

## EFFECTO DEL TRATAMIENTO ORTOPÉDICO FUNCIONAL EN LA EXPANSION DENTOALVEOLAR.

### Effect of functional orthopedic treatment in dentoalveolar expansion.

**Terán-Alcocer Aidé y  
Lloret-Rivas  
Miguel Francisco Javier.**

*Facultad de Medicina de la  
Universidad Autónoma de Querétaro*

*Correo para correspondencia: aid-  
etera@hotmail.com*

*Fecha de recepción: 04/09/2015  
Fecha de aceptación: 10/02/2016*

#### Resumen:

El propósito de este estudio fue determinar la eficacia de los Aparatos Ortopédicos Funcionales (AOF) en la expansión dental y dentoalveolar en pacientes adultos del género masculino. **Métodos:** El grupo de estudio fueron 49 sujetos Clase I con apiñamiento tratados con AOF. Se midieron las impresiones dentales antes y después del tratamiento. Se utilizó la prueba de *t* pareada para comparar las diferencias de las distancias intercaninas, interpremolaes e intermolaes entre los períodos de tratamiento. **Resultados:** El promedio de las diferencias usando la prueba de *t* pareada mostró ser significativa ( $p < 0.0001$ ) en todas las distancias interdetales y alveolaes. **Conclusiones:** El empleo de los AOF mostró ser eficaz para corregir el apiñamiento dental en sujetos adultos.

#### Palabras clave:

Aparatos ortopédicos funcionales, Distancias interdetales, Expansión

#### Abstract:

The aim of this study was to determinate dental and alveolar expansion degree in adults male treated with Functional Orthopedic Appliance (FOA). **Methods:** The study group consisted of 49 male adults (mean age 29 years 11 months), Class I with crowding treated with functional orthopedics appliances. Pretreatment and post-treatment dental casts were measured. The paired *t* test was used to compare intercanines, interpremolars and intermolars distance differences between the treatment times. **Results:** The mean differences using paired *t* test showed significance ( $p < 0.0001$ ) in all interdental and alveolar distances. **Conclusions:** In adults, orthopedic functional appliances are useful to correct crowding without teeth extraction.

#### Key words:

Expansion, functional orthopedic appliances, interdental distances.



## I. Introducción

La maloclusión es una enfermedad que se caracteriza por la atrofia en los maxilares afectando principalmente músculos y huesos, consecuentemente altera la oclusión de los dientes (Simões 2010). Hoy en día las oclusopatías son consideradas como uno de los mayores problemas de salud ya que el 95.7 % de la población presenta algún tipo de alteración (Pereira y col. 2006). En México, Murrieta y col., en 1995 reportaron una prevalencia de 96.4 en adolescentes, siendo el tipo de maloclusión más frecuente la clase I de Angle con el 72.8%, después la clase II con 13.5% y finalmente la clase III con el 10.1%.

La etiología de las maloclusiones es multifactorial, básicamente se pueden considerar: 1) factores generales y 2) factores locales. Dentro de los factores generales, encontramos defectos congénitos y factores hereditarios. En cuanto a los locales son considerados: traumatismos, anomalías dentarias, hábitos dentro de los cuales se incluye la postura, alteraciones funcionales de la masticación, deglución, respiración. (Canut 1992).

Existen diversas técnicas para resolver los problemas transversales como son las Técnicas Ortopédicas Funcionales (TOF) a través de las cuales se puede estimular el crecimiento transversal para aumentar el espacio y alojar a los dientes que se encuentran en mal posición. Uno de los Aparatos Ortopédicos Funcionales (AOF) empleados con eficacia son las Pistas Indirectas Planas Simples, descritas por el Dr. Pedro Planas en 1968 (Planas 2008).

En el caso del adulto también es posible obtener resultados satisfactorios, sin embargo, es necesario contar con más información que ayude a obtener un pronóstico eficiente. De aquí nuestro interés por conocer la posibilidad de corrección

del apiñamiento dentario mediante Técnicas Ortopédicas Funcionales (TOF), las cuales, en comparación con otras técnicas, se caracterizan por contemplar un mínimo porcentaje de extracciones con la finalidad de conservar la integridad del Sistema Estomatognático (SE).

## II.1. Crecimiento de los maxilares

Para que las diferentes funciones realizadas por el SE sea correcto, es necesario una estimulación neural paratípica adecuada. Los receptores periodontales proporcionan información sobre la dirección de las fuerzas durante la masticación y responden a estímulos aplicados en los dientes adyacentes, comunicándose por el contacto o a través de las fibras transeptales (Hannam 1970; Turner y col. 2009).

Los receptores de los músculos que controlan la posición mandibular están relacionados con los primeros contactos oclusales de los incisivos antagonistas, de tal forma que, cuando hay contacto entre los dientes, se establece un circuito neural que proporciona movimientos laterales de la mandíbula, que son guiados y conducidos por los caninos y trayectorias de las ATMs (Planas 2008). De esta forma, la musculatura mandibular inicia su adaptación, consiguiendo movimientos más precisos en sentido anteroposterior (Enlow 1982), ajustando el crecimiento de la mandíbula para mantener una relación óptima entre los incisivos superiores e inferiores, caninos y molares, lo que se conoce como "Comparador Oclusal" (Petrovic 1998). Una vez que se obtiene esta relación adecuada así como los contactos dentarios correctos con atrición fisiológica, se estimula y cierra otro circuito neural cuya información parte de los receptores periodontales para proporcionar el crecimiento transversal de los maxilares (Planas 2008), es debido al engranaje dentario y muscular, que el crecimiento de la mandíbula se reflejará en el maxilar. La información correcta,

tanto sensorial como motora, proporciona eficacia masticatoria, a través de los mecanismos de erupción y atrición (Simões 2010).

La respuesta táctil dentaria varía de un diente a otro; estudios anatómicos y neurofisiológicos, muestran mayor cantidad de mecanorreceptores localizados en el canino (Garant 2003).

En estudios realizados en la parte posterior del rafe palatino medio, se mostró que las suturas faciales cierran alrededor de los 30 años (Sicher 1955); sin embargo, se observó que las suturas intermaxilar y palatina media, todavía no se encuentran osificadas a los 35 años de edad (Wright 1911). Por otro lado se ha constatado el desarrollo de puentes óseos en suturas ante la influencia de fuerzas funcionales (Christer y col. 1985).

## II.2. Remodelación ósea

La remodelación es el re-emplazamiento óseo mediado por agentes hormonales, nutricionales o mecánicos que actúan en el hueso. La remodelación es el proceso en el que la activación es seguida por actividad de osteoblastos en algunos sitios y osteoclastos en otros. Tanto en el hueso compacto como en el trabecular la activación es seguida por reabsorción y formación A-R-F (Parfitt 1995).

Se ha evidenciado que la carga mecánica producida por el estímulo del aparato ortopédico funcional induce el movimiento del fluido canalicular en el interior de la estructura, y a partir de ahí, se ha sugerido que ese movimiento sería un mediador de la mecanosensibilidad de los osteocitos (Cano y col. 2008). El proceso de remodelación en el hueso cortical es llevado a cabo por osteoclastos que excavan a través del hueso y estimulan a los osteoblastos para la deposición de hueso. La remodelación del hueso cortical hace que la excavación realizada por los osteoclastos en forma de túnel longitudinal sea henchida por

osteoblastos para formar un nuevo osteón (Parfitt 1995). La cavidad de resorción es preparada como un cono cortado de osteoclastos derivados de preosteoclastos circulantes, que son deliberados para el sitio gracias a la formación interna de nuevos vasos sanguíneos. En la remodelación hay un reemplazo de hueso viejo por nuevo, que sirve para mantener sus funciones mecánicas y metabólicas (Roberts 2004).

Muchos agentes biológicos y mecánicos pueden estimular la remodelación ósea. Factores hormonales y metabólicos controlan el rango, mientras que la fuerza mediada contribuye a la cantidad, rango y localización de la formación y reabsorción ósea. Evidencia recientes sugieren que daño por fatiga es otro factor que controla el estímulo local para la remodelación ósea (Burr 1993). El microdaño es la consecuencia microestructural de la fatiga ósea (Herman y col. 2010). La masa ósea es mantenida a través de las fuerzas dinámicas funcionales, el tamaño y forma de los huesos por el estrés en la superficie. (Roberts y col. 2004). Oers y col en 2011, realizaron un modelo en el que investigaron si la remodelación reduce o exacerba el daño acumulado en la arquitectura trabecular, bajo el régimen de fatiga moderada e intensa. Ellos concluyeron que la remodelación tiende a remover el daño bajo el régimen de fatiga moderada mientras que se exacerbaba el daño con la fatiga intensa. (Mo y col. 2009).

## II.3. Expansión

Se denomina expansión al procedimiento terapéutico que pretende aumentar la distancia transversal entre las piezas de ambas hemiarquadas (Mata y col. 2007).

Dentro de los tipos de expansión más utilizados para la corrección de la deficiencia transversal del maxilar, así como la constricción de la arcada dentaria, encontramos tres tipos: la expansión lenta, la expansión rápida o disyunción



y la expansión quirúrgica. La expansión lenta, es generada por fuerzas de expansión fisiológicas comparadas con las fuerzas pesadas utilizadas en la expansión rápida (Pan y col. 2006). La expansión lenta, es la más común ya que la respuesta de esta terapia es más fisiológica y menos traumática para el paciente (Fonseca y col. 2007).

Cuando la fuerza utilizada es lo suficientemente intensa, aparece una separación de los segmentos maxilares por apertura de la sutura palatina media (disyunción palatina) (Mata y col. 2009; Proffit y col. 2008).

### III. Material y método

Para conocer la eficacia del tratamiento ortopédico funcional en la expansión dentoalveolar y nivelación, se realizó un estudio prospectivo longitudinal comparativo en el cual se incluyeron 49 sujetos del género masculino con edades entre 25 a 35 años, (promedio  $29 \pm 3$ DE) que acudieron a atención a la clínica dental de la Universidad Latina de México (ULM) con clase I de Angle y apiñamiento dentario. A todos los participantes se les explicó acerca de los riesgos y beneficios de su inclusión en el estudio antes de firmar la hoja de consentimiento informado, el cual fue aprobado por el Comité de Ética de la institución.

A todos los sujetos se les tomaron radiografía lateral y panorámica así como impresiones de las arcadas dentarias para obtener el modelo de yeso al inicio del tratamiento y a los 18 meses de haber usado el aparato ortopédico funcional. Las radiografías fueron tomadas con un aparato Ortofox Plus marca Sirona®.

Las impresiones de las arcadas dentales fueron tomadas con material de impresión (Jeltrate®) y porta impresiones AMCO® y fueron vaciadas dos veces con yeso de ortodoncia tipo alfa marca Zhermack®.

Las distancias interdentarias fueron medidas antes y después de 18 meses del uso del AOF. Se obtuvieron registros de las distancias intercanina, interpremolar e intermolar, de las arcadas superior e inferior. Las medidas fueron tomadas en milímetros directamente sobre el modelo de yeso con un Vernier Beerendok marca Dentaurem®. A fin de medir las distancias interdentarias a nivel del hueso alveolar se utilizó un compás curvo marca Boker®.

Para liberar el apiñamiento a todos los sujetos se les colocó un AOF, específicamente Pistas Indirectas Planas Simples (PIPS), con cambio de postura terapéutico en Determinada Área (DA). El análisis estadístico se realizó con un software SPSS versión 16.0. Se calcularon porcentajes para describir las frecuencias, así como la media y la desviación estándar; también se empleó un análisis univariado de t pareada para comparar las medias de expansión dentoalveolar pretratamiento y postratamiento. El valor de p menor de 0.05 fue considerado como significativo. Para conocer el valor de n se consideró alfa de 0.05 y un poder del estudio de 80%.

### IV. Resultados

Se realizó la comparación de promedios de las distancias interdentarias (DICS, DICI, DIPS, DIPI, DIMS y DIMI) medidas antes y después del tratamiento tanto a nivel de la corona dentaria como a nivel del hueso alveolar. Esta comparación se hizo mediante una prueba de t pareada. Los resultados del análisis, en cuanto a las distancias interdentarias a nivel de la corona dentaria, mostraron diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) después del uso del aparato ortopédico funcional, en donde se puede observar un aumento de tamaño transversal tanto a nivel de caninos como premolares y molares en la arcada superior e inferior. (Cuadro 1).

**Cuadro 1: Comparación de las distancias interdientarias a nivel de corona dentaria antes y después de 18 meses de tratamiento ortopédico funcional.**

Distancia Interdentaria	Promedio ± DE antes	Promedio ±DE después	p≤0.05
Distancia Intercanino superior.	35.73 ± 2.60	38.61 ± 2.25	0.000
Distancia Intercanino inferior.	27.67 ± 2.41	31.87 ± 2.25	0.001
Distancia Interpremolar superior.	39.12 ± 3.63	44.44 ± 3.40	0.000
Distancia Interpremolar inferior.	35.30 ± 3.37	40.87 ± 3.27	0.000
Distancia Intermolar superior.	47.53 ± 3.9	51.21 ± 4.2	0.000
Distancia Intermolar inferior.	42.68 ± 3.3	46.63 ± 3.7	0.000

N= 49. Prueba de t pareada

En cuanto a las distancias interdientarias a nivel del hueso alveolar, mostró diferencia significativa ( $p \leq 0.05 \leq 0.05$ ) en todas las mediciones realizadas, en el cual se observó un aumento en el tamaño del hueso alveolar (Cuadro 2).

**Cuadro 2: Comparación de las distancias interdientarias a nivel del hueso alveolar antes y después de 18 meses de tratamiento ortopédico funcional.**

Distancia Interdentaria	Promedio ± DE antes	Promedio ±DE después	p≤0.05
Distancia Intercanino superior.	39.18 ± 2.48	41.55 ± 2.45	0.000
Distancia Intercanino inferior.	31.36 ± 2.42	34.98 ± 2.52	0.000
Distancia Interpremolar superior.	42.87 ± 3.48	46.11 ± 3.77	0.000
Distancia Interpremolar inferior.	35.93 ± 3.93	38.56 ± 4.75	0.000
Distancia Intermolar superior.	39.49 ± 2.99	42.93 ± 3.33	0.000
Distancia Intermolar inferior.	41.48 ± 3.3	44.52 ± 3.94	0.000

N= 49 Prueba de t pareada



## V. Discusión

Una de las observaciones que podemos constatar con este estudio, es el aumento en el tamaño transversal del hueso alveolar en sujetos adultos. Este cambio fue producido por la expansión obtenida gracias al estímulo provocado por la presencia del aparato ortopédico "Planas". Dicho aparato libera los movimientos funcionales de la mandíbula dando respuestas de desarrollo (Simõe, 2010), ya que las fuerzas dinámicas, afectan la masa ósea, siendo estas un factor controlador en la densidad del hueso (Skerry 2000). Los procesos de modelación y remodelación, son inducidos por cargas mecánicas, predominantemente fuerzas musculares (de Baat y col. 2005). Se sabe que, cuando el hueso es sometido a cargas, modifica su fuerza, densidad y forma; dando como respuesta formación de hueso nuevo (Buckwalter y Grodzinsky 1999). Este proceso de sustitución de hueso en el adulto se conoce como remodelación (Parfitt 2005).

Por otro lado, debido a que el aparato es retirado de la boca para la alimentación, permite el estímulo de la prehensión y masticación, pues durante estas funciones, existe una suma de fuerzas aplicadas localmente (Hatcher y col. 1997) que son transmitidas a través de las suturas por medio de fibras colágenas y fluido de la matriz extracelular, el cual, puede ser casi estático o intermitente como en la masticación (Herring 2008).

Peptan y col, 2008; sugieren que la alta frecuencia de fuerzas cíclicas, ya sea de tensión o compresión inducen a la modelación y cambios de crecimiento en las suturas craneales. Las terapias ortopédicas como en el caso de los aparatos ortopédicos funcionales, pueden inducir tensión de las suturas conduciendo a la modificación del hueso como otra forma natural de crecimiento sutural (Mao y col. 2003).

El uso del aparato ortopédico funcional produjo expansión a nivel de toda la arcada, al igual que los resultados mostrados por McDougall y col. en 1985, en el cual, utilizaron aparato de Fränkel para conseguir la expansión, sin embargo, ellos encontraron que la expansión fue mayor a nivel de premolares y molares, mientras que el presente estudio, mostró un grado de mayor expansión a nivel de caninos y premolares; esto debido posiblemente al tipo de aparato utilizado, y a que las bases operacionales son diferentes.

Diversos autores reportan diferentes grados de expansión conseguidos con una variedad de aparatos y técnicas. En un estudio realizado por Byloft y Mossaz en 2004 en el que emplearon expansión rápida quirúrgica en 14 sujetos con mordida cruzada posterior bilateral, mostraron resultados de expansión del maxilar a nivel de primeros molares de 8.7 mm. Esta medida fue muy superior a lo encontrado en nuestro trabajo, pues la zona de molares fue donde hubo el menor grado de expansión en todos los sujetos. El promedio alcanzado en nuestro trabajo fue de 3.6 mm a nivel de molares superiores y de 3.9 mm en inferiores. Se considera que esto pudo haber ocurrido por:

- La deficiencia transversal ya que en los sujetos de nuestro estudio, encontramos que la región de molares fue la menos afectada en sentido transversal, por tal razón, no fue imperioso estimular más allá de lo necesario.
- La mordida cruzada bilateral; ninguno de los sujetos tuvo mordida cruzada posterior bilateral, razón por la cual, no necesitábamos conseguir tanta expansión en esa región.
- La terapia utilizada en nuestro estudio es de tipo ortopédico funcional, en el cual se utiliza expansión lenta, mediante fuerzas suaves e intermitentes. Sin embargo, con

la terapéutica que nosotros empleamos se ha encontrado expansión a nivel de molares superiores hasta de 11 mm (Planas 2008).

Otros estudios realizados con expansión rápida y quirúrgica, muestran resultados semejantes a los nuestros, como los presentados por Sokucu y col en 2009, en el cual, todos los sujetos presentaban deficiencia transversal con mordida cruzada posterior bilateral. Ellos realizaron expansión a 27 sujetos divididos en dos grupos, a uno lo trataron con expansión rápida quirúrgica (n=13) y al otro grupo (n=14) con expansión rápida. Sus resultados reportan expansión de 2.83 mm con expansión rápida y 3.1mm con expansión rápida quirúrgica.

Por otro lado, los resultados reportados por Basarelli y col. en 2005, coinciden con nuestro trabajo en cuanto a que fue realizado en sujetos adultos y que el grado de expansión fue mayor a nivel de premolares que molares. Sin embargo, el promedio de expansión que ellos reportaron (de 2.4 a 3.4 mm) fue menor al nuestro.

Otra observación que consideramos muy importante en nuestro estudio, fue la expansión conseguida en la región de caninos superiores e inferiores. Nuestros resultados muestran un incremento en el promedio en la distancia transversal intercanina en la arcada superior de 3.68 mm e inferior de 4.09 mm. Únicamente encontramos dos trabajos que realizaron expansión con el mismo tipo de aparatología funcional que utilizamos nosotros en el presente estudio. En estos trabajos Chateau y Planas 1995; Planas 2008, reportan también un incremento en la anchura intercanina superior e inferior en 40 sujetos con aparatos ortopédicos "Planas". Algunos trabajos que reportan incremento en la distancia intercanina, coinciden en haberlo realizado mediante expansión quirúrgica a nivel maxilar ( Ramieri y col. 2008) o en dentición primaria (Mutinelli y col. 2008) y/o no reportan expansión a nivel de

caninos (Huynh y col. 2009; Sokucu y col. 2009; Por otro lado, cuando es conseguida la expansión a nivel de caninos, con ortodoncia, reportan un aumento en la inclinación de los incisivos (Pandis y col. 2007). No en tanto, existen otros trabajos realizados en pacientes adultos con tratamiento de ortodoncia con y sin la utilización de expansor, en el que reportan no haber conseguido incremento transversal maxilar ni mandibular (Cao y col. 2009).

Concordamos con Varlik y Hakan 2008, en que uno de los elementos que pudo haber causado diversidad en los resultados fue la media de edad y la etapa dental de los pacientes que se trataron. Sin embargo, no concordamos con el hecho de que pocos cambios se pueden realizar después de la dentición mixta. Consideramos que cuando el crecimiento transversal del hueso alveolar no ha sido adecuado, puede ser estimulado mediante aparatos ortopédicos funcionales, como se muestra en este estudio. Por otro lado, los resultados del tratamiento fueron efectivos en el 100% de los sujetos tratados, ya que, en la totalidad de los participantes, se cumplieron los objetivos del tratamiento. Si bien, el tiempo de tratamiento fue un factor variable de individuo a individuo pues solo en el 30% de los sujetos, el tratamiento tuvo una duración menor de 30 meses, en el 58% la duración fue entre 31 y 36 meses y en el 12% de los sujetos los objetivos del tratamiento se cumplieron en un periodo mayor de 36 meses. Nosotros preferimos utilizar las técnicas ortopédicas funcionales, pues se ha comprobado que la aplicación de fuerzas intermitentes, causan menor reabsorción que las fuerzas continuas, aún, cuando algunos clínicos no las consideren clínicamente prácticas, las fuerzas intermitentes, pueden ser un método seguro para prevenir la reabsorción radicular (Ballard y col. 2009). Al mismo tiempo, la corrección con expansión palatal, sea lenta o rápida produce una estabilidad a largo plazo, pues se ha visto que hasta 10 años después del tratamiento, se ha mantenido el grado de expansión lograda (Lima



y de Oliveira 2008). Sin embargo, también se ha demostrado que la expansión lenta no provoca daños en los tejidos, (Bassarrelli y col. 2005).

Por su parte, Cheng y col. 2009, comprobaron que la actividad de resorción es mayor después de utilizar fuerzas pesadas, además de ser diferentes los procesos de reparación ósea utilizando fuerzas continuas pesadas o ligeras. En cuanto al dolor que provoca la aplicación de la fuerza, Ogura y col en 2009, realizaron un estudio en el que comparó la intensidad del dolor al aplicar fuerzas continuas pesadas o fuerzas ligeras y observaron que la fuerza leve (20cN), es suficiente para lograr mover un diente y que la intensidad del dolor es significativamente mayor cuando se aplican fuerzas continuas pesadas. Pensamos que esto es una ventaja de los aparatos ortopédicos funcionales, ya que éstos utilizan fuerzas ligeras e intermitentes lo cual hace que el tratamiento sea menos doloroso para los sujetos.

Consideramos que el tipo de expansión producido con la ortopedia funcional se logra corregir el apiñamiento dentario sin la necesidad de realizar extracciones de dientes permanentes dando resultados clínicos muy satisfactorios. Debido a que el estímulo producido por el aparato ortopédico empleado se basa en fuerzas ligeras fisiológicas e intermitentes, no se observaron alteraciones periodontales ni reabsorción radicular.

Uno de los conceptos más importantes de la Ortopedia en este siglo, es la premisa de que ciertos patrones de cargas aceleran la restauración del hueso, tejido fibroso y músculo esquelético (Buckwalter y Grodzinsky 1999, Plut y col. 2015).

## VI. Conclusiones

Podemos concluir que el tratamiento ortopédico funcional mostró ser eficaz en la obtención de la expansión dental y dentoalveolar requerida para corregir el apiñamiento dentario en pacientes

adultos del género masculino.

## Resúmenes curriculares:

**Aidé Terán Alcocer.** Doctorado en Ciencias de la Salud UAQ; Maestría en Odontología ULM; Especialidad en Ortodoncia ULA; Especialidad en Ortopedia Funcional de los Maxilares Universidad Camilo Castelo Branco, Sao Paulo, Brasil; Especialidad en Ortodoncia y Ortopedia Maxilar ULM. Coautora del libro Ortopedia Funcional de los Maxilares vista a través de la RNO 3a. 4a. y 5a. edición. Premio Nacional de Odontología en 1999. Maestro Emérito Universidad Latina de México 2012.

**Miguel Francisco Javier Lloret Rivas.** Doctorado en Ciencias de la Salud UAQ; Maestría en Ciencias UAQ; Especialista en Cirugía Plástica y Reconstructiva, Hospital 20 de Noviembre. Medalla Gabino Barreda al Mérito durante la especialidad. Coautor del libro Metodología de la Investigación Clínica y Epidemiológica. Fundap 1a ed. Coordinador de Posgrado de la Maestría de Investigación Médica. FMUAQ.

## Referencias bibliográficas:

- Ballard DJ, Jones AS, Petocz P, Darendeliler MA. 2009. Physical properties of root cementum: part 11. Continuous vs intermittent controlled orthodontic forces on root resorption. A microcomputed-tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 136(1):8-9.
- Buckwalter JA y Grodzinsky AJ. 1999. Loading of healing bone, fibrous tissue, and muscle: implications for orthopaedic practice. *J Am Acad Orthop Surg.* 7(5):291-299.
- Cao Y, Zhou Y, Song Y, Vanarsdall RL Jr. 2009. Cephalometric study of slow maxillary expansion in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 136(3):348-354
- Cano J, Campo J, Sánchez JJ, Bascones A. 2008. Mecanobiología de los huesos maxilares. II. Remodelación ósea. *Av. Odontoestomatol;* 24 (2): 177-186

- Canut B. 1992. *Ortodoncia Clínica*. 1ª ed. Ed. Salvat. México. 99-103.
- Chateau M, Planas CS. 1995. Orthodontic gonimetry: a control technique after P. Planas transversal expansion method: neuro-occlusal rehabilitation: Part 3. *J Clin Pediatr Dent* 19(3):179-189.
- Cheng LL, Türk T, Elekdağ-Türk S, Jones AS, Petocz P, Darendeliler MA. 2009. Physical properties of root cementum: Part 13. Repair of root resorption 4 and 8 weeks after the application of continuous light and heavy forces for 4 weeks: a microcomputed-tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 136(3):320.e1-10; discussion 320-321.
- Christer E, Kiliarides S, Thilander B. 1985. Facial suture synostosis related to altered craniofacial bone remodeling induced by biomechanical forces and metabolic factors. En: Dixon A, Sarnat B, *Normal and abnormal bone growth basic and clinical reserch*. Alan R. Liss New York. 379-391.
- Chung CH y Font B. 2004. Skeletal and dental changes in the sagittal, vertical, and transverse dimensions after palatal expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 126(5):569-575.
- Enlow D. 1982. *Handbook of facial growth*. 2a. Ed. Saunders. Philadelphia. 419-430.
- Fonseca BF, Gutierrez MG, y Ortiz AA. 2007 Expansión maxilar con tornillo Hyrax modificado. *Med Oral* 9 (1):25-28.
- Garant PR. 2003. *Oral cells and tissues*. Quintessence. Canada. 280-282.
- Hannam A, Matthews B, Yemm R. 1970. Receptors involved in the response of the masseter muscle to tooth in man. *Arch Oral Biol*; 15:17-24.
- Hatcher CD, McEvoy PS, Mah TR, Faulkner MG. 1997. Distribution of local and general stresses in the stomatognathic system. In: McNeill C. *Science and practice of occlusion*. Quintessence. Illinois. 259-270.
- Herring SW. 2008. Mechanical influences on suture development and patency. *Front Oral Biol*; 12:41-56.
- Huynh T, Kennedy DB, Joondeph DR, Bollen AM. 2009. Treatment response and stability of slow maxillary expansion using Haas, Hyrax, and quad-helix appliances: a retrospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 136(3):331-339.
- Lima RM y de Oliveira AC. 2008. Long-term maxillary changes in patients with skeletal Class II malocclusion treated with slow and rapid palatal expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 134(3):383-388.
- Mao JJ, Wang X y Kopher RA. 2003. Biomechanics of craniofacial sutures: orthopedic implications. *Angle Orthod* 73(2):128-135.
- McDougall PD, McNamara JA, Dierkes JM. 1985. Arch width development in Class II patients treated with the Fränkel appliance. En: Graber TM (Ed) *Physiologic principles of functional appliances*. Mosby Company. St. Louis, Toronto. 26-37.
- Murrieta JF, Cruz PA, López J, Marques MJ, Zurita V. 2005. Prevalencia de Maloclusiones Dentales en un grupo de adolescentes Mexicanos y su relación con la edad y género. *Acta Odontológica Venezolana* 45(1) ISSN: 0001-6365
- Mutinelli S, Cozzani M, Manfredi M, Bee M, Siciliani G. 2008. Dental arch changes following rapid maxillary expansion. *Eur J Orthod*. 30(5):469-476.
- Ogura M, Kamimura H, Al-Kalay A, Nagayama K, Taira K, Nagata J, Miyawaki S. 2009. Pain intensity during the first 7 days following the application of light and heavy continuous forces. *Eur J Orthod*. 31(3):314-319.
- Pan XG, Qian YF, Wang GM. 2006. Current clinical studies on slow palatal expansion. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue* 15(3):325-328.
- Pandis N, Polichronopoulou A, Eliades T. 2007. Self-ligating vs conventional brackets in the



- treatment of mandibular crowding: a prospective clinical trial of treatment duration and dental effects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 132(2):208-215.
- Parfitt AM, 1995. Bone remodeling, normal and abnormal: a biological basis for the understanding of cancer-related bone disease and its treatment. *Can J Oncol.* Dec;5 Suppl 1:1-10.
- Peptan AI, Lopez A, Kopher RA, Mao JJ. 2007. Responses of intramembranous bone and sutures upon in vivo cyclic tensile and compressive loading. *Bone* 42(2):432-438.
- Pereira A, Barbosa JL, Krunislave A. 2006. Amamentação, hábitos deletérios bucais funcional da oclusão. <http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000385200>.
- Petrovic AG y Stutzmann, J. 1998. Metodología experimental y resultados de los estudios aplicados sobre el crecimiento craneofacial. En: Graber TM, Rakosi T, Petrovic AG (Eds) *Ortopedia Dentofacial con aparatos Funcionales*. 2ª. Ed. Harcourt Brace. España. 13-64.
- Planas P. 2008. *Rehabilitación Neuro-oclusal*. 2a. Ed. Salvat. Barcelona. 35-70.
- Plut A, Sprogar S, Drevenšek G, Hudoklin S, Zupan J, Marc J, Drevenšek M. 2015. Bone remodeling during orthodontic tooth movement in rats with type 2 diabetes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 148(6):1017-1025.
- Ramieri GA, Nasi A, Dell'acqua A, Verzé L. 2008. Facial soft tissue changes after transverse palatal distraction in adult patients. *Int J Oral Maxillofac Surg* 37:81-88.
- Roberts E, Huja S, Roberts JA. 2004. Bone Modeling: Biomechanics, Molecular Mechanisms, and Clinical Perspectives. *Semin Orthod* 10:123-61.
- Sicher H. 1955. *Anatomía oral*. 2ª Ed. Ateneu. Río de Janeiro 71-97
- Simões WA, 2010. *Ortopedia Funzionale Dei Mascellari*. 5ª. Ed. Nike. São PG, Italy. 145-260.
- Skerry, T. 2000. Biomechanical influences on skeletal growth and development. En: O'Higgins, P y Cohn, N. *Development growth and evolution*. Academic Press. London. 29-39.
- Sokucu O, Kosger HH, Bicakci AA, Babacan H. 2009. Stability in Dental Changes in RME and SARME: A 2- Year Follow-up. *Angle Orthod.* 79(2):207-213.
- Turner CH, Warden SJ, Bellido T, Plotkin LI, Kumar N, Jasiukl, Danzing J, Robling AG. 2009. Mechanobiology of the skeleton. *Sci Signal* 68:3-5.
- Varlik SK y Iscan HN, 2008. The effects of cervical headgear with an expanded inner bow in the permanent dentition. *Eur J Orthod* 30:4:425-430.
- Wright GH. 1911. A study of the maxillary sutures. *Dent Cosmos*; 52: 633-42 apud Berents RG. *Growth in the aging craniofacial skeleton*. Monograph 17, Craneofacial Growth Series. Ann Arbor: The University of Michigan; 23.