidos en los estudios de péndulo^{17,18,19,27,28}. Para el desplazamiento, se hizo con base al espacio final obtenido; si el desplazamiento final del premolar es inferior al 40% y el del molar mayor al 60% del espacio se considera efecto mínimo de reacción y máximo de control molar. Para la inclinación los rangos se determinaron de acuerdo con los datos de los estudio de Nanda¹⁹ y Chaques¹⁸ que afirman que por 1 mm de desplazamiento molar hay 2,5° de inclinación y que por 1 mm de desplazamiento premolar hay 0,8° de inclinación. Por ejemplo: si un molar se distalizó 10 mm la inclinación será

de 25°, es decir para su desplazamiento esa sería la inclinación máxima permitida y ha sido denominado como el 100% o parámetro de máxima inclinación para la prueba de la hipótesis, si la inclinación es por encima del 100% entonces hay mínimo control del movimiento molar y si la inclinación es menor que el 100% sería máximo control del molar o área de acción.

Resultados

El resumen de la estadística descriptiva para cada variable analizada se observa en la tabla I. El tratamiento con péndulo produjo un espacio promedio de 5.5 mm (± 2.1), en el área de acción se produjo un desplazamiento distal molar promedio de 3,8 mm (± 2.3), y en el área de reacción un desplazamiento mesial del premolar promedio de 1,6 mm (± 0.8) y anterior de 0 mm (± 1). Sólo el desplazamiento molar fue estadísticamente significativo ($p = 0.008$). Al relacionar el espacio final obtenido con el desplazamiento molar y premolar se observa que en general el espacio es gracias a un mayor desplazamiento molar que a una pérdida de anclaje premolar, lo que se corrobora estadísticamente pues los valores de correlación y determinación entre espacio y desplazamiento molar son altos ($r = -0.93$, $r^2 = 87\%$), mientras que los de espacio y desplazamiento premolar son bajos ($r = -0.05$, $r^2 = 0\%$) (Gráfico 1).

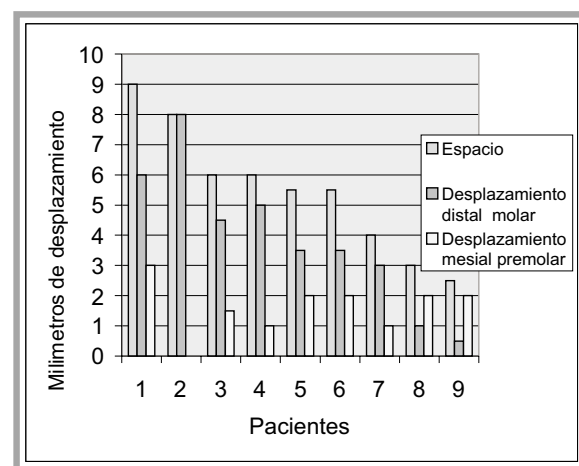


Gráfico 1. Relación entre el espacio obtenido y el desplazamiento sagital del molar y el premolar

En cuanto a la inclinación, únicamente la del molar fue estadísticamente significativa ($p = 0.008$), con un promedio de $-12,3^\circ (\pm 6.7)$, mientras que la del premolar fue de $3.7^\circ (\pm 6.6)$ y la inclinación anterior de $0^\circ (\pm 1.6)$. Intentando explicar la dispersión de los datos se relaciono la inclinación con otras variables por medio del coeficiente de correlación y determinación sin embargo los coeficientes dieron valores que no permiten establecer una relación: Inclinación y edad $r=0.25$, $r^2=6\%$, tiempo de uso del péndulo $r=0.12$, $r^2=2\%$, espacio obtenido $r=0.41$, $r^2=16\%$, y estadio de erupción del segundo molar $r=0.09$, $r^2=1\%$.

Los cambios verticales no fueron significativos: 0.9 mm (± 1.3) extrusión molar, 0.1 mm (± 1.3) intrusión premolar, aumento tercio inferior $1^\circ (\pm 1.8)$, ENA-Mn 1 mm (± 1.5). Para la variable de extrusión premolar se excluyó un sujeto debido a que durante el estudio tuvo el proceso fisiológico de erupción y en la medida del cambio en el ángulo del plano mandibular también se excluyó un sujeto por que en la radiografía cefálica inicial presento espacio interoclusal alterando la medida en comparación con la radiografía final.

Para la rotación del molar se excluyeron 3 pacientes para el molar derecho y 2 para el izquierdo porque serian variables de confusión al evaluar el movimiento de rotación producido por el diseño pendular, ya que estos molares presentaban mesioangulaciones iniciales que fueron corregidas. Para los pacientes evaluados se tuvo un promedio de distorotación molar de $4^\circ (\pm 3.5)$ el cual fue estadísticamente significativo.

Discusión

Las relaciones entre los resultados del presente estudio y otros previos pueden observarse en la tabla II. Para la distalización molar se ha dicho que la fuerza va de 100-230 gms según Cetlin, Willsom, Gianelly^{29,30}. Este estudio se hizo con una activación de 45° que generaba una fuerza de 215 gms, teniendo en cuenta los resultados previos del estudio in vitro²¹. Otros estudios^{18,19,28} con mayores activaciones dicen generar valores similares de fuerza, lo cual no es claro en la metodología, pues no explican como midieron la fuerza, ni tampoco si tiene en cuenta o no la ubicación del resorte con

VARIABLE	N	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	MEDIANA	D.S.	VALOR P
Inclinación del molar ($^\circ$)	9	-4	-23	-12.3	-12	6.7	0.008 **
Inclinación del premolar ($^\circ$)	9	17	-7	3.7	3	6.6	0.075
Inclinación del Incisivo ($^\circ$)	9	3	-3	0	0	1.6	1.003
Desplazamiento del molar (mm)	9	-0.5	-8	-3.8	-3.5	2.3	0.008 **
Desplazamiento del premolar (mm)	9	3	0	1.6	2	0.8	0.011
Desplazamiento del Incisivo (mm)	9	2.5	0	0.7	0	1	0.068
Extrusión del molar (mm)	9	2.5	0	0.9	1	1.3	0.064
Extrusión del Premolar (mm)	8	2	-2	0.1	0.2	1.3	0.445
Extrusión del Incisivo (mm)	9	2	-2	0.22	0	1.3	0.581
ENA-MN (mm)	8	3	-1.5	1	1.5	1.5	0.339
PM-SN ($^\circ$)	8	5	0	1	1.5	1.8	0.086
Rotación del molar derecho ($^\circ$)	6	10	0	4.1	4.5	3.5	0.011 *
Rotación del molar izquierdo ($^\circ$)	7	7	1	4	4	2.1	0.008 **
Espacio obtenido	9	9	2.5	5	5.5	2.1	

* $P < 0.05$ ** $P < 0.01$ *** $P < 0.001$

Tabla 1. Resumen de la estadística descriptiva de las variables analizadas

respecto al molar, ni la distancia del brazo lo que puede altear la fuerza de activación. La variación encontrada en esta investigación en cuanto al desplazamiento y a la inclinación no se puede atribuir a ninguna de estas dos variables, pues todos los resortes emergieron del acrílico a nivel del molar y la fuerza según la distancia del brazo resultó ser muy similar en todos los pacientes. La variabilidad en los resultados de la inclinación tampoco se puede atribuir al tamaño de la muestra pues de 5 estudios de péndulo^{17,18,19,27,28}, todos con tamaños de muestra mayores, los 2 que presentan en sus resultados medidas de dispersión presenta aun mayor variabilidad que el nuestro^{18,19} (tabla III). Sin embargo, ninguno especula el porque de la variabi-

lidad pero también coinciden en que el movimiento de distalización tiene un gran componente de inclinación lo que se puede explicar por la línea de acción de la fuerza que en el péndulo pasa lejos del centro de resistencia, pero que puede ser controlado ejerciendo un tip distal de la raíz en el extremo que se inserta en la cajuela en sentido vertical como lo demostró Byloff en la segunda parte de su estudio en el cual la inclinación del molar se redujo de 14° a 6°²⁷. Por lo tanto se sugiere la incorporación activa y el control de el extremo distal que se inserta en la cajuela del diseño pendular, entendiéndolo como un análogo del brazo externo en una tracción, en la medida que permite control de inclinación radicular y posición bucolingual molar.

AUTORES	Byloff 1	Byloff 2	Gosh y Nanda	Bussick y MC Namara	Chagues	Bustamante y Rivera
Año	1997	1997	1996	2000	2001	2003
Muestra	13	20	41	177 (101)	26	10
Grados de activación	45°	45°	60-70°	60-90°	80°	45°
Fuerza Generada	200-250 grs	200-250 grs		200-250 grs		200-250 grs
Tiempo de tratamiento	4 meses	6 meses		7 meses	6.5 meses	5.6 meses
Inclinación Molar distal	14.5°	6.1°	8.36°	10.6°	13.1°	12.3°
Desplazamiento molar distal	3.39 mm	4.14 mm	3.37 mm	5.7mm	5.3 mm	3.8 mm
Cambio vertical molar	Intrusión	Intrusión	Intrusión	Intrusión	Intrusión	Extrusión
	1.68 mm		0.1mm	0.7 mm	1.2 mm	0.9mm
Inclinación premolar mesial			1.29°	1.5°	4.8°	3.7°
Desplazamiento premolar	1.66 mm	1.66mm	2.55 mm	1.8 mm	2.2 mm	1.6 mm
Cambio vertical premolar	Extrusión	Extrusión	Extrusión	Extrusión	Extrusión	Extrusión
	1.17mm	1.7mm	1mm	1.2mm		0.1 mm
Inclinación incisivo	1.71°		2.49°	3.6°	5.1°	0
Desplazamiento incisivo	0.74 mm		0.74 mm	0.9mm	2.1 mm	0.7 mm
Altura facial			2.79mm	2.2mm	2.8mm	1mm
Angulo plano mandibular			1.09°		1.3°	1°

Tabla 2. Resultados de los estudios de péndulo reportados

ESTUDIO	VARIABLE	MUESTRA	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO
Nanda, 1996	Inclinación molar	41	+35.9	-5.8	+8.36
	Inclinación premolar	41	+12.7	-13.6	-1.29
Chagues 2001	Inclinación molar	26	+30.00	-3.5	+13.06
	Inclinación premolar	26	+11	-1	+4.8
Rivera y Bustamante 2003	Inclinación molar	9	-4	-23	-12.3
	Inclinación premolar	9	+17	-7	+3.7

Tabla 3. Comparación de los resultados de la presente investigación con estudios que reportan medidas de dispersión.

El promedio de inclinación premolar en este estudio es de $3,7^\circ$, otros autores reportan promedios menores (Nanda¹⁹ $1,29^\circ$, Bussick²⁸ $1,5^\circ$), sin embargo solo Nanda¹⁹ reporta las medidas de dispersión que explican el promedio tan bajo pues hay valores extremos de -12 a $+13$. El autor¹⁸ que reporta las mayores perdidas de anclaje para el premolar de $4,8^\circ$ y para el incisivo de $5,1^\circ$ es el único que usa una menor área de anclaje con un solo premolar.

En cuanto al desplazamiento del primer molar y del segundo premolar los estudios lo reportan en términos de porcentajes según el espacio obtenido, Nanda¹⁹ reporta 60% de desplazamiento molar y 40% premolar, el nuestro fue similar de un 64,22% vs 35% sin embargo Bussick²⁸ reporta valores mayores de 76% vs 24 que se puede explicar debido a que deja actuar mas tiempo el péndulo hasta llegar a clase III y por ello es también quien mas desplazamiento en mm reporta de 5,7 mm. El desplazamiento premolar e incisivo en este estudio tuvo valores muy similares a los reportados en estudios previos y nuevamente Chaques¹⁸ es el que presenta valores mayores asociado con su menor área de anclaje.

Para probar la hipótesis nula y observar si había mínimo control del movimiento anteroposteior del molar y máximo efecto anteroposteior indeseado en el área de reacción se usaron los parámetros de máximo y mínimo en términos de porcentajes explicados anteriormente. Para el desplazamiento había un máximo control del molar cuando se desplazaba mas del 60%, en los resultados 7 de los 9 pacientes cumplen esto con un promedio aritmético de 64,22% lo que indica el rechazo de la hipótesis nula (Gráfico 2), sin embargo al realizarle la prueba estadística da una $p > 0,005(0,3091)$ que no permite rechazarla, esta diferencia entre la estadística y el promedio aritmético puede ser por el tamaño de la muestra utilizado en esta investigación. Para la inclinación todos están por encima del parámetro del 100% tanto la prueba estadística como el promedio aritmético indicando que el movimiento es básicamente de inclinación.

Apoyados en la clínica y en el promedio aritmético se rechaza la hipótesis nula aceptándose que en la distalización producida por el péndulo doble ansa

(Uribe 99) se da un máximo control anteroposterior del movimiento molar y mínimo efecto de reacción antero posterior del premolar en cuanto el desplazamiento horizontal., aunque en ambos se produce inclinación.

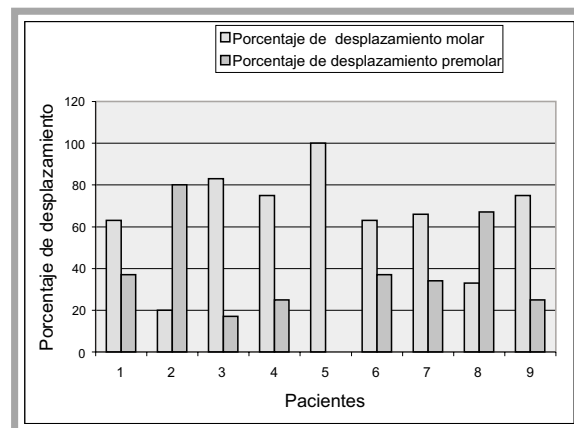


Gráfico 2. Porcentajes de desplazamiento molar y premolar en cada uno de los 9 sujetos

Conclusiones

El tratamiento con péndulo en los pacientes evaluados produjo cambios de acción y reacción similares a los reportados en otros estudios.

En la mecánica pendular se deben tener presentes las variables que pueden causar diferencia en los resultados clínicos como la posición anteroposterior al que se ubican los resortes con respecto al molar, el ancho del paladar y la longitud del brazo que genera el momento, así como la activación vertical y bucolingual del extremo distal que se inserta en la cajuela.

Los 9 sujetos con el péndulo obtuvieron un desplazamiento distal del molar significativo, con una mínima pérdida de anclaje antero posterior del premolar e incisivo y con mínimos cambios verticales, sin embargo el movimiento fue básicamente de inclinación.

Agradecimientos

A las directivas y personal auxiliar de la clínica CES Sabaneta, por facilitarnos las instalaciones clíni-

cas y equipos durante el estudio. A los Doctores y estudiantes del postgrado de ortodoncia y odontopediatría por su colaboración en la consecución de la muestra. A los asesores clínicos y revisores por su disposición y su aporte invaluable a la realización clínica de este estudio. A los señores Luis Alfonso Correa, Ignacio Sánchez y Gonzalo Álvarez quienes se encargaron de la estandarización, toma y revelado fotográfico, de la construcción del diseño pendular y del análisis estadístico de los resultados.

Referencias

1. Mcnamara J. Tratamiento ortodóncico y ortopédico en la dentición mixta. Editorial Needham, 1995. Cap 5,10,14,17
2. Moyers R. Differential diagnosis of class II malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1980; 78 :477-494.
3. Mosling M. Nonextraction treatment of a class II, division 1 malocclusion with headgear and functional appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*,1997; 112: 372-7.
4. Haydar S. Comparison of Jones jig molar distalization appliance with extraoral traction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;117:49-53.
5. Demair A. Mandibular growth direction with conventional class II nonextraction treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1992; 101:543-9
6. Gianelly A. Distal movement of maxillary molars *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998; 114: 66-72.
7. Zanter A. A holographic study of variations in bone deformations resulting from different headgear forces in a macerated human skull. *Angle Ortho.* 1996; 66: 463-472.
8. Erverdi N: Nickel titanium coil spring and repelling magnet: A comparison of two different intraoral molar distalization techniques. *British Journal of orthodontics*, 1997;24:47-53
9. Ryan A. Superelastic Nickel Titanium coil springs. *British Journal of orthodontics*, 1995; 22: 370-6.
10. Gianelly A. Japanese NiTi coils used to move molars distally. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999; 99: 564-6.
11. Toh T. Molar distalization with repelling magnets. *J. Clin Orthod* 1991;25:611-617.
12. Gianelly A. The use of magnets to move molar distally. *Am J ortho* 1989; 96:161-67.
13. Bowman J. Modifications of the distal jet. *J Clin Orthod*,1998; 22: 549-56.
14. Quick A. Molar distalization with a modified distal jet appliance. *J. Clin Orthod.*2000; 24: 419-23.
15. Hilgers J. El péndulo en el tratamiento de la clase II sin necesidad de colaboración. *J. Clin Orthod.* 1996; 2: 190-198.
16. Burstone C. Orthodontics as a science: The role of biomechanics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000; 117: 598.
17. Byloff FK. Distal molar movement using the pendulum appliance. Part 1: clinical and radiological evaluation. *Angle Orthod.* 1997; 67:249-260.
18. Chaques J. Effects of the pendulum appliance on the dentofacial complex. *J. Clin Orthod.* 2001;25:254-257.
19. Nanda R. Evaluation of an intraoral maxillary molar distalization technique. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996; 110:639-646.
20. Scuzzo G. Maxillary molar distalization with a modified pendulum appliance. *J Clin Orthod.* 1999; 33: 645-650
21. Ortiz L. Efecto de tres diseños de péndulo sobre la distalización de molares maxilares y la generación de fuerza producida a diferentes grados de activación. Un estudio in vitro. Tesis de Postgrado C.E.S, 2000.
22. Burstone C. Mechanics of tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 1984;81:224-227.
23. Curul J. Hialinization and root resorption during early orthodontic tooth movement in adolescents. *Angle Orthod.* 1998; 68: 161-166.

24. Ahu A. Continuos Vs discontinuos force application and root resorption. Angle Orthod. 1999; 69: 159-164.
25. Aristizábal JF, Gómez DF. Implementación de una técnica para retracción de caninos que utiliza fuerzas magnéticas y su comparación con un sistema biomecánico convencional (resortes de A-niti). Tesis de investigación, 1999
26. Keles A. A new approach in maxillary molar distalization: intraoral bodily molar distalizer. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2000; 117: 39-4.
27. Byloff FK. Distal molar movement using the pendulum appliance. Part 2 The effects of maxillary molar root uprighting bends, Angle Orthod. 1997; 67: 261-270.
28. Bussick T. Dentoalveolar and skeletal changes associated with the pendulum appliance. Am J Orthod. 2000; 117:333-342.
29. Cetlin NM, Nonextraction treatment. J. Clinic Orthod. 1993; 17: 396-413.
30. Wilson WI. Multidirectional 3D functional class II treatment. J. Clinic Orthod. 1987;21:186-9.

