

Effects of fixed mandibular propulsive appliances on the temporomandibular joint

Efectos de los aparatos propulsores mandibulares fijos en la articulación temporomandibular

Sandra P. Palomino-Gómez,¹ Kelei M. Almeida,¹ Patricia B. de Mello,¹ Manuel Restrepo,¹ Dirceu B. Raveli²

¹Alumno de doctorado área Ortodoncia de la Facultad de Odontología de Araraquara – Univ Estadual Paulista (UNESP/Brasil).
E-mail: spalominog@hotmail.com, keleimathias.almeida@gmail.com, patibmello@uol.com.br, manuelpo@hotmail.com.

²Profesor Adjunto del Departamento de Clínica Infantil de la Facultad de Odontología de Araraquara – Univ Estadual Paulista (UNESP/Brasil).
E-mail: draveli@foar.unesp.br

Recibido: septiembre de 2014. Aprobado: noviembre de 2014

Abstract

Fixed mandibular propulsion appliances are an alternative for the treatment of Class II malocclusion in individuals with mandibular deficiency. Since they are fixed appliances, said devices keep the mandible in an anterior-forced position during rest and during all mandibular functions. When a propulsive appliance is used, the lower jaw is displaced forward and downward. This movement leads to a new position of the condyle, which can, ultimately affect the normal functioning of the temporomandibular joint (TMJ). The aim of this paper was to review effects of fixed mandibular propulsive appliance on TMJ. Inclusion criteria considered studies on animals or humans using TMJ radiography, computed tomography, and magnetic resonance imaging. Studies confirm a favorable relation between condyle and glenoid fossa following treatment with fixed mandibular propulsion appliances.

Key words:

Orthodontic Appliances, Functional; Temporomandibular Joint; Malocclusion, Angle Class II.

Resumen

Los aparatos propulsores mandibulares fijos son una alternativa en el tratamiento de la maloclusión Clase II con deficiencia mandibular. La propiedad de ser fijo, condiciona a la mandíbula a una posición anterior forzada en reposo y durante todas las funciones mandibulares. Cuando se utiliza un aparato de propulsión, la mandíbula se desplaza hacia delante y hacia abajo. Este movimiento conduce a una nueva posición al cóndilo, que puede afectar el funcionamiento normal de la articulación temporomandibular (ATM). El objetivo de este trabajo fue realizar una revisión de tema sobre los efectos de los aparatos propulsores

Forma de citar: *Palomino-Gómez SP, Almeida KM, de Mello PB, Restrepo M, Raveli DB*

Efectos de los aparatos propulsores mandibulares fijos en la articulación temporomandibular. Rev CES Odont. 2014; 27(2) pág 82-92

mandibulares fijos en la ATM. Fueron incluidos estudios con animales o estudios con seres humanos, utilizando radiografías de la ATM, electromiografía postural, tomografía computarizada y resonancia magnética. Los estudios confirman una relación favorable entre el cóndilo y la cavidad glenoidea después de un tratamiento con aparatos fijos de propulsión mandibular.

Palabras clave:

Aparato Funcional Ortopédico, Articulación Temporomandibular, Maloclusión de Angle Clase II.

Introducción

La Maloclusión clase II fue descrita por Angle, clasificación basada en la discrepancia en sentido antero posterior, donde el molar inferior se relaciona distalmente con respecto al molar superior (1). El 70% de los individuos que presentan esta maloclusión manifiestan deficiencia mandibular (2). Por este motivo, diferentes aparatos ortopédicos propulsores que reposicionan la mandíbula mediante fuerzas sagitales han sido propuestos, demostrando ser eficaces en la corrección de esta maloclusión. Los aparatos fijos no dependen de la colaboración del paciente y exigen menor tiempo de tratamiento activo (6-8 meses) (3).

El Aparato Propulsor Mandibular Fijo (APMF), proyecta ininterrumpidamente la mandíbula anteriorizada en todas sus funciones. La anteriorización de la mandíbula desplaza al complejo cóndilo-disco a una nueva posición, la cual exige acomodación de las fibras musculares y de la fisiología de la ATM (4).

El mecanismo por el cual la ATM responde a la terapia de aparatos funcionales es motivo de controversia (5). Para respuestas a estos cuestionamientos, fue realizada una revisión de tema con el objetivo de esclarecer los posibles efectos de los aparatos propulsores mandibulares fijos en la articulación temporomandibular.

Revisión de tema

Fue realizada una búsqueda en las bases de datos Medline, Pudmed e Scopus. Fueron incluidos estudios realizados en humanos y en animales, en el periodo comprendido de 1980 a julio de 2014, utilizando las siguientes palabras claves: "Temporomandibular joint", "Angle Class II", "Orthopedic appliances" "TMJ", "Condyle position", "disc-condyle relationship", "fixed functional orthopedic appliances".

Indicación y mecanismo de acción de los APMFs

Los aparatos propulsores de la mandíbula son utilizados para la corrección de la maloclusión de clase II con deficiencia mandibular, por el principio de avance mandibular intermitente (aparatos removibles) o continuos (aparatos fijos) (6). Estos aparatos posicionan mesialmente a la mandíbula y ejercen una fuerza distal sobre la maxila, permitiendo funciones fisiológicas (7).

Los aparatos fijos se destacan por trabajar 24 horas por día, no necesitan de la colaboración del paciente, tiene un tiempo reducido de tratamiento, revelando esas ventajas en comparación a los removibles. Dentro de los aparatos propulsores mandibulares fijos, se destacan: Herbst, APM, Jasper Jamper, MARA entre otros (3).

Al avanzar la mandíbula hasta una relación incisal de topo a topo, los cóndilos son avanzados dentro de la cavidad glenoidea hasta que se posicionaren en el límite extremo inferior de la eminencia articular (4). El avance mandibular continuo produce fuerzas sagitales que son transmitidas a los dientes y huesos, y por consecuencia produce procesos adaptativos esqueléticos, dento alveolares y faciales que transforman la clase II en una posición mandibular deseada de Clase I (7,8,9).

Frente a esta nueva posición de la mandíbula, la ATM desencadena procesos adaptativos en las estructuras óseas contiguas; cóndilo, disco

y cavidad glenoidea, descritas en la literatura mediante estudios en animales experimentales o clínicos con uso de diferentes métodos de diagnóstico.

Estudios en animales experimentales

Con el propósito de lograr entender los cambios en la ATM decurrente del avance mandibular terapéutico en humanos, varios aparatos propulsores mandibulares fueron aplicados en monos y ratones, evaluados mediante cortes histológicos y superposición cefalométrica con implantes metálicos (Tabla 1).

Tabla 1. Compilación de los estudios experimentales con animales

Autores	Año	Muestra				Animal	Metodología	Aparato
		Experimental		Control				
		n	Edad	n	Edad			
Hinton y McNamara(10)	1984a	11	5,5-6a	1	5,5-6a	Macaca mulata	Histología	APMF
Hinton y McNamara(11)	1984b	47	1-6a	-	1-6a	Macaca mulata	Histología	APMF
McNamara y Bryan(12)	1987	11	1,6-2,0a	12	1,6-2,0a	Macaca mulata	Cefalometría	APMF
Woodside y col.(9)	1987	5	2-6,6a	2	3-4a	Macaca fascicularis	Histología Cefalometría	Herbst
Sessles y col.(13)	1990	4	18-24m	2	18-24m	Macaca fascicularis	Electromiografía	APMF y Herbst
Rabie y col.(15)	2003	200	35 d	50	35d	Sprague-Dawley rat	Histología	APMF
McNamara y col.(14)	2003	14	-	7	-	Macaca mulata	Histología	Herbst
Voudouris y col.(16,17)	2003 2004	12	2-3a	3	2-3a	Macaca fascicularis	Histología Electromiografía Cefalometría	Herbst-bloque

a= años, m=meses, d=días

Uno de los primeros estudios con animales fue el de Hinton y colaboradores (1984) (10), quienes evaluaron la respuesta adaptativa de la ATM, según la edad a un APMF. La muestra estaba constituida por 12 monos hembras "macacas mulata", con

edades entre 5,5 y 6 años, para clasificar la edad usaron como indicador el desgaste interproximal de los molares. Los cortes histológicos revelaron que con dos meses de tratamiento los monos más jóvenes, presentaban una hipertrofia e hiperplasia

del cartílago condilar, y el potencial adaptativo tisular del cartílago condilar disminuía con la edad. En otro estudio, los mismos autores (1984) (11) identificaron y describieron las adaptaciones microanatómicas sucedidas en la articulación temporomandibular frente a un APMF. En este estudio utilizaron 37 monos de 1 a 6 años de edad, de los cuales 27 eran jóvenes y 19 adultos jóvenes, utilizando la misma raza y tipo de tratamiento que el estudio anterior. Los autores confirmaron las adaptaciones histológicas que se producen en la parte superior y posterior del cóndilo, así como también adaptaciones en la parte posterior de la cavidad glenoidea de animales con y sin crecimiento, siendo mayor en etapas más jóvenes. Igualmente, Woodside y colaboradores en (1987) (9) investigaron los cambios remodelativos del cóndilo y la cavidad glenoidea producidos por el uso del aparato Herbst. La muestra estuvo constituida por 7 monos "macaca fascicularis" de 2 a 6,6 años de edad, los cuales se sometieron a análisis histológicos y de superposición cefalométrica con implantes. Sus resultados mostraron proliferación histológica mínima en el cóndilo de la mandíbula de los monos adolescentes y ningún cambio en el cóndilo de los monos adultos. En la cavidad glenoidea encontraron formación de hueso en el borde anterior de la espina post-glenoidea y reabsorción en la parte posterior, especialmente en los monos adolescentes con 12 semanas de APMF. El análisis de superposición cefalométrica mostró una leve extensión vertical de la cabeza de cóndilo sin aumento en la longitud mandibular.

McNamara y Bryan (1987) (12) continuaron con estudios cefalométricos de sobreposición de implantes en monos e investigaron los cambios en proporción y dirección que produce el APMF. La muestra fue compuesta por 23 monos "Macaca Mulata" de 18 a 24 meses de edad y con dentición mixta. Fue evaluada la distancia total de la mandíbula representada por la unión del punto condilio hasta el punto infradental del incisivo inferior. Después de

48 semanas de tratamiento con APMF encontraron un aumento entre 5 y 6 mm de la longitud total de la mandíbula, en comparación con el grupo control. Sessle y colaboradores (1990) (13) evaluaron la actividad electromiográfica postural del pterigoideo lateral, masetero superficial y anterior del digástrico en 6 macacos jóvenes "Macaca fascicularis" tratados con APMF, los cuales fueron comparados con el grupo control. Los autores encontraron una disminución significativa de la actividad electromiográfica de los tres músculos durante las primeras 6 semanas con APMF, que posteriormente volvió a su actividad normal.

McNamara y colaboradores (2003) (14) evaluaron la respuesta histológica de la cavidad glenoidea, el cóndilo y el borde posterior de la rama de la mandíbula con aparato Herbst. La muestra fue constituida por 21 monos adultos jóvenes "Macaca Mulata". Se observó una deposición ósea en el borde anterior de la espina post-glenoidea, aumento en el espesor del cartílago condilar de la mandíbula. No fue observado depósito óseo en la longitud del borde posterior de la rama de la mandíbula.

Rabie y colaboradores (2003) (15), evaluaron la respuesta del hueso de la ATM frente a dos protocolos de avance mandibular: avance único (de un paso) o avance secuencial (de dos pasos). La muestra estuvo conformada por 250 ratones "Sprague-Dawley rat". Los resultados mostraron que los ratones que realizaron los dos tipos de avance tuvieron formación ósea en el cóndilo y en la cavidad glenoidea, siendo este menor en el avance único.

Uno de los últimos estudios en monos fue el de Voudouris y colaboradores (2003,2004) (16,17). Ellos investigaron las alteraciones en el cóndilo, la cavidad glenoidea y los músculos de la masticación en 15 monos adolescentes, jóvenes y adultos tratados con Herbst tipo bloque. Fue utilizando

electromiografía postural, examen histológico y cefalometría de superposición de implantes. Los resultados del análisis de superposición de implantes mostraron crecimiento del cóndilo en sentido pósterosuperior en el grupo control y crecimiento en sentido anterosuperior en el grupo experimental. También fue observado un aumento en la extensión del cóndilo de la mandíbula, el cual fue confirmado por medio de exámenes histológicos de la capa condroblástica del cóndilo, después de 18 semanas de tratamiento. Los estudios histológicos también mostraron aposición ósea en la pared posterior de la cavidad glenoidea. Los estudios electromiográficos mostraron una disminución de la actividad postural de los músculos digástrico anterior, pterigoideo lateral y masetero

superficial, los cuales persistieron por 6 semanas, después de este tiempo la actividad muscular se restableció gradualmente.

Estudios con imágenes de resonancia magnética

Los exámenes de diagnóstico por imágenes de resonancia magnética permiten identificar la remodelación de las estructuras óseas de la ATM (cóndilo, cavidad glenoidea y disco articular) y facilita la observación de la relación geométrica entre el cóndilo mandibular, disco articular y la cavidad glenoidea. Además este tipo de examen de diagnóstico es no invasivo y no ionizante (Tabla 2).

Tabla 2. Compilación de los estudios con imágenes resonancia magnética (IRM)

Autores	Año	Muestra				Periodo de tratamiento con APMF	Metodología	Aparato
		Experimental		Control				
		n	Edad	n	Edad			
Ruf y Pancherz(18)	1998a	20	11,6-15,7a.	-	-	7,4 m.	IRM Clínico	Herbst
Ruf y Pancherz(19)	1998b	15	11,4-17,5a.	-	-	7,4 m.	IRM	Herbst
Ruf y Pancherz(20)	1999	39	11,4-19,8a	-	-	7,1 m 8,5 m.	IRM	Herbst
Pancherz e col. (21)	1999	15	11,9-17,5a.	-	-	7m.	IRM	Herbst
Kinzinger y col. (21,23)	2006	20	16a.	-	-	7,3 m.	IRM	Herbst APMF
Aidar y col.(24)	2010	32	12,10a.	-	-	12 m.	IRM	Herbst
Aras y col.(25)	2011	29	14,02a 15,02a..	-	-	9 m.	IRM Cefalometría	Forsus

a= años, m=meses

Ruf y Pancherz (1998a) (18), investigaron los cambios en la relación y en la remodelación del cóndilo y de la cavidad glenoidea después de tratamiento con Herbst. La muestra estuvo compuesta por 15 pacientes (edad promedio de 13,5 al inicio de

tratamiento). Los resultados mostraron señales de remodelación condilar en el borde pósterosuperior de la cavidad glenoidea y la superficie anterior de la espina post-glenoidea. La relación cóndilo-cavidad glenoidea fue inalterada por el tratamiento.

Ruf y Pancherz (1998b) (19) evaluaron el efecto del tratamiento a largo plazo del aparato Herbst sobre la ATM, en 20 pacientes después de 4 años. La edad promedio del inicio de tratamiento fue de 12 años y el análisis de la ATM comprendió: anamnesis, investigación clínica por medio del análisis funcional manual e imágenes de resonancia magnética. Los autores concluyeron que el tratamiento con aparato Herbst no presentó efectos adversos sobre la ATM a largo plazo.

En otro estudio, los mismos autores (1999) (20) analizaron y compraron los mecanismos de adaptación de la ATM al tratamiento con Herbst. Los sujetos fueron evaluados con radiografías de mano y muñeca, 25 adolescentes se localizaban en pre-pico y 14 adultos jóvenes en post-pico de crecimiento puberal, tratados durante 7,1 meses los adolescentes y 8,5 meses los adultos jóvenes. Fue analizado la remodelación de la cavidad glenoidea y los cambios en la relación cóndilo y cavidad glenoidea. Los resultados mostraron señales de remodelación en el borde posterior superior de los cóndilos mandibulares y en la superficie anterior de la espina post-glenoidea, a partir de la sexta a la doceava semana de tratamiento.

Pancherz y colaboradores (1999) (21) observaron los cambios en la posición del disco en relación al cóndilo mandibular después de tratamiento con Herbst. La casuística estuvo constituida por 15 pacientes. Los resultados mostraron un disco articular en posición protrusiva después de instalado el Herbst en boca, y al final del tratamiento el disco casi retorno a la posición inicial antes del tratamiento con Herbst. Los autores concluyeron que el tratamiento con Herbst no produjo cambios adversos en la posición del disco articular. Por el contrario, afirmaron que el aparato Herbst es un aparato útil en la terapia de pacientes con dislocamiento anterior de disco.

Kizinger y colaboradores (2006) (22,23) realizaron un estudio cuyo objetivo fue evaluar la relación entre cóndilo, cavidad glenoidea, y disco articular.

La muestra estuvo constituida por 3 pacientes que fueron tratados con aparato Herbst y 17 con APMF (la edad promedio al inicio de tratamiento fue de 16 años). Los resultados después de la instalación de los APMFs mostraron que los cóndilos fueron dislocados en dirección anteroinferior dentro de la cavidad glenoidea. Al final de tratamiento, los cóndilos retornaron a su relación inicial en la fosa central de la cavidad glenoidea con una relación disco-cóndilo normal, y las articulaciones con dislocamiento anterior del disco después del tratamiento presentaron una mejora significativa en la posición de los mismos.

Al estudiar las alteraciones en la posición y forma del disco articular después del tratamiento con Herbst, Aidar y colaboradores (2010) (24) evaluaron una muestra de 32 adolescentes con edad inicial de pre-tratamiento de 12,8 años. Ellos concluyeron que después de tratamiento con Herbst la posición y forma del disco articular se mantuvieron en la posición inicial.

Aras y colaboradores (2011) (25) estudiaron los cambios en la relación entre el cóndilo, disco articular y cavidad glenoidea en pacientes tratados con Forsus. Los sujetos fueron evaluados con radiografías de mano y muñeca, 15 se localizaban en pre-pico y 14 en post-pico de crecimiento puberal. Los autores concluyeron que la terapia con Forsus no genera ninguna alteración en la posición del cóndilo y el disco articular, tampoco mostró alteraciones significativas en la relación entre la cavidad glenoidea y el cóndilo, en pacientes en pre y post-pico de crecimiento puberal.

Estudios radiográficos y tomográficos

El diagnóstico mediante imágenes radiográficas y tomografías permite evaluar las alteraciones en la relación geométrica del cóndilo dentro de la cavidad glenoidea o alteraciones estructurales en el componente articular del cóndilo, cavidad glenoidea y eminencia articular, frente al avance mandibular continuo (Tabla 3).

Tabla 3. Compilación de estudios radiográficos y cefalométricos

Autores	Año	Muestra				Periodo de tratamiento con APMF	Metodología	Aparato
		Experimental		Control				
		n	Edad	n	Edad			
Hansen y col.(26)	1990	19	12,4a	-	-	0,5a	Tomografía lateral de ATM Ex Clínico Cuestionario	Herbst
Paulsen(27)	1997	100	13,7a	-	-	6,0 m	Ortopantografía y radiografía transversal	Herbst
Arici y col.(28)	2008	30	12,7a	30	12,7a	7,0 m	Tomografía Computadorizada	Forsus
LeCornu y col.(29)	2013	7	13a	7	13a	11,42 m	Tomografía Computadorizada	Herbst

a= años, m=meses

Hansen y colaboradores (1990) (26) estudiaron la posición del cóndilo dentro de la cavidad glenoidea después de tratamiento a largo plazo con aparato Herbst. La muestra estuvo constituida por pacientes con edad pre-tratamiento de 12,4 años. Después de 7,5 años de concluir el tratamiento los autores mostraron que 55% de los pacientes presentaban cóndilos céntricos en la cavidad glenoidea, sin síntomas de disfunción temporomandibular por medio del examen clínico y anamnesis.

En un estudio prospectivo de ortopantografía y tomografía, Paulsen (1997) (27) evaluó los efectos ortopédicos en la morfología de los cóndilos después de tratamiento con el aparato de Herbst. La muestra estuvo compuesta por 100 pacientes, los cuales se encontraban en pico, post-pico de crecimiento puberal, y en la etapa adulta. Los resultados mostraron que la remodelación ósea en los pacientes que se encontraban en el pico de crecimiento puberal (evaluados con radiografía de mano y muñeca) presentaron un doble contorno disto craneal del cóndilo y de la superficie distal de la rama de la mandíbula. Los pacientes que iniciaron el tratamiento después del pico de crecimiento puberal, el doble contorno apareció en menos tiempo que los pacientes que estaban en pico de

crecimiento puberal. Los pacientes que iniciaran el tratamiento en la fase adulta también presentaron este doble contorno, siendo menos notorio en las mujeres que los hombres, en todos los casos este doble contorno persistió por varios años después del tratamiento con Herbst.

Arici y colaboradores (2008) (28) estudio la centralidad del cóndilo en la cavidad glenoidea de 60 pacientes; 30 pacientes tratados con Forsus y 30 individuos de grupo control. No encontraron diferencias estadísticas entre volumen del cóndilo y de la cavidad glenoidea al ser comparado con el grupo control. Evaluaron también, el espacio anterior y posterior del cóndilo en la cavidad glenoidea y no encontraron diferencias estadísticas en el espacio anterior, sin embargo el espacio posterior se encontró reducido significativamente. LeCornu y colaboradores (2013) (29) estudiaron los cambios esqueléticos de individuos tratados con Herbst comparados con individuos Clase II tratados con elásticos Clase II. El método de análisis tomográfico fue la sobreposición de imágenes creando modelos de imágenes tridimensionales. La muestra estuvo compuesta por 7 pacientes próximos al pico de crecimiento puberal (determinada por el análisis de maduración de

vertebras cervicales). Los resultados mostraron un desplazamiento anterior del cóndilo y de la cavidad glenoidea, como resultado de una proyección anterior de la mandíbula.

Discusión

La mayoría de las maloclusiones clase II están asociadas a retrusión mandibular y para su tratamiento son utilizados cirugía, ortodoncia y aparatos ortopédicos funcionales, estos últimos generan fuerzas ortopédicas principalmente en la mandíbula y en la articulación temporomandibular (ATM).

Análisis histológicos confirmaron que el avance mandibular induce una leve inflamación en el periostio, específicamente en la región posterior e inferior de la cavidad glenoidea, denominada de periostitis osificante adaptativa. Esto se da en respuesta al alargamiento de las fibras de la región posterior del disco articular, que provoca aposición del tejido óseo en la superficie de la pared anterior de la espina post-glenoidea (9-11,15,17).

La remodelación de la cavidad glenoidea también fue confirmada a través de estudios de imágenes de resonancia magnética (18,20,22) y por un estudio que utilizó superposición de tomografías computarizadas (29). Por el contrario, Arici y colaboradores (28) reportaron que no existen cambios en el volumen de la cavidad glenoidea ni del cóndilo cuando fue comparado con el grupo control, posiblemente debido a la edad en la que fue realizado el tratamiento (pre-pico de crecimiento puberal)

Resultados histológicos confirmaron que el avance mandibular influencia el crecimiento del cartílago condilar, al estimular la actividad mitótica de los condroblastos. Fue registrado un aumento en el tamaño del cóndilo en respuesta a la intensificación de la osificación endocondral (deposición ósea)

en la superficie póstero-superior del cóndilo mandibular (9,11,15,17).

El aumento en la extensión del cóndilo fue confirmada por estudios de superposición de radiografías a través de implantes (12,17). Otra investigación mostró la presencia de un doble contorno disto craneal del cóndilo (27). Los estudios utilizando resonancia magnética mostraron remodelación del borde posterior del cóndilo (18,20,22).

Adicionalmente, estudios cefalométricos de superposición a través de implantes, comprobaron que hubo un aumento significativo en la longitud de la mandíbula (12,17) así como estudios en radiografías mostraron la presencia de doble contorno en la superficie distal de la rama mandibular (27).

Según los estudios histológicos a partir de la sexta semana de uso de APMF, es posible observar deposición ósea significativa. En consecuencia la mandíbula se disloca, promoviendo un posicionamiento anterior, generando una nueva relación funcional y estructural del cóndilo con el hueso temporal (9,11,14.) Los estudios con imágenes de resonancia magnética y tomografía computarizada confirman dicha relación.

Las imágenes de resonancia magnética, pre-tratamiento con APMF, muestran al cóndilo saliendo de la cavidad glenoidea en dirección al límite inferior de la eminencia articular, sin embargo después del tratamiento con APMF, el cóndilo vuelve a su posición original (18,25,22); otras investigaciones afirman que retorna centralizado a la cavidad glenoidea (26,23). Por otro lado, las investigaciones conducidas por Arici y colaboradores (28). muestran una disminución en el espacio posterior articular después de 7 meses de tratamiento con Forsus.

Parece que la posición y forma del disco articular así como su posición con respecto a la fosa y el cóndilo, se conservan al final de tratamiento (19,21,24). Aras y colaboradores (25) encontraron el disco en una posición más anterior que el cóndilo después del tratamiento con Forsus. Kinzinger y colaboradores (22) afirman que después del tratamiento, pacientes con dislocamiento anterior de disco parcial o total, el disco adopta una posición más centralizada. Pancherz y colaboradores (21), afirman que el aparato de Herbst podría ser útil para pacientes con dislocamiento anterior de disco.

La frecuencia de dislocamiento de disco después del tratamiento con APMF fue igual a la presentada por la población sin sintomatología de trastornos temporomandibulares. Siendo así, los autores concluyeron que el tratamiento con el aparato de Herbst no tiene efectos adversos en la ATM a largo plazo (19).

La evaluación longitudinal de la actividad electromiográfica de los músculos de la masticación (ptérico lateral, masetero superficial e porción anterior del digástrico) sometidos a APMF presentan una disminución en su actividad electromiografía en las primeras 6 semanas de tratamiento. Se cree que los tejidos blandos que están alrededor de la ATM, asociados a un APMF desencadenan fuerzas viscoelásticas que generan un proceso de transducción, el cual es responsable por la formación de nuevo hueso, tanto en la

cavidad glenoidea como en el cóndilo mandibular. Después de estas 6 semanas, la actividad postural electromiografía retorna a la normalidad (17,13). Estudios histológicos realizados en monos demostraron que la capacidad adaptativa de la ATM es más activa durante el crecimiento (10,11) pese a que esta investigación fue en monos y para conocer su edad cronológica utilizaron un método de desgaste oclusal. Paulsen y col. (27) estudiaron a 100 pacientes (iniciando el tratamiento a los 10 años hasta los 18 años) mediante radiografía transversal de la ATM y ortopantografía, concluyeron que la capacidad de adaptación de la ATM fue mayor en pacientes que comenzaron el tratamiento en pico de crecimiento puberal.

Conclusión

Los estudios en animales y humanos muestran que la remodelación de la cavidad glenoidea y del cóndilo responden compensatoriamente frente al desplazamiento anterior continuo de la mandíbula y la respuesta es más rápida en individuos que están en el pico de crecimiento.

Los estudios de resonancia magnética, tomografías y electromiografía postural que evaluaron la ATM antes y después del tratamiento con APMF, indican que la relación cóndilo-disco-cavidad glenoidea, inicialmente alterada durante la instalación del aparato, es restablecida al final del tratamiento.

Referencias

1. Angle EH. Classification of malocclusion. Dent. Cosm. 1899;41:248–264.
2. McNamara JAJ. Components of Class II Malocclusion in Children 8-10 Years of Age. Angle Orthod. 1981;51(3):177–202.
3. Capelozza L, Gonçalves ALCA, Leal LM, Siqueira DF, Castro RCFR, Cardoso MDA. Aparelho de protração mandibular Forsus no tratamento das más oclusões do Padrão II : relato de caso clínico. Rev Clin Ortod Dent. Press 2012;11(1):79–91.

4. Silva Filho OG, Mendes OF, Aiello CA, Okada T. O Aparelho Herbst e as Alterações Adaptativas na ATM : Revisão de Literatura. J Bras Ortodon Ortop Facial 2002;7(41):426–437.
5. Aelbers CMF, Dermaut LR. Orthopedics in orthodontics: Fiction or reality-A review of the literature Part I. Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. 1996;110(6):513–519.
6. Ruf S, Wüsten B, Pancherz H. Temporomandibular joint effects of activator treatment: a prospective longitudinal magnetic resonance imaging and clinical study. Angle Orthod. 2002;72(6):527–540.
7. Pereira APS, Almeida KCM, Raveli DB, Maia S, Palomino-Gómez SP. Tratamento da má-oclusão de Classe II divisão 1 de Angle, com aparelho de Herbst splint metálico seguido de aparelho fixo, na dentição permanente. Ortod. SPO 2011;44(6):561–570.
8. Vargervik K, Harvold EP. Response to activator treatment in Class II. Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. 1985;88:242–251.
9. Woodside DG, Metaxas A, Altuna G. The influence of functional appliance therapy on glenoid fossa remodeling. Am. J. Orthod. 1987;92(3):181–198.
10. Hinton RJ, McNamara JAJ. Effect of age on the adaptive Response of the adult temporomandibular joint. Angle Orthod. 1984;54(2):154–162.
11. Hinton RJ, McNamara JAJ. Temporal bone adaptations in response to protrusive function in juvenile and young adult rhesus monkeys (Macaca mulatta). Eur. J. Orthod. 1984;6:155–174.
12. McNamara JAJ, Bryan F. Longterm mandibular adaptations to protrusive function: an experimental study in Macaca mulatta. Am J Orthod 1987;92(2):98–108.
13. Sessle BJ, Woodside DG, Bourque P, et al. Effect of functional appliances on jaw muscle activity. Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. 1990;98(3):222–230.
14. McNamara JA, Peterson JE, Pancherz H. Histologic Changes Associated With the Herbst Appliance in Adult Rhesus Monkeys (Macaca mulatta). Semin. Orthod. 2003;9(1):26–40.
15. Rabie ABM, Chayanupatkul A, Hagg U. Stepwise advancement using fixed functional appliances: Experimental perspective. Semin. Orthod. 2003;9(1):41–46.
16. 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. Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. 2003;123(6):604–613.
17. Voudouris JC, Woodside DG, Altuna G, Angelopoulos G, Bourque PJ, Lacouture CY. Condyle-fossa modifications and muscle interactions during Herbst treatment, Part 2. Results and conclusions. Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. 2004;124(1):13–29.

18. Ruf S, Pancherz H. Temporomandibular joint growth adaptation in Herbst treatment: a prospective magnetic resonance imaging and cephalometric roentgenographic study. *Eur. J. Orthod.* 1998a;20(4):375–388.
19. Ruf S, Pancherz H. Long-term TMJ effects of Herbst treatment: a clinical and MRI study. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 1998a;114(5):475–483.
20. Ruf S, Pancherz H. Temporomandibular joint remodeling in adolescents and young adults during Herbst treatment: A prospective longitudinal magnetic resonance imaging and cephalometric radiographic investigation. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 1999;115(6):607–618.
21. Pancherz H, Ruf S, Thomalske-Faubert C. Mandibular articular disk position changes during Herbst treatment: a prospective longitudinal MRI study. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 1999;116(2):207–214.
22. Kinzinger GSM, Roth A, Gülден N, Bücken A, Diedrich PR. Effects of orthodontic treatment with fixed functional orthopaedic appliances on the disc-condyle relationship in the temporomandibular joint: a magnetic resonance imaging study (Part II). *Dentomaxillo facial Radiol.* 2006;35:347–356.
23. Kinzinger G, Roth A, Gülден N, Bücken A, Diedrich P. Effects of orthodontic treatment with fixed functional orthopaedic appliances on the disc-condyle relationship in the temporomandibular joint: a magnetic resonance imaging study (Part I). *Dentomaxillofac. Radiol.* 2006;35:339–346.
24. Aidar LADA, Dominguez GC, Yamashita HK, Abrahão M. Changes in temporomandibular joint disc position and form following Herbst and fixed orthodontic treatment. *Angle Orthod.* 2010;80(5):843–852.
25. Aras A, Ada E, Saracoğlu H, Gezer NS, Aras I. Comparison of treatments with the Forsus fatigue resistant device in relation to skeletal maturity: a cephalometric and magnetic resonance imaging study. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2011;140(5):616–625.
26. Hansen K, Pancherz H, Petersson A. Long-term effects of the Herbst appliance on the craniomandibular system with special reference to the TMJ. *Eur. J. Orthod.* 1990;12:244–253.
27. Paulsen HU. Morphological changes of the TMJ condyles of 100 patients treated with the Herbst appliance in the period of puberty to adulthood: A long-term radiographic study. *Eur. J. Orthod.* 1997;19(6):657–668.
28. Arici S, Akan H, Yakubov K, Arici N. Effects of fixed functional appliance treatment on the temporomandibular joint. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 2008;133(6):809–814.
29. LeCornu M, Cevidanes LHS, Zhu H, Wu C-D, Larson B, Nguyen T. Three-dimensional treatment outcomes in Class II patients treated with the Herbst appliance: a pilot study. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 2013;144(6):818–830.