

**Escuela Nacional de Estudios Profesionales**

**IZTACALA - U. N. A. M.**

**Cambios Tisulares Durante el Tratamiento de  
Ortodoncia**

**T E S I S**

Que para obtener el título de :

**CIRUJANO DENTISTA**

p r e s e n t a :

**MARIA DEL CARMEN VEGA PEREZ**

---

México, D. F.

1984



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# I N D I C E

Pág.

## 1. INTRODUCCION

1.1 Antecedentes Históricos de la Bioingeniería 1

## 2. PRINCIPIOS BIOMECANICOS

2.1 Principios Biofísicos . . . . . 3

2.2 Anatomía y Fisiología de la Cavidad Bucal  
(Parodonto, hueso y músculos) . . . . . 16

2.3 Movimientos Ortodónticos (Clases) . . . . . 20

2.4 Evaluación de las Fuerzas Ortodónticas . . . . . 31

2.5 Daños a los Tejidos de Soporte durante  
el Movimiento Dentario . . . . . 39

## 3. BIOINGENIERIA

3.1 Aplicación de la Bioingeniería a la  
Ortodoncia Clínica . . . . . 47

3.2 Diseño de Aparatos para Movimientos Dentarios 52

3.3 Métodos para Producir Fuerza . . . . . 51

3.4 Selección y Control de las Fuerzas Ortodónticas 65

3.5 Magnitud de la Fuerza . . . . . 67

3.6 Ritmo de Movimiento Dentario . . . . . 72

4. CAMBIOS DURANTE EL TRATAMIENTO	
4.1 Cambios Cefalométricos . . . . .	75
4.1.1 Valores normales cefalométricos . . . . .	77
4.1.2 Cambios en los valores cefalométricos . . . . .	88
4.2 Cambios Parodontales . . . . .	92
4.2.1 En el hueso alveolar . . . . .	96
4.2.2 En el cemento radicular . . . . .	101
4.2.3 En las fibras parodontales . . . . .	104
4.3 Cambios musculares . . . . .	107
4.3.1 En los músculos faciales . . . . .	116
4.3.2 Mioterapia . . . . .	123
5. CONCLUSIONES . . . . .	129
6. RESUMEN . . . . .	131
7. BIBLIOGRAFIA . . . . .	132

## INTRODUCCION

### 1.1 ANTECEDENTES HISTORICOS DE LA BIOINGENIERIA

En tumbas del antiguo Egipto, Grecia y los Mayas de México, se han encontrado como artefactos arqueológicos, toscos aparatos aparentemente diseñados para regularizar dientes. La ortodoncia, como la consideramos hoy, sin embargo, probablemente -- tiene sus raíces en Francia en el siglo XVIII, cuando Pierre -- Fauchard, el más famoso de todos los dentistas, describió un -- aparato ortodóncico fácilmente reconocible como tal por cual--- quier odontólogo moderno. Otros artículos referentes al desa-- rrollo de la dentición y al crecimiento facial fueron escritos en el mismo período, pero seguramente la historia natural de -- los dientes humanos de John Hunter (1728-1793) es del mayor interés para los ortodoncistas.

En los Estados Unidos, en la última parte del siglo XIX, - Kingsley, Farrar, Talbot y Guilford, presentaron escritos pioneros sobre el tratamiento de la maloclusión.

La mayoría de los norteamericanos sostiene que la ortodoncia, sin embargo, realmente tiene su origen a la vuelta del siglo, cuando Edward H. Angle (1899) publicó "Un Sistema de Aparatos para Corregir Irregularidades de los Dientes".

Treinta años después de que Angle dio a conocer su clasificación, Hoffman definió este campo como "Una ciencia biomecáni-

ca que tiene por objeto la prevención o corrección de la malocclusión de los dientes y la armonía de las estructuras envolventes, de manera que el mecanismo dental producido será mejor acompañado hacia la actividad funcional del organismo humano - como un todo.

En teoría o en la práctica es el estudio del desarrollo y crecimiento unido con los principios físicos y mecánicos.

Durante la primera parte del presente siglo los tratamientos siguieron los preceptos de Angle, si bien el aparato que - él diseño sufrió cambios considerables, como por ejemplo: el arco lingual y el vestibular.

Después de la Primera Guerra Mundial, se introdujeron numerosos cambios en la ortodoncia. En la escuela dental de - - Bonn, Kantorowicz y su discípulo Korkhaus, se ocuparon detenidamente de la etiología y génesis de las maloclusiones, logrando muchos progresos y éxitos en este campo, en especial al establecer el alcance que tenía la herencia en el desarrollo de las maloclusiones; fundaron nuevos principios de diagnóstico y abandonaron el sistema morfológico de Angle.

## PRINCIPIOS BIOMECANICOS

### 2.1 PRINCIPIOS BIOFISICOS

El objetivo fundamental de los principios biofísicos de los movimientos dentarios es informar los hechos y hallazgos histológicos de importancia que actúan en los dientes durante la aplicación de una fuerza.

Los aparatos ortodónticos se diseñan teóricamente para producir una fuerza que provoque la respuesta tisular óptima dentro del ligamento periodontal y el hueso.

Los modelos matemáticos de fuerzas y las demostraciones histológicas de cambios celulares, deben ser todos controlados por la experiencia clínica, ya que no todas las variables pertinentes del movimiento dentario son aún suficientemente conocidas como para permitir un control rutinario en la práctica ortodóntica.

Se pueden considerar dos problemas principales relacionados con el movimiento dentario desde el punto de vista clínico. Primero, qué tipo de sistema de fuerza se requiere para originar un centro de rotación dado y segundo, qué magnitudes de fuerzas son las óptimas para el movimiento del diente. La solución de estos problemas requiere una profunda comprensión de las fuerzas y los momentos que pueden actuar sobre los dientes, así como la documentación detallada del movimiento dentario y la respuesta de la membrana periodontal.

Se puede aprender que el anclaje es un problema, ya que -- las unidades de anclaje con frecuencia son llevadas a ocupar posiciones anormales. El conocimiento de la reacción biológica - potencial es solo una parte de la respuesta. Influyen también ciertas leyes físicas y mecánicas.

Un aparato ortodóntico tiene miembros activos y reactivos. Para estos elementos, los objetivos son:

1. Controlar el centro de rotación del diente.
2. Mantener niveles de tensión deseables en la membrana periodontal.
3. Conservar el nivel de tensión relativamente constante para lograr estos objetivos, hay 3 características importantes - que afectan al miembro activo (parte para mover dientes) y al miembro reactivo (parte del anclaje), que son:
  - a) La razón del momento a la fuerza
  - b) El índice de deflexión de la carga
  - c) La fuerza o el momento máximos de cualquier componente de un aparato.

La razón del momento a la fuerza determina el control de un aparato ortodóntico poseerá, tanto en unidades activas como - - reactivas.

La fuerza es capaz de causar modificaciones en el estado de reposo o de imprimir variación al movimiento de un cuerpo. La fuerza es el elemento activo por medio del cual se efectúan los



desplazamientos dentarios en ortodoncia. En toda fuerza tenemos que distinguir:

- a) La intensidad o potencia
- b) El punto de aplicación
- c) El sentido
- d) La dirección de dicha fuerza

El efecto de una fuerza sobre un cuerpo libre rígido es independiente del punto de aplicación de la fuerza en una línea de acción determinada.

Controla el centro de rotación de un diente o un grupo de dientes. El índice de carga de deflexión o de torsión y giro es un indicador de la fuerza necesaria por unidad de deflexión. En el anclaje (elemento reactivo del aparato), es deseable poseer un alto índice de deflexión de carga, ya que debe ser un miembro relativamente rígido. El momento o carga elástica máxima es la mayor fuerza o momento que puede aplicarse a un miembro sin producir deformación permanente. La deformación interfiere los objetivos del tratamiento y deberá ser evitada, si es posible.

Existen tres características dentro del límite elástico de un aparato de ortodoncia, que se llama característica de muelle. Existen algunas variables en las características de muelle, que son:

1. Propiedades mecánicas de los metales
2. Forma de carga

3. Corte seccional del alambre
4. Longitud del alambre
5. Cantidad de alambre
6. Elevadores de tensión
7. Secciones de tensión máxima
8. Dirección de carga
9. Aditamentos del diente propiamente dicho

Conociendo la interrelación entre estos factores estructurales y funcionales respecto al aparato ortodóntico, el ortodoncista deberá decidir la configuración básica del alambre de arco y los aditamentos que proporcionarán un sistema de fuerzas para la corrección de una maloclusión específica.

Parte de la Ingeniería Biológica que es la Ortodoncia Moderna, es la conservación del medio ambiente bucal en lo que se refiere a higiene y comodidad, la utilización del mejor material posible y las correctas dimensiones de alambre de arco, bandas, muelles, etc.

Hay algunos términos biofísicos que facilitan la comprensión de los principios de ingeniería.

Algunos de éstos son enumerados a continuación:

1. Eje (de rotación). La línea alrededor de la cual gira un cuerpo; no coincide necesariamente con una entidad física.
2. Deflexión (viga). La distancia que se mueve un punto específico sobre una viga cuando ésta es doblada por una carga.

Generalmente, se mide en el punto en que la deflexión es mayor (deflexión máxima). La deflexión máxima describe la -- máxima deflexión bajo una carga dada, no la máxima obteni-- ble bajo una carga máxima.

3. Deformación elástica. Cambio de forma, provocado por una - fuerza mecánica, dentro del límite elástico (proporcional, de un material). La forma original se recupera al quitar - la fuerza deformante.
4. Mecánica. Es la ciencia que trata la acción de fuerzas sobre la forma y movimiento de los cuerpos. En este caso, -- los cuerpos son los dientes, los ligamentos periodontales y los huesos. Las fuerzas son producidas por aparatos orto-- dónicos, o por contracciones musculares contra los dientes, o a través del engranaje intercuspídeo de los dientes. - - Cualquier aparato ortodóncico es un sistema de fuerza que - almacena y produce fuerzas contra los dientes, músculos o - hueso, creando una reacción dentro del ligamento periodon-- tal y el hueso alveolar que permite movimientos de los dien-- tes. Por lo tanto, hay que entender la mecánica teórica -- del sistema de fuerza ortodóncico para entender los movi--- mientos dentarios.
5. Tensión o tracción. Es un cambio en la forma o tamaño de - un cuerpo que responde a una fuerza aplicada. Un resorte - sufre tensión cuando es estirado; un alambre se tensa cuan- do es doblado.

Cuando las fuerzas actúan sobre un cuerpo en forma tal que tienden a estirar dicho cuerpo, o en otras palabras, que -- tienden a traccionar y alejar los segmentos adyacentes uno de otro, decimos que dicho cuerpo se encuentra sometido a una tensión.

Un diente que está siendo extraído con una tracción que va directamente hacia arriba. Es evidente que alguna zona de la corona estará sujeta a fuerzas de compresión y también a fuerzas de estiramiento.

Las direcciones de las dos clases de fuerza son perpendiculares entre sí y se dice que la acción es ortogonal, siendo ésta una relación que se encuentra muy frecuentemente.

6. Ley de Hooke. La ley fundamental de la relación elástica - que afirma que la tensión es proporcional a la carga. Tal reacción se hará evidente mediante una curva elástica en línea recta.
7. Torsión. Cuando las fuerzas son aplicadas a un cuerpo en - forma tal, que logren que los segmentos adyacentes roten -- uno respecto del otro, puede decirse que dicho cuerpo está siendo sometido a una torsión.

Un incisivo inferior rotado fuera de su posición normal en el arco. Se le aplica un momento de fuerza como para rotar lo hacia su posición correcta. El momento de fuerza trata de rotar la corona, mientras la raíz es sostenida por el lígamento periodontal.

Un esfuerzo de torcimiento en una estructura de ingeniería. La torsión se mide en grados de torcimiento.

8. Montento de torsión (ingeniería). Una fuerza (esfuerzo) -- que produce torcedura en una estructura.

La torcedura resultante de la parte mecánica se llama torsión. El momento de torsión y la torsión, por lo tanto, se presentan juntos; para esta aplicación, la palabra torsión se utiliza en lugar de momento de torsión para evitar confundirnos con momento de torsión como se utiliza en sentido ortodóntico. El momento de torsión se mide como un momento, en libras-pies, onzas-pulgadas, gramos-centímetros, etc.

9. Momento de torsión (ortodóntico). Desplazar el ápice radicular en sentido bucal o lingual mediante la aplicación de una fuerza producida por torsión dentro del alambre del arco.
10. Compresión. Cuando las fuerzas son aplicadas a un cuerpo - en forma tal, que presionan los segmentos adyacentes uno -- contra otros, el cuerpo está sometido a una compresión.
11. Vector. Un vector se le representa como una flecha con una cabeza y un cuerpo. La cabeza nos muestra la dirección y - el cuerpo la línea de acción y su largo la magnitud de la - cantidad medida o representada por el vector. Los vectores son usados para representar "fuerzas", dado que nos mues--- tran todas las características importantes, con excepción -

del grado de cambio. El grado de cambio no se le puede ver, porque un diagrama vectorial es como una fotografía en la cual se muestran la relación instantánea entre las fuerzas de un sistema. Los vectores en un diagrama muestran cómo las fuerzas en un sistema combinan sus múltiples características para producir un efecto resultante sobre el diente.

12. **Cuerpo.** Una cantidad de materia inerte, que puede ser rígida o elástica. Cuando las partículas de un cuerpo se mueven muy poco o nada en relación unas con otras, se trata de un cuerpo rígido, como por ejemplo un diente o un hueso. Cuando el cuerpo puede ser levemente deformado y retorna a su forma original, se trata de un cuerpo elástico. Como ejemplos de cuerpos elásticos tenemos las gomas elásticas, ligamentos periodontales de los dientes y los resortes de alambre.
13. **Fulcro.** El punto de apoyo de una palanca. El fulcro puede ser también un punto de rotación; pero un punto de rotación no es un fulcro, salvo que sea un punto de apoyo mecánico. El punto de la raíz de un diente alrededor del cual puede inclinarse el diente es un eje de rotación, no un fulcro.
14. **Fuerza.** La acción de un cuerpo sobre otro; pudiendo ser presión o tracción. Para el ortodoncista, las características importantes de una fuerza son su punto de aplicación, su línea de acción, su dirección, su magnitud pico y su grado de cambio.

La capacidad de resistir una carga deformante sin sobrepasar los límites arbitrarios de la deformación plástica. Depende tanto de la rigidez como de los límites, pero no presenta relación consistente con ninguno de éstos. Usada -- aquí para describir propiedades de los materiales, tamaño de los alambres y configuración de las vigas. La fuerza - es proporcional a la resiliencia de los materiales y al módulo seccional de las vigas.

15. Viga. Cualquier estructura delgada sometida a cargas laterales (que tienden a doblarla).

Un arco de alambre ortodóntico funciona mecánicamente como una viga.

16. Doblez. Cuando un cuerpo se encuentra sometido en tal forma, que las fibras de un lado se estiren y que se compri--man las del lado opuesto, puede decirse que está siendo sometido en una forma compleja que se conoce como de doblez.
17. Cupla. Dos fuerzas iguales operando sobre un objeto en direcciones paralelas pero opuestas.

Una cupla siempre induce una tendencia rotacional pura. - Una fuerza aplicada en diferentes puntos en el cuerpo, producirá movimientos diferentes, pero no hace ninguna diferencia donde se aplica una cupla. El par posee un efecto de rotación que puede ser expresado como un momento igual al de una de las fuerzas multiplicado por la distancia entre sus líneas de acción.

Un momento es una fuerza que produce un vector deslizante  
 Una cupla son dos fuerzas iguales, paralelas, opuestas y  
 no colineares que producen un vector libre.

Más adelante se demostrará que un momento de fuerza no so-  
 lamente tiende a girar un diente sino que también tiende  
 a volcarlo. Para evitar el efecto del volcado puede uti-  
 lizarse un sistema denominado cupla.

Si se desea traslación, esto es, movimiento corporal de -  
 un diente, puede lograrse aplicando una fuerza a través -  
 del centroide o el centro de resistencia del diente. No  
 se ha diseñado aún un aparato que efectúe tal aplicación  
 de fuerza, ya que el centroide de la mayoría de los dien--  
 tes está en alguna parte de la raíz. Trabajando con una -  
 fuerza sólo en la corona del diente, se desarrollará un mo-  
 mento e inclinación alrededor del centro de resistencia. -  
 Si, no obstante, también se aplican a la corona dos fuer--  
 zas iguales y opuestas (una cupla), se logra el movimiento  
 corporal, esto es, traslación. Se verá que cualquier fuer-  
 za puede ser reemplazada por una fuerza más una cupla. --  
 Así, la traslación del diente se logra aun cuando es impo-  
 sible aplicar la fuerza directamente al centro de resisten-  
 cia.

18. Deformación. Cambio de forma producido por la aplicación  
 de una fuerza.



19. Flexibilidad. Término no específico que denota facilidad para doblar. Puede indicar poca rigidez, poca fuerza, poca amplitud de carga o poca fragilidad, ya sea solos o en combinación.
20. Momento. Es la tendencia de una fuerza a causar rotación de un cuerpo alrededor de un eje fijo. Dado el mismo - - cuerpo libre y la misma fuerza, un momento da la misma -- traslación que si la fuerza fuera aplicada por el centro de masa, pero también produce una tendencia rotacional. - Un momento equivalente puede producirse variando la fuerza y la distancia.

Los momentos se miden por el producto de la fuerza aplicada multiplicado por la longitud del brazo del momento. - Las unidades típicas son las siguientes: pulgadas-onzas, libras-pies, gramos-centímetros.

21. Índice de elasticidad. Razón entre la fuerza y la de- flexión. Es un índice de rigidez.
22. Trabajo. En el sentido físico, trabajo es la aplicación de una fuerza a un cuerpo, con el movimiento resultante - de dicho cuerpo. Matemáticamente el trabajo es el producto de la distancia movida por los componentes de la fuerza actuando en la dirección del movimiento. Es posible que una fuerza realice un trabajo negativo cuando la dirección del movimiento es opuesta a la de la fuerza. Una fuerza no acompañada por ningún movimiento no trabaja.

19. Flexibilidad. Término no específico que denota facilidad para doblar. Puede indicar poca rigidez, poca fuerza, poca amplitud de carga o poca fragilidad, ya sea solos o en combinación.

20. Momento. Es la tendencia de una fuerza a causar rotación de un cuerpo alrededor de un eje fijo. Dado el mismo - - cuerpo libre y la misma fuerza, un momento da la misma -- traslación que si la fuerza fuera aplicada por el centro de masa, pero también produce una tendencia rotacional. - Un momento equivalente puede producirse variando la fuerza y la distancia.

Los momentos se miden por el producto de la fuerza aplicada multiplicado por la longitud del brazo del momento. - Las unidades típicas son las siguientes: pulgadas-onzas, libras-pies, gramos-centímetros.

21. Índice de elasticidad. Razón entre la fuerza y la de- flexión. Es un índice de rigidez.

22. Trabajo. En el sentido físico, trabajo es la aplicación de una fuerza a un cuerpo, con el movimiento resultante - de dicho cuerpo. Matemáticamente el trabajo es el producto de la distancia movida por los componentes de la fuerza actuando en la dirección del movimiento. Es posible que una fuerza realice un trabajo negativo cuando la dirección del movimiento es opuesta a la de la fuerza. Una fuerza no acompañada por ningún movimiento no trabaja.

Los aparatos usados por los ortodoncistas son máquinas para realizar trabajos en el sentido físico durante un periodo de semanas o meses.

23. Equilibrio. Cuando todas las fuerzas activas y de resistencia y los momentos aplicados a un cuerpo están completamente balanceados de manera tal, que no hay resultante y por ende, no ocurre ningún movimiento, existe una condición de equilibrio mecánico. Este hecho aparentemente simple es tan profundo que requerirá explicaciones que van mucho más allá de esta definición antes de que sus implicaciones puedan ser apreciadas. Cuando un cuerpo está en equilibrio, la suma de todas las fuerzas actuando en una dirección vertical es cero; la suma de todas las fuerzas actuando en una dirección bucolingual es cero; la suma de todas las fuerzas actuando en una dirección mesiodistal es cero y la suma de todos los momentos alrededor de cualquier punto es cero.
24. Peso. El peso de un cuerpo es la fuerza ejercida sobre él por la fuerza de gravedad. Siempre está dirigida esta fuerza hacia el centro aproximado de la tierra, pero será resuelto en componentes ortodónticos, lo mismo que cualquier otra fuerza.
25. Presión. Es la resistencia molecular interna a la acción deformante de fuerzas externas. Presión es equivalente, en cuerpos rígidos, a la resistencia del cuerpo.

Si una fuerza es aplicada a un cuerpo libre en su centro de masa, ocurrirá traslación. Cuando mayor la fuerza aplicada a un cuerpo libre, mayor la traslación. Si una fuerza es aplicada fuera de un centro de masa, el cuerpo se moverá exactamente la misma distancia que si la fuerza se hubiera aplicado al centro de la masa, pero también girará sobre un eje, desarrollando un momento.

Cualquier aparato ortodóntico, cuando es activado, produce más de una fuerza y es, entonces, un sistema de fuerza. Cualquier sistema de fuerza puede, con propósitos analíticos, ser reducido a una fuerza, una cupla, o a una fuerza más una cupla. Entonces, es teóricamente posible analizar cualquier sistema de fuerzas aparatológico ortodóntico. Las fuerzas efectuadas por aparatos ortodónticos se estudian con medidores electrónicos de tensión, calibres mecánicos, o por cálculos matemáticos. Si vamos a entender verdaderamente un sistema de fuerza ortodóntico para el movimiento dentario, debemos considerar la magnitud de la fuerza, su dirección y el punto de aplicación de la fuerza.

Todo lo que se ha dicho hasta aquí, se han basado en suposiciones que no son completamente ciertas en la práctica, ya que muchas de las fuerzas son adquiridas de alambres deformados elásticamente y el diente no es un cuerpo libre, sino que está adherido al hueso por medio del ligamento periodontal. Por lo tanto, es necesario entender las respuestas biológicas del ligamento periodontal y del hueso alveolar a las fuerzas impuestas ortodónticamente.

## 2.2 ANATOMIA Y FISIOLOGIA DE LA CAVIDAD BUCAL

(PAPODONTO, HUESO Y MUSCULOS)

Por ser solamente una referencia y aumentar los estudios -- enumeraré a continuación la anatomía y fisiología de la cavidad bucal.

La cavidad bucal está situada en la parte inferior de la cara, por debajo de las fosas nasales.

El cráneo humano está compuesto de huesos de muy diversas - formas y tamaños. La cabeza comprende 22 huesos, sin contar los del oído: 8 corresponden al cráneo, 14 a la cara.

Los huesos del cráneo son los siguientes: 4 impares: fron-- tal, etmoides, esfenoides y occipital; 2 pares: parietales y -- temporales.

Los huesos de la cara son 14: 6 pares: maxilares superio-- res, cornetes inferiores, malares o pómulos, unguis, nasales, pa-- latinos; 2 impares: vómer y maxilar inferior.

Huesos del cráneo: Frontal.- Hueso plano, impar, central y simétrico, en forma de concha, colocado en la parte más ante-- rior del cráneo.

Etmoides.- Hueso corto y compacto, central, impar y simé-- trico. Se sitúa en la escotadura etmoidal del frontal y delante del esfenoides.

Esfenoides.- Hueso impar, central y simétrico; corto de -- forma irregular; se encuentra situado en la parte media e infe-- rior del cráneo.

Occipital.- Hueso plano, impar, central y simétrico, de forma irregularmente romboidal; se sitúa en la parte posterior, inferior y media del cráneo.

Temporal.- Hueso par, 3 porciones: escamosa, mastoidea y petrosa, irregular; se encuentra en los lados del cráneo.

Parietal.- Hueso plano, par de forma cuadrilátera, con dos caras; se encuentra localizado en los lados del cráneo, detrás del frontal y encima del temporal.

Huesos wormianos.- Son huesos pequeños e irregulares, cuyo número, asiento y volumen son variables; se encuentran entre las suturas dentadas del cráneo.

Huesos de la cara: Maxilar superior.- Hueso para, corto y compacto, de forma irregularmente cuadrilátera; se encuentra situado en el centro de la cara, debajo del frontal y el etmoides.

Cornete inferior.- Hueso par, lámina ósea compacta; su situación es en el aporción inferior de las fosas nasales.

Malar.- Hueso par, corto y compacto, en forma de cuadrilátero; se encuentra localizado en los lados de la cara.

Unguis o lagrimal.- Hueso par, pequeña lámina ósea, compacta, cuadrilátera; se localiza en la parte anterior de la cara interna de la órbita.

Nasales.- Hueso par, corto y compacto, en forma de cuadrilátero; se encuentra entre el frontal y la apófisis ascendente del maxilar superior.

Palatino.- Hueso par, corto y compacto, de forma completamente irregular; se sitúa detrás del maxilar superior.

Vómer.- Lámina cuadrilátera compacta, impar y central; se localiza en la parte posterior de las fosas nasales

Mandíbula.- Hueso plano, impar, central y simétrico, en forma de herradura; se localiza en la parte inferior y anterior de la cara.

Músculos de la cabeza (masticadores).- Se designa con este nombre a un grupo bilateral de 4 músculos procedentes de la base del cráneo y se insertan en la mandíbula. Reciben todos ellos la inervación motriz de la tercera rama del trigémino o nervio maxilar inferior. El suministro de sangre procede de una rama terminal de la arteria carótida externa y la arteria maxilar.

Este conjunto muscular comprende: el músculo masetero, situado en la cara externa de la mandíbula, el músculo temporal, también superficial y los 2 músculos pterigoideos, externo e interno, situados en la profundidad.

Músculos de la cara.- Se les llama también músculos de la expresión facial o cutáneos.

Incluidos en el grupo están los músculos frontales y occipitales y los asociados con los auriculares; el músculo cutáneo del cuello, mejillas y barba; el superciliar y el orbicular de los párpados; el piramidal de la nariz, el elevador superficial común del ala de la nariz y el mirtiforme; otro grupo es el de los cigomáticos, que incluyen al elevador superficial común del ala de la nariz y del labio superior, elevador propio del labio superior, cigomático menor, canino, borla del mentón, risorio, buccinador, triangular de los labios, cuadrado de la barba, influyen los movimientos de la boca, mejillas y labios.

Parodonto.- Las estructuras de soporte de los dientes comprenden el aparato de inserción (cemento de la raíz, membrana periodontal y hueso alveolar), el hueso de soporte y la mucosa de revestimiento (encía). A estos tejidos se les da el nombre de parodonto. En estado normal, la encía tiene color rojo coral muy variable, según las características de cada persona. La encía se divide en: marginal, insertada, alveolar y papila interdientaria.

Las fibras son las que hacen la unión mecánica de la encía con el diente y el epitelio sirve de revestimiento. Las fibras gingivales se disponen en 5 grupos: dentogingivales, cresta-gingivales, circular, transeptal, dentoperiostiales.

El ligamento periodontal es la estructura que rodea a la raíz y la une al hueso; los elementos más importantes son las fibras de colágena, se denominan fibras de Sharpey; se dividen en 2 grupos: fibras principales y secundarias. Las principales son: cresta-alveolar, horizontal, oblicuas, apicales.

La inserción del diente al alveolo consta de numerosos haces de tejido conjuntivo fijos al cemento y al hueso. El cemento es un tejido mesenquimatoso calcificado que forma la capa externa de la raíz anatómica. Hay dos tipos de cemento: acelular y celular, los dos se componen de una matriz interfibrilar calcificada y fibrillas de colágena. Del hueso dependerá la posición de la encía y se compone de una matriz calcificada con osteocitos encerrados dentro de espacios denominados lagunas.



### 2.3 MOVIMIENTOS ORTODONTICOS (Clases)

El movimiento dentario ortodóntico es posible por los cambios metabólicos que se realizan en la membrana periodontal en respuesta a la presión o la tensión ejercidas sobre ella. Las modificaciones metabólicas de la membrana, a su vez, determinan la resorción ósea que remodela el hueso alveolar adyacente, lo que en último término permite que el diente y su aparato de inserción se muevan lentamente a través del hueso.

La membrana periodontal está bien adaptada para soportar - fuerzas, ligeras o intensas, aplicadas por periodos de tiempo - breves. Estas breves aplicaciones de fuerza ocurren normalmente en la masticación de alimentos, en que se desarrollan intensas fuerzas de masticación que se soportan durante unos instantes en cada ciclo de los movimientos masticatorios. Las fibras de la membrana periodontal están dispuestas para resistir las - fuerzas oclusales. En gran parte, la red vascular de la membrana periodontal actúa como amortiguador de la fuerza de los movimientos de masticación, pues la sangre y los líquidos hísticos son exprimidos de un área cuando el tejido es comprimido y re-- tornan un instante después cuando cesa la presión.

Básicamente no hay gran diferencia entre las reacciones -- histológicas observadas en el movimiento fisiológico y ortodóntico de los dientes. No obstante, como éstos se mueven con mayor rapidez durante el tratamiento, los cambios histológicos --

producidos por las fuerzas ortodónticas son, por consecuencia, más marcados y extensos.

Esta diferencia también se halla reflejada en el lapso mayor que se requiere para que la formación ósea comience en zonas ya reabsorbidas a causa de las fuerzas ortodónticas.

Se ha mencionado que es menester un período de 4 ó 5 días antes de que la fuerza de estiramiento originara la formación del hueso en zonas ya reabsorbidas durante el movimiento dentario fisiológico. Si la reabsorción ósea preexistente fue provocada por fuerzas ortodónticas, es habitual que tarde de 8 a 10 días y a veces más, antes de que el movimiento inverso haya -- transformado todos los cambios reabsorbentes en formación de -- hueso. Esta demora señala que hay y en grado notable, cierta diferencia entre los cambios histológicos, fisiológicos y ortodónticos.

Este tipo de aplicación de fuerzas desde luego no movili-za normalmente el diente. Sin embargo, la aplicación de una -- fuerza, aunque sea ligera durante un período largo de tiempo, - produce la movilización del diente. Esto se debe probablemente a modificaciones circulatorias de la membrana periodontal en -- las zonas donde actúan las fuerzas de compresión o de tracción aplicadas al diente.

Si se aplica una fuerza sobre un diente de suerte que produzca una compresión de la membrana periodontal que reduce la -

vascularización del tejido comprimido, sin llegar a suprimir - del todo la irrigación, las células de la membrana periodon-- tal se diferencian rápidamente (entre las cuarenta y ocho a se-- tenta y dos horas) en osteoclastos. Estas células se encuen-- tran tan constantemente en las zonas de resorción ósea que se supone que son las causantes de ella. La actividad osteoclás-- tica elimina hueso de las espículas del lado alveolar de la -- membrana periodontal y se produce un movimiento del diente en esa dirección.

Las variaciones en las reacciones histológicas se deben a distintos factores. Uno de ellos es la duración de la fuerza y en cierta medida el tipo de esta fuerza.

Ciertas variaciones se producen así cuando una fuerza con-- tinua actúa sólo durante un corto período. Hay una diferencia mayor aún entre la respuesta histológica ocasionada por un apa-- rato fijo cuando se lo compara con un removible. Basado en es-- tas influencias externas, el movimiento de los dientes en gene-- ral puede dividirse convenientemente en dos tipos, cada uno -- con una subdivisión:

1. a) Movimiento dentario continuo (aparatos fijos)  
b) Tipo interrumpido
2. a) Movimiento dentario intermitente (aparatos removibles)  
b) Tipo funcional

## 1. a) Movimiento dentario continuo

Es dado por las fuerzas continuas que mantienen aproximadamente la misma magnitud de fuerza durante un tiempo indefinido, por ejemplo, un resorte.

Aunque no siempre es posible distinguir entre un movimiento continuo y uno interrumpido, este último será bajo - - ciertas condiciones la causa de variaciones definitivas en la respuesta de los tejidos.

Estos cambios tienen incidencia en distintas fases de la ortodoncia clínica.

Se ve que las fuerzas continuas sobre un diente, deben ser lo más livianas posible, ya que la rapidez con la cual el hueso puede sufrir una reestructuración está necesariamente limitada. Por ejemplo, con el uso del recientemente descubierto alambre australiano, liviano, altamente resiliente, pueden ser aplicadas fuerzas ligeras continuas a los dientes.

Las fuerzas ligeras y continuas evitan la formación del hueso osteoide, resistente a la resorción y ciertos procesos reparativos del lado hacia el cual se mueve el diente. Estos procesos realmente frenan el movimiento dentario.

## b) Tipo interrumpido

Actúan sobre una corta distancia y luego se estabilizan por un período. Un ejemplo sería el resorte helicoidal en un

en un aparato de Hawley ajustado a intervalos de tres semanas para sacar a un incisivo lateral superior de su mordida cruda.

Son factibles alteraciones de la pulpa a causa de la prolongada tracción continua que se ejerce sobre el diente retenido. Un movimiento brusco de la porción apical del diente retenido puede producirse después de la reabsorción envolvente en torno del tejido hialinizado, por la que los vasos sanguíneos que alimentan al tejido pulpar pueden verse comprimidos y generar estasis y consecuentes perturbaciones dentro de la pulpa.

Si la tracción se ejerce ligando al bracket un trozo de alambre no demasiado resilente, por ejemplo, soldado al arco vestibular, es posible obtener una fuerza interrumpida típica, que actúe a lo largo de una distancia de 1 a 1.5 mm.

Al reactivar este resorte de acuerdo con el principio interrumpido, el diente puede llevarse a su posición sin causar mayores perturbaciones al tejido pulpar

Un movimiento de rotación planeado disminuirá, en cierta medida, las tendencias a la recidiva después del tratamiento. El movimiento interrumpido con fuerzas ligeras también puede considerarse un método viable en los casos de mordidas abiertas en los adultos.

## 2. a) Movimiento dentario intermitente

El movimiento intermitente está asociado con aparatos removibles. La fuerza es activa cuando el aparato está en la boca y no existe cuando se le retira. Alguna acción intermitente se ve también como resultado de cambios en la posición del diente o del aparato durante la masticación y la dicción. Los aparatos fijos removibles, incluyendo las placas superiores -- con resortes auxiliares y los aparatos de tracción extrabucal, son ejemplos que usan movimientos dentarios intermitentes.

La fuerza intermitente es generada por medio de tornillos, o por la orientación de la actividad muscular, como en el caso de los aparatos funcionales. El tornillo ejerce lo que es virtualmente una fuerza irresistible y vuelca el diente en su alveolo.

Es importante evitar el daño a la inserción del diente, limitando el paso del tornillo, de manera que el diente no pueda ser impactado en la cresta del hueso alveolar. La membrana periodontal de un niño tiene aproximadamente 0.25 mm (0.1 pulg) de espesor.

Los tornillos fabricados están diseñados para abrirse -- 0.18 - 0.20 mm (0.007 - 0.008 pulg) en cada ajuste (esto es, un cuarto de vuelta), permitiendo así un margen de 0.05-0.07 mm (0.002-0.003 pulg).

La membrana periodontal de un adulto, sin embargo, no es tan gruesa, tiene más o menos 0.15 mm (0.006 pulg); es necesario entonces, cuando se trata de niños más grandes y adultos, limitar cada ajuste a la mitad del que dan los fabricantes.

Las acciones intermitentes típicas aparecen por una fuerza que actúa como un impulso o golpe de corta duración durante breves periodos con una serie de interrupciones. Estos descansos se producen cuando la fuerza se torna poco a poco más activa o más pasiva mientras el aparato se mueve. Por lo tanto, la acción intermitente no está relacionada siempre por fuerza a la construcción de la placa.

Esto se aplica a los topes o resortes que se apoyan sobre la superficie de los dientes y que originan impulsos y estímulos de corta duración al tiempo que el aparato se mueve durante la fonación y la masticación.

La acción intermitente traería entonces, en grado variable, una menor compresión en el lado de presión y periodos de hialinización más breves.

Una presión intermitente puede actuar como irritante, lo que muchas veces genera cambios formativos, sobre todo en las personas jóvenes.

Se depositará entonces osteoide en zonas de la superficie ósea no sujetas a presión. Este aumento de elementos celulares depende en mucho de las reacciones individuales; así

es posible hallar casos en que sólo hay un aumento moderado - en la cantidad de células.

El movimiento efectuado por una fuerza intermitente depende del tiempo en que el aparato esté actuando y de la magnitud de la fuerza. Como los dientes son desplazados por un movimiento de inclinación, el tejido hialinizado puede formarse del lado de presión durante la fase inicial del tratamiento.

Las fuerzas intermitentes son, por lo general, aplicadas durante un breve período y después liberadas como ocurre en el uso del aparato de fuerza cervical extraoral de Kloehn. - Se le utiliza durante 12 horas todas las noches y nada durante el día para permitir a los dientes y tejidos un período de recuperación.

La desventaja del movimiento intermitente es el modo de desplazamiento, que siempre aparece en la forma de inclinación. No son infrecuentes los resultados poco satisfactorios que se observan cuando algunos de los dientes, movidos a lo largo de cierta distancia, pueden acabar en una posición inclinada, pero no obstante, hay excepciones a esta regla. Algunas personas en período de crecimiento reaccionan en forma más favorable que otras en este aspecto y quizá sea posible el gradual enderezamiento de los dientes inclinados.

Como en otros tipos de movimientos dentarios, las fibras periodontales estiradas tienden a contraerse. Esta contrac-



ción puede derivar en recidiva, sobre todo cuando los arcos dentarios se han expandido.

Después de un período de contención prolongado, se ha observado que un cierto número de los casos de expansión pueden permanecer estables, en especial aquéllos en que faltan los terceros molares.

#### b) Movimiento tipo funcional

El movimiento dentario puede ser estimulado por medio de presión mecánica. La velocidad de movimiento, sin embargo, no es proporcional al grado de fuerza empleado. La fuerza excesiva produce cambios patológicos en el cemento, hueso y membrana periodontal, puede ser una causa contribuyente de enfermedad periodontal más tarde en la vida. La fuerza empleada puede ser intermitente o continua.

Las placas funcionales, como el activador, quedan flojas en la boca y teóricamente, se moverán durante el tratamiento más o menos de acuerdo a los movimientos del maxilar inferior.

Las fuerzas funcionales aparecen contra el diente solamente durante la función bucal normal y están asociadas con aparatos removibles sueltos. Así, cada vez que el paciente traga, el activador dirige la fuerza de las contracciones musculares contra los dientes. Las fuerzas funcionales no son fáciles de controlar y no mueven los dientes tan rápidamente

como las fuerzas disipantes o intermitentes. Se debe recordar, sin embargo, que los aparatos removibles sueltos no son diseñados primariamente como aparatos para mover dientes, sino como dispositivos para afectar el esqueleto cráneo-facial en crecimiento.

Las placas funcionales dan lugar con frecuencia, a la reabsorción directa del hueso del lado de presión, aun durante el estadio inicial. Esto ocurre cuando la placa ejerce una ligera presión sobre el diente. Se observan entonces osteoclastos a lo largo de la superficie ósea después de un período de 3 ó 4 días.

Como el proceso de reabsorción, una vez comenzado continuará durante 8 a 10 días, están dadas las condiciones para una reacción textural favorable, aun si la placa se lleva sólo por la noche.

La formación de osteoblastos y de tejido osteoide depende en mucho del tiempo que el aparato esté en funcionamiento.

Cuando un aparato funcional se usa sólo por la noche, se formará osteoide en el lado de tensión al cabo de 2 a 3 días. Durante el día, una vez retirado el aparato, los dientes vuelven hacia el lado de tensión. No obstante, como el tejido osteoide es resistente a la reabsorción y el diente se vuelve a su sitio sólo en parte, al no ejercer presión directa se formará nuevo tejido osteoide cada vez que se use la placa.

El tratamiento con placas funcionales puede inducir una posición inclinada de los dientes individualmente o de grupos de dientes. Esto se nota, por ejemplo, en algunos casos de -- Clase III, donde el arco labial ejerce presión contra los dientes anteroinferiores.

El resultado puede ser una posición de inclinación lin--- gual de los incisivos inferiores. También en algunos casos de Clase II, se advierten efectos colaterales indeseables. Como los molares inferiores y los premolares se mueven hacia mesial, durante el tratamiento puede ocurrir apiñamiento en el arco den tario inferior, sobre todo cuando existe tendencia a la falta de espacio antes del tratamiento.

Se ha observado que cuando la placa se usa durante el día, se produce más frecuentemente una acción intermitente típica - en forma de impulsos y choques. Esto ocurre sobre todo como - resultado de la deglución, que siempre implica un movimiento - reflejo durante el que se abre y se cierra el maxilar inferior. Como la deglución es menos frecuente cuando el paciente duerme, durante la noche el aparato puede quedar inmóvil en la boca du rante períodos bastante largos.

## 2.4 EVALUACION DE LAS FUERZAS ORTODONTICAS

El propósito de todos los tipos de tratamiento ortodóntico es efectuar los movimientos dentarios necesarios dentro de un lapso razonablemente corto.

La fuerza ortodóntica óptima para cualquier movimiento -- dentario determinado, es la que indica la respuesta tisular -- máxima sin dolor o reabsorción radicular y mantiene la salud -- del ligamento periodontal durante el movimiento del diente. -- La velocidad del movimiento dentario es determinada por una -- cantidad de otras variables, por ejemplo, los efectos de la -- oclusión y engranaje intercuspídeo de los dientes, la zona de la superficie radicular a ser movida, si la dirección del movimiento dentario es ayudada por arrastre dentario natural o no, etc.

Se han analizado en forma extensa varias cualidades de -- las fuerzas sin intentar dosificarlas de acuerdo a los movi---mientos de los dientes en forma específica. Dicha dosifica---ción es fuertemente empírica debido a que se basa en criterios que son apreciados subjetivamente.

Una apreciación biológica objetiva es impracticable más -- allá de lo que se puede observar en las radiografías intraora--les, lo cual, en el fondo, es más bien cualitativo que cuanti--tativo. Un análisis biológico cuantitativo absoluto del efec--to de las fuerzas ortodónticas es prácticamente imposible.

Desde luego, es importante la magnitud absoluta de la -- fuerza, pero el factor principal en la reacción de la membrana periodontal es la presión, o fuerza por unidad de área que se desarrolla sobre ella.

El área de la membrana periodontal sobre la cual se distribuye la fuerza queda determinada por la manera con que se aplica la fuerza al diente.

Los tejidos de soporte reaccionan casi siempre de manera característica con excepción a esta regla. Es la que se ob--serva en los casos de hiper cementosis y anquilosis ósea, que tienden a restringir o impedir el movimiento ortodóntico dentario.

De acuerdo con esto, una fuerza que actúa a cierta dis--tancia moverá al diente con mayor celeridad que una fuerza intensa. Esto se aplica, en particular, a los movimientos de inclinación efectuados con fuerzas continuas.

También, el movimiento intermitente provocado por los -- aparatos removibles depende en mucho del factor fuerza y de la duración de su acción. Hay, no obstante, otros tipos de movimientos dentarios, como por ejemplo, rotación y extrusión de dientes, que dependen de factores anatómicos, además de -- los antedichos.

La duración de la aplicación de la fuerza es un factor - de importancia, ya que el ligamento periodontal debe tener pe

rifodos de recobro para reponer la irrigación al ligamento y -- promover la proliferación celular. Una fuerza intensa de corta duración puede ser menos perjudicial que una fuerza ligera continua.

En lo que concierne a la envoltura dentoalveoloperiodontal, las fuerzas límites que alcanzan el umbral se encuentran en el estrato biológico más bajo, capaces de producir estímulos causantes del remodelamiento del hueso alveolar. Estas -- fuerzas son siempre calificadas de fisiológicas. Los estímulos mínimos son aquéllos que tienen lugar sobre el diente durante la masticación y la deglución.

Las fuerzas óptimas sobre el ligamento periodontal son -- aquéllas capaces de catalizar la actividad celular como para que se produzca una reabsorción acelerada de hueso sobre el lado de la tensión.

Si esta actividad celular aumentada no se encuentra acompañada de movilidad, molestia o dolor, se clasificará a estas fuerzas como fuerzas límites aceleradas.

La fuerza máxima es la que puede ser aplicada al diente un corto tiempo, causando casi un estrangulamiento de la actividad fisiológica en el espacio periodontal sobre el lado de la presión y un tironeo del ligamento periodontal sobre el lado de la tensión. Esta fuerza produce movimiento dentario rápido. También provoca movilidad y algún dolor por un cierto tiempo.

Las fuerzas excesivas son fuerzas que aplastan el ligamento periodontal y que destruyen temporariamente sus procesos fisiológicos. El ligamento periodontal aplastado se hialiniza. Con frecuencia tienen lugar hemorragias y el espacio periodontal se comienza a llenar de exudados.

Muy a menudo el hueso sobre el lado de la presión se sequestra y debe ser removido por medio de la reabsorción en profundidad antes de que pueda hacerse la reparación.

El cemento y luego la dentina, son reabsorbidos si la fuerza excesiva continúa, o si continúa la excesiva presión, o si se repite muy a menudo por los sucesivos ajustes que crean cada vez altas magnitudes de fuerza.

El nivel deseable de fuerza no debería exceder las proporciones máximas si es que se desea un movimiento dentario rápido y se pretende que la estructura dentaria permanezca intacta. Si tiene lugar cierto daño sobre la raíz del diente, no hay que permitir que éste avance mucho más allá del cemento.

La fuerza ejercida por los aparatos utilizados en la actualidad puede medirse en muchos casos. La fuerza óptima requerida para ciertos tipos de movimientos dentarios varía muchísimo.

Para la extrusión de los dientes, es preferible una fuerza de sólo 25 ó 30 g. Para evitar la formación de zonas hialinizadas extensas, una fuerza inicial menor aún es favorable pa

ra intrusión de los dientes. Esa fuerza tan suave sólo se logra con dispositivos mecánicos especiales. Por contraste, la fuerza aplicada en el arco externo y en el tratamiento con anclaje occipital es por lo común bastante intensa. La dirección del movimiento y el medio anatómico son los que determinan la selección dentro de tan amplio nivel de fuerzas suaves e intensas. Aunque dichas variaciones son necesarias para ciertos tipos especiales de movimientos dentarios, es posible, no obstante, indicar algunas reglas para la aplicación de fuerzas en el movimiento de inclinación y desplazamiento o traslación de los dientes.

Estas reglas son de importancia, en especial, durante el estadio inicial del movimiento continuo del diente. El período inicial incluye aproximadamente las primeras 2 ó 3 semanas. A continuación, sigue un segundo período en que la fuerza puede mantenerse o aumentarse. Sustentación ha sido estudiada - en forma objetiva y parecería haber una correlación entre el - dolor y las magnitudes de fuerza desarrolladas durante la masticación. Estudios realizados también revelan que las sensa--ciones discriminatorias obtenidas por los órganos terminales - sensoriales del ligamento, se reducen considerablemente cuando los dientes están sujetos a fuerzas ortodónticas excesivas.

Las fuerzas excesivas son fuerzas que aplastan el ligamento periodontal y que destruyen temporariamente sus procesos fisiológicos. El ligamento periodontal aplastado se hialiniza.



Con frecuencia tienen lugar hemorragias y el espacio periodontal se comienza a llenar de exudados.

Muy a menudo el hueso sobre el lado de la presión se sequestra y debe ser removido por medio de la reabsorción en profundidad antes de que pueda hacerse la reparación.

El cemento y luego la dentina, son reabsorbidos si la fuerza excesiva continúa, o si continúa la excesiva presión, o si se repite muy a menudo por los sucesivos ajustes que crean cada vez altas magnitudes de fuerza.

El nivel deseable de fuerza no debería exceder las proporciones máximas si es que se desea un movimiento dentario rápido y se pretende que la estructura dentaria permanezca intacta. Si tiene lugar cierto daño sobre la raíz del diente, no hay que permitir que éste avance mucho más allá del cemento.

Un niño que está constantemente sufriendo durante el curso de un tratamiento con aparatos, rápidamente se convierte en un niño quejoso y malhumorado en la casa. Esto, escasamente, lleva la imagen del odontólogo como fabricante de aparatos confortables.

El porcentaje de fuerza ejercida por los aparatos utilizados en la actualidad puede medirse en muchos casos. Se demostró en forma experimental que la fuerza óptima requerida para ciertos tipos de movimientos dentarios varía muchísimo. Por ejemplo, para la extrusión de los dientes, es preferible una --

fuerza de sólo 25 ó 30 g. Para evitar la formación de zonas --hialinizadas extensas, una fuerza inicial menor aun es favora--ble para la intrusión de los dientes. Esa fuerza tan suave só--lo se logra con dispositivos mecánicos especiales. Por contras--te, la fuerza aplicada en el arco externo y en el tratamiento --con anclaje occipital, es por lo común bastante intensa. La di--rección del movimiento y el medio anatómico los que determinan la selección dentro de tan amplio nivel de fuerzas suaves e in--tensas. Aunque dichas variaciones son necesarias para ciertos tipos especiales de movimientos dentarios, es posible, no obs--tante, indicar algunas reglas para la aplicación de fuerzas en el movimiento de inclinación y despazamiento o traslación de --los dientes.

Estas reglas son de importancia, en especial durante el es--tadio inicial del movimiento continuo del diente. El período --inicial incluye aproximadamente las primeras 2 ó 3 semanas. A continuación sigue un segundo período en que la fuerza puede --mantenerse o aumentarse. Sustentar la intensidad de la fuerza aplicada durante el período inicial es habitualmente favorable en un movimiento de inclinación.

Esta rápida formación de osteoides es especialmente marca--da durante el segundo período una vez completada la reabsor---ción ósea envolvente sobre el lado de presión. Las numerosas células nuevas del lado de tensión se hacen visibles y a menu--do se disponen en una zona de proliferación en contacto con ca--denas de osteoblastos.

Estas observaciones indican que la formación ósea es resultado de la tensión ejercida sobre las fibras periodontales y -- que aquellos cambios están íntimamente relacionados con la distancia a lo largo de la cual, la fuerza es activa.

La calcificación de las capas de osteoide depositadas en -- primer término sobre la zona de tensión comienzan muy rápido. -- Pero la capa superficial queda sin calcificar y no se verá en -- las radiografías. Este tejido no calcificado, junto con el espacio creado por el movimiento del diente al alejarse de la superficie ósea, aparecerá como una línea negra en la radiografía, un espacio distinto del ensanchamiento de la membrana periodontal que se ve en condiciones patológicas. Resulta una -- reacción normal, que se percibe muy bien después de tipos especiales de desplazamientos dentarios, como la extrusión de los -- dientes o su movimiento en masa (traslación).

## 2.5 DAÑOS A LOS TEJIDOS DE SOPORTE DURANTE EL MOVIMIENTO DENTARIO

Las investigaciones histológicas de las estructuras periodontales en la posibilidad de que el tratamiento ortodóntico -- provoque más daño a la sustancia radicular y a los tejidos de soporte de lo que en general se cree.

La presión del diente sólo raramente resulta en reabsorción directa del hueso en el sitio de presión. Cuando un diente se mueve, ya sea por la aplicación de una fuerza ortodóntica, un estado patológico, o contactos cuspídeos traumáticos - - (o aún durante los estadios eruptivos normales), hay reabsorción ósea en el lado de presión y formación de hueso nuevo en el lado de tensión o tracción. Esto se debe al hecho de que -- los tejidos periodontales reaccionan a la fuerza y compensan -- por proliferación celular activa, produciendo las alteraciones necesarias en la arquitectura del hueso alveolar para acomodar al diente en la nueva posición, neutralizando así la fuerza - - aplicada.

Las fibras gingivales son desplazadas por el movimiento ortodóntico y que permanecen desplazadas y estiradas aun después de un período de retención de 232 días. En el movimiento dentario individual se observa que los dientes contiguos los acompañan en su movimiento, por la influencia de las fibras traseptales. Parece que los dientes girados deberán ser retenidos en su posición un período mayor para permitir la reorganización --

lenta de los tejidos supraalveolares. El no hacer esto, significa la recidiva hacia la malposición original.

Se ha demostrado que algunos de los vasos periodontales -- son comprimidos unos pocos minutos después de la aplicación de fuerzas ortodónticas.

Una fuerza extrema conduce al aplastamiento de la membrana periodontal en medida tal, que comprime los capilares y permite a la raíz ponerse en estrecho contacto con la lámina dura en el lado de presión. En el lado de tracción, las fibras demasiado estiradas de la membrana periodontal llevan a una isquemia de la misma. Como resultado de esto, la lámina dura puede mostrar al principio poco cambio, tanto en el lado de presión como en el de tracción, pero hay una mayor actividad osteoclástica en el hueso esponjoso próximo. Más tarde, la lámina dura muestra también reabsorción osteoclástica. Para entonces, la membrana periodontal y posiblemente la pulpa, puede presentar degeneración hialina y el alveolo es agrandado por desintegración de la lámina dura y del hueso esponjoso, sin la presencia de actividad osteoblástica. El diente, por lo tanto, pierde su soporte y se afloja dentro del alveolo. Hay dolor e hiperemia de las encías.

Otro punto importante en el tratamiento de los pacientes -- adolescentes y adultos, es la consideración del estado periodontal de cada caso individual. Si los tejidos periodontales no se han tratado por raspaje del tártaro subgingival antes y du--

rante el tratamiento ortodóntico, esta omisión puede llevar a lesiones de las estructuras marginales y la consiguiente migración apical de la adherencia epitelial. Como resultado puede surgir reabsorción ósea en la zona de la cresta alveolar durante el tratamiento.

En pacientes con tejidos gingivales saludables, los dientes se mueven con más facilidad y menores riesgos de alteraciones periodontales. Si se produce irritación o ligera inflamación de - los tejidos blandos marginales, estos efectos se deben por lo común a microorganismos, que han logrado el acceso a las lesiones creadas por los aparatos (los traumatismos causados por la colocación de bandas y ligaduras en íntimo contacto con los tejidos blandos marginales de los dientes). El procedimiento más seguro reside entonces en mantener reducida a un mínimo las lesiones -- que se presentan sobre los tejidos blandos por los aparatos ortodónticos. También a este respecto, la higiene bucal es un factor importante en el mantenimiento de un tejido blando saludable durante el tratamiento ortodóntico.

La compresión en las fibras periodontales sobre el lado de la presión no es uniforme cuando un diente es volcado alrededor de un eje central de su raíz. Las fibras cercanas a la cresta, extraalveolares e intraalveolares, se encuentran sometidas a - - fuerzas de compresión y de tensión mucho más grandes que aque--- llas otras que se encuentran cercanas al eje central. Lo mismo es para aquéllas del lado opuesto de la raíz, o sea, más hacia - apical a partir del eje central. Por lo tanto, la cresta alveo-

lar por un lado y el hueso alveolar en el fondo por el otro, - se ponen en contacto directo con las partes de la raíz opues--tas a estas zonas cuando para volcar el diente se utilizan - - fuerzas que exceden la bioelasticidad del ligamento periodon--tal. Podría decirse que la reabsorción en profundidad repre--senta la segunda línea de remodelado óseo, o un mecanismo de - defensa que facilita la remoción de tejido óseo necrótico debido a la sobre compresión.

En las discusiones sobre los daños causados a los tejidos por el movimiento ortodóntico de los dientes, la reabsorción - radicular constituye siempre uno de los problemas centrales.

Las fuerzas aplicadas a un medio biológico producen un -- distinto juego de condiciones que cuando las mismas fuerzas -- son aplicadas a un medio estático. Cuando son aplicadas al movimiento dentario, la elasticidad de las fuerzas, el punto de aplicación, la dirección y la magnitud catalizan una reacción fisiológica en cadena en el órgano periodontal.

La respuesta celular depende también de la intensidad y - la duración de la fuerza aplicada. Si la fuerza es ligera, -- puede actuar como un estimulante traumático leve que inicia la actividad celular y los cambios subsiguientes en el hueso, permitiendo al diente moverse. Por otra parte, una fuerza intensa conducirá a la necrosis de la membrana periodontal, porque los vasos sanguíneos son ocluidos al quedar comprimidos por el diente contra el proceso alveolar y se producen cambios patológicos.

Las envolturas periodontales toman un aspecto distinto -- cuando fuerzas ortodónticas se ejercen sobre los dientes. Si la magnitud de estas fuerzas permite que continúe la actividad celular normal, tanto en el lado de presión como en el lado de tensión, ocurrirá una reabsorción directa en la lámina cribiforme del proceso alveolar inmediatamente opuesto a las zonas en las cuales el ligamento periodontal se encuentra comprimido y una aposición de hueso osteoide comenzará en el lado de la tensión.

El hueso osteoide recientemente formado, presenta su ancho máximo cercano a la cresta por un lado, cerca del centro.

El hueso osteoide también aumenta en ancho en el lado de la tensión, sobre la terminación apical de la raíz a partir -- del centro. Por lo tanto, en un mismo momento durante el movimiento de este diente, cuando la fuerza del volcamiento casi se ha consumido, el precursor proteínico del hueso, el hueso osteoide, se encuentra al mismo tiempo en ambos lados de la -- raíz del diente.

Una fuerza extrema conduce al aplastamiento de la membrana periodontal en medida tal que comprime los capilares y permite a la raíz ponerse en estrecho contacto con la lámina dura en el lado de presión. En el lado de tracción, las fibras de masiado estiradas de la membrana periodontal llevan a una isquemia de la misma.



Como resultado de esto, la lámina dura puede mostrar al principio poco cambio, tanto en el lado de presión como en el de tracción, pero hay una mayor actividad osteoclástica en el hueso esponjoso próximo. Más tarde, la lámina dura muestra también reabsorción osteoclástica. Para entonces, la membrana periodontal y posiblemente la pulpa, puede presentar degeneración hialina y el alveolo es agrandado por desintegración de la lámina dura y del hueso esponjoso, sin la presencia de actividad osteoblástica. El diente, por lo tanto, pierde su soporte y se afloja dentro del alveolo. Hay dolor e hiperemia de las encías. Los cambios hialinos de la membrana periodontal son lentos para revertir y se necesita un período de descanso, de por lo menos seis semanas, para la restauración de los elementos celulares de la membrana periodontal a la normalidad.

El empleo de fuerza extrema puede causar también una inclinación excesiva del diente, moviéndose el fulcro a un punto cercano a la porción coronaria. En esas circunstancias, el diente puede ponerse en contacto con la cresta del proceso alveolar. La falla de la respuesta celular a la presión excesiva demora el movimiento dentario y el diente sencillamente se mueve más. Aunque cuesta mucho provocar cualquier actividad celular en la membrana periodontal de los dientes a mover, una fuerza excesiva bien puede probar ser ideal para el número mayor de diente de anclaje.

Como resultado de esto, la lámina dura puede mostrar al principio poco cambio, tanto en el lado de presión como en el de tracción, pero hay una mayor actividad osteoclástica en el hueso esponjoso próximo. Más tarde, la lámina dura muestra también reabsorción osteoclástica. Para entonces, la membrana periodontal y posiblemente la pulpa, puede presentar degeneración hialina y el alveolo es agrandado por desintegración de la lámina dura y del hueso esponjoso, sin la presencia de actividad osteoblástica. El diente, por lo tanto, pierde su soporte y se afloja dentro del alveolo. Hay dolor e hiperemia de las encías. Los cambios hialinos de la membrana periodontal son lentos para revertir y se necesita un período de descanso, de por lo menos seis semanas, para la restauración de los elementos celulares de la membrana periodontal a la normalidad.

El empleo de fuerza extrema puede causar también una inclinación excesiva del diente, moviéndose el fulcro a un punto cercano a la porción coronaria. En esas circunstancias, el diente puede ponerse en contacto con la cresta del proceso alveolar. La falla de la respuesta celular a la presión excesiva demora el movimiento dentario y el diente sencillamente se mueve más. Aunque cuesta mucho provocar cualquier actividad celular en la membrana periodontal de los dientes a mover, una fuerza excesiva bien puede probar ser ideal para el número mayor de diente de anclaje.

Por consiguiente, existe un peligro muy real de que los dientes de anclaje se muevan, mientras que los que se intenta mover permanecen estacionarios.

La comparación entre los estudios radiográficos e histológicos revela que en la superficie de las raíces quedan espacios lacunares menores de reabsorción sin ser detectados por la radiografía.

Los espacios lacunares resultantes de dicho proceso no se perciben en la radiografía. En este tipo fisiológico de reabsorción radicular, los espacios lacunares pronto se rellenan y se separan con tejido cementoide. La causa de este tipo de reabsorción radicular es en esencia la compresión de la membrana periodontal que resulta de un aumento en la carga oclusal. Los dentinoclastos que se reabsorben en estos espacios lacunares pronto desaparecen y los cementoblastos reanuncian la formación de tejido cementoide.

Se sabe que el cemento es un tejido bastante independiente y a diferencia del hueso, no comprometido en procesos metabólicos como la homeostasia del calcio. Pero hay también ciertos cambios que se parecen a los que ocurren en el hueso. Como el osteoide, el cementoide tiende a disminuir en espesor del lado de la compresión. Si la presión continúa durante un lapso prolongado comenzará la reabsorción radicular aunque la raíz estuviera inicialmente protegida por tejido no calcificado.

Se ven tres tipos de reabsorción radicular en pacientes - ortodónticos:

1. Microreabsorción, que es local, superficial, confinada al cemento y que rutinariamente se repara.
2. Reabsorción progresiva, que afecta cantidades crecientes - del extremo apical de la raíz.
3. Reabsorción idiopática, en que la reabsorción radicular no está relacionada con las fuerzas ortodónticas.

Algunos de los factores que influyen en la reabsorción -- son:

1. Magnitud de la fuerza
2. Duración de la aplicación de la fuerza
3. Dirección del movimiento
4. Edad del paciente

La reabsorción radicular se ve más cuando fuerzas inten-- sas están activas por un período demasiado prolongado sobre -- dientes de raíces pequeñas. La traslación, el torque y la in trusión, son los movimientos que con más probabilidad causarán reabsorción radicular.

## BIOINGENIERIA

### 3.1 APLICACION DE LA BIOINGENIERIA A LA ORTODONCIA CLINICA

La física, la Ingeniería y las Matemáticas son disciplinas aplicables de modo semejante y con gran provecho al campo de la Ortodoncia Clínica.

El papel de la mecánica teórica tiene sus posibilidades - potenciales en tres áreas:

1. El conocimiento básico de la ingeniería y la física indicarán el camino hacia un mejor diseño de los aparatos de ortodoncia.

La mecánica teórica nos ayudará en el diseño de un nuevo aparato, transfiriendo el conocimiento obtenido de alguno de los aparatos anteriores.

Si un principio existente sobre la aparatología funciona bien para determinado tipo de movimiento dentario, es posible emplear el sistema de fuerzas desarrollado por este aparato como base para diseñar un aparato nuevo.

2. La segunda área de aplicación es el estudio de la biofísica del movimiento dentario. Si podemos cuantificar los sistemas de fuerzas aplicables a los dientes, vamos a estar en mejor posición para comprender las respuestas clínicas e histológicas que aparecen.

Primero debemos definir perfectamente el sistema de fuer--  
zas que actúa sobre el diente. La mecánica teórica puede  
emplearse para formular conceptos útiles sobre la distribu--  
ción de las tensiones en la membrana periodontal en lo re--  
ferido a su relación con la reabsorción y aposición de hue--  
so.

4. Por último, el conocimiento de la física permitirá al or--  
todoncista obtener mejores resultados con su tratamiento.

Cada vez que el odontólogo hace un ajuste en un arco o en  
cualquier otro dispositivo ortodóntico establece cierta re--  
lación entre el aparato y la biología del movimiento denta--  
rio.

Una de las ciencias básicas universalmente aplicadas por  
los ortodontistas, pero no identificada específicamente como --  
un cuerpo definido de conocimiento científico, es la mecánica  
analítica. Esta materia explica las fuerzas y los sistemas de  
fuerzas.

La necesidad para el ortodontista de diseñar sistemas com--  
plejos de fuerzas surge principalmente del hecho de que los --  
aparatos están conectados únicamente con las áreas coronarias  
de los dientes. Una segunda razón para el diseño de sistemas  
complejos de fuerza surge del principio mecánico, de que para  
cada acción hay una reacción igual y contraria. Esta reacción  
debe ser bien entendida y se le debe tener en cuenta al pla---

near los tratamientos. Conjuntamente con estos factores mecánicos hay también factores biológicos, menos evidentes, pero importantes, todos los cuales hacen que la mecánica analítica sea una ciencia básica para el ortodoncista.

Desde el punto de vista mecánico, las fuerzas simples, -- los momentos o las cuplas deberían aplicarse directamente sobre la raíz del diente a mover. De esta manera lograremos -- nuestro objetivo de la manera más simple y más directa, pero -- anatómicamente es imposible. Los dispositivos pueden ser ubicados solamente en la corona de un diente. Esta restricción -- significa que un diente no puede ser convenientemente empujado, o atraído, de una posición a otra, porque siempre se inclina-- ría, o giraría, o haría ambos movimientos, si una fuerza sim-- ple fuera aplicada sobre un lado de la corona.

Debemos entonces aplicar sistemas de fuerzas más elaborados sobre el área restringida de la corona para obtener lo que puede parecer simples tipos de movimientos.

Con el uso de fuerzas biomecánicas cuidadosamente controladas, generadas por aparatos fijos y removibles, el odontólogo puede volcar o mover paralelamente los dientes hacia posi-- ciones más convenientes en los arcos dentarios.

La época del empirismo en el diseño ortodóntico debe ce-- der el paso a una nueva disciplina de desarrollo ordenado de -- aparatologías utilizando conceptos de las ciencias físicas.

Muchos de los efectos colaterales indeseables que ocurren en el curso de un tratamiento de ortodoncia, pueden atribuirse directamente a la falta de comprensión de la física involucrada en determinado ajuste. Hay muchas variables en el tratamiento de ortodoncia imposibles de controlar por completo, con inclusión del crecimiento y las respuestas histológicas a nuestros aparatos. No obstante, hay una variable que el ortodoncista está en condiciones de controlar, es decir, la fuerza que ejerce sobre un diente. En cierto sentido, es casi nuestro deber comprender la física de estas fuerzas, en forma de poder controlar mejor la única variable sobre la que estamos en condiciones de influir de manera importante.

Es importante adoptar una convención universal de signos para las fuerzas y los momentos que sea aplicable la odontología y a la ortodoncia.

Las fuerzas anteriores son positivas (+), las fuerzas posteriores son negativas (-), las fuerzas laterales son positivas (+) y las fuerzas mediales son negativas (-). Las fuerzas que actúan hacia mesial son positivas, en dirección distal, negativas. Las fuerzas hacia vestibular son positivas y las fuerzas hacia lingual negativas.

Los momentos (cuplas) que tienden a causar movimientos coronarios hacia mesial o vestibular son positivos y los que tienden a causar movimientos coronarios hacia distal o lingual son negativos.



La misma convención se usa para grupos de dientes (un segmento o todo un arco) y para establecer signos de efectos ortopédicos sobre los maxilares.

### 3.2 DISEÑO DE APARATOS PARA MOVIMIENTOS DENTARIOS

Todos los aparatos ortodónticos deben diseñarse junto al sillón, con los modelos de estudio y el paciente presente. Sólo en esta forma es posible asegurarse que el aparato no va a interferir con la oclusión normal, la función o los cambios de crecimiento, como la erupción dentaria y que no se estimularán movimientos indeseables. Debe recordarse que la boca y los arcos dentarios, a los que el aparato va a ser adaptado, sufrirán cambios de desarrollo mientras el aparato está en uso. -- Esos cambios deben anticiparse cuando se diseña el aparato. -- También hay que tener cuidado de evitar cualquier obstrucción al movimiento que se intenta (por ejemplo una traba intercuspídea puede impedir a menudo el movimiento dentario). Hay que -- observar cuidadosamente para que las fuerzas normales del crecimiento no interfieran con el aparato o se desvíen a canales anormales por causa del aparato (por ejemplo, el alineamiento de los incisivos puede ser impedido por un aparato que mantiene lo quede otra manera sería una imbricación temporaria de estos dientes). Los dientes en erupción pueden desplazar el aparato. Donde todos los premolares y molares están cubiertos -- hasta la mitad, excepto los segundos molares en erupción, a -- los que se permite sobre-erupcionar, puede resultar una mordida abierta. Los detalles del diseño deben anotarse en este momento, lo que elimina cualquier posibilidad de errores debido a los límites de la memoria humana. Con este propósito puede

usarse una fórmula estandar de abrevitaturas. Si un técnico va a construir el aparato, no sólo hay que darle las directivas para el diseño, sino también el propósito del aparato. Al decidir el tipo de aparato hay que tener en mente las circunstancias del paciente. Factores como el grado de cooperación y frecuencia de las visitas pueden afectar esta decisión.

El diseño de elementos pasivos es un importante aspecto de la técnica de fuerzas diferenciales debido a que los sistemas de fuerzas derivados de resortes de acción ligera, constante y continua tienen que ser controlados en todos los momentos para desarrollar el máximo de su potencial. Los componentes pasivos del aparato controlan a estos sistemas de fuerzas. Los componentes pasivos son las bandas con sus brackets y distintos arreglos y tipos de casquetes. Los componentes pasivos actúan como elementos de fijación para los componentes activos o elásticos, los cuales están constituidos por los arcos de alambre y las gomas o bandas elásticas.

La mayoría de los aparatos ortodónticos derivan sus fuerzas del doblado de resortes de alambre o de las propiedades torsionales del alambre.

El punto de partida para el diseño de cualquier aparato de ortodoncia se basa en ciertas suposiciones sobre la naturaleza de un sistema de fuerzas óptimas que mueve a los dientes. Se cree que un sistema de fuerzas así, es el que controla precisamente el centro de rotación de un diente durante su movi-

miento, brinda óptimos niveles de tensión en la membrana periodontal y mantiene un nivel de tensión casi constante, al tiempo que el diente se mueve de una posición a la siguiente. En la selección de un aparato para tratar una maloclusión, exceptuando en un niño, uno debe recordar que el aparato no trata al niño, sino que es el odontólogo a través del aparato quien lo hace. Se demuestra irresponsabilidad por parte del odontólogo al relegar a un laboratorio de ortodoncia la tarea de - - diagnosticar los casos y diseñar los aparatos que aportarán - las fuerzas para el movimiento dentario.

En la práctica, se cuida mantener control del anclaje, de manera que las condiciones para el movimiento de los dientes - sean óptimos en los elementos activos del aparato y satisfactorias para el anclaje en los elementos de resistencia.

Las precauciones de rutina incluyen:

- a) Asegurar anclaje tan lejos como sea posible de los dientes mismos, por ejemplo, mucosa, músculos, cráneo, etc.
- b) Elegir números mayores de dientes en las partes de resistencia del aparato.
- c) Variar la cantidad, dirección y manera de aplicación de la fuerza entre elementos activos y de resistencia.

La adhesión a los principios de control del anclaje es un factor esencial en la ortodoncia exitosa.

Para el diseño de aparatos removibles, es necesario tener un juego de modelos dentales, superior e inferior, bien recortados y articulados. Con un lápiz blando se señalan los ganchos, las áreas de retención y los aditamentos auxiliares para mover el diente.

En los aparatos removibles de acrílico se usan cuatro tipos de ganchos básicos:

1. El apoyo oclusal: Es un alambre que se apoya sobre la cara oclusal de un molar inferior en la muesca lingual. Es un dispositivo de apoyo destinado a impedir que la porción distal del aparato se incline hacia el suelo de la boca.
2. El gancho en circunferencia: Es en esencia un gancho de alambre redondo, similar a los que se usan en las dentaduras parciales. Se ha doblado siguiendo los contornos del diente, aprovechando los socavados mesiobucales o distobucales.
3. Gancho de bola: Si el socavado es escaso o no existe, suele dar buen resultado un sencillo gancho de bola. Consiste en un trozo de alambre ortodóntico con una bola de soldadura pulida en su extremo. Se dobla hacia los espacios interproximales y proporciona una retención bastante buena, especialmente en los molares primarios.
4. Gancho de Adams: Este gancho tiene dos ángulos doblados que penetran en mesial y distal aprovechando los espacios

interdentarios y quedando por debajo del ecuador coronario. Se fabrica doblando un trozo de alambre de acero de 0.026. Aunque este gancho es uno de los más difíciles de hacer, proporciona la mejor retención y más resistencia a la deformación y a la rotura que todos los ganchos descritos.

La porción en acrílico de los aparatos removibles se puede hacer cómodamente con resinas comerciales de autopolimerización. No ha de contener poros y es preferible procesarlo en un recipiente a 30 libras de presión durante media hora.

La placa ha de ser relativamente delgada (de 2 a 3 mm) de espesor, especialmente en la zona lingual de los incisivos maxilares donde un grosor excesivo dificultaría la palabra.

Al considerar el diseño de los resortes auxiliares, hay que comentar algunos principios básicos de mecánica. Estos principios son válidos tanto en los aparatos fijos como en los removibles.

A medida que aumenta el diámetro de un alambre, su rigidez o resistencia a la flexión aumenta más rápidamente que su tenacidad. Desde el punto de vista de el diseño de aparatos, esto significa sencillamente que el alambre ligero de pequeño diámetro resulta muy útil en el tratamiento ortodóntico.

A medida que aumenta la longitud del trozo de alambre desprovisto de apoyo, su elasticidad aumenta más rápidamente de lo que disminuye su resistencia. Significa esto que si al di-

señar un aparato ortodóntico se requiere un alambre más grueso por su mayor resistencia, cabe obtener la elasticidad deseada aumentando la longitud efectiva del trozo que actúa como resorte. El problema de colocar un alambre largo en un aparato relativamente pequeño se puede resolver, o bien curvando el alambre, o bien doblándolo en asa circular (hélice). Cuando se hace un asa helicoidal, es prudente dar un diámetro relativamente grande al círculo de alambre, pues así se somete a menos tensión el trozo de alambre doblado y se disminuyen las probabilidades de rotura.

Si el alambre se apoya por ambos extremos, en vez de por uno solo, aumentan enormemente su resistencia y su rigidez. - Esto significa que en muchos casos será conveniente apoyar los resortes por un solo extremo con el fin de conseguir una elasticidad adecuada. Significa asimismo, que cuando hay que utilizar un trozo de alambre largo, como en un arco que abarque todo el segmento de los incisivos, se logran una resistencia y una estabilidad adecuadas apoyándolo en ambos extremos.

Los aparatos en los que se usan bandas, en realidad son más semifijos que fijos, puesto que el aparato en sí es removible y solamente las bandas en las cuales se fijan están cementadas a los dientes. Las bandas se fabrican en metal precioso o en acero inoxidable. Actualmente goza de mayor popularidad el acero inoxidable por su menor costo y su versatilidad. Las bandas de acero soportan aditamentos soldados eléctricamente o con soldadura a la llama.

No obstante, el dentista general interesado en ortodoncia, incluso en el caso de que esto sólo implique la conservación - del espacio en pacientes infantiles seleccionados, obtendrá al guna ventaja si dispone de un juego de bandas molares para to do uso en su consultorio.

Muchos dentistas descubrirán que pueden fabricar bandas - para otros dientes, ajustando material para bandas recto o con torneado según las necesidades.

Después de ajustar una banda satisfactoria, se sueldan en ella los braquets o los tubos para fijar los aditamentos desea dos. En la ortodoncia que practica el dentista general, el -- criterio principal ha de ser la sencillez y la versatilidad de los dispositivos. Los siguientes son adecuados para casi to-- dos los objetivos; tubos vestibulares rectangulares, cierres - para arcos linguales, braquets de arco de canto gemelos, gan-- chos que se pueden soldar y botones linguales del mismo tipo.

Un aparato de ortodoncia puede considerarse como miembros activos y reactivos. El miembro activo del aparato es la par te relacionada con el movimiento del diente; el miembro reacti vo funciona con fines de anclaje, tomando aquellos dientes que no van a desplazarse. En ciertos casos, un miembro puede fun cion



cionar como activo o reactivo al mismo tiempo. Esto se observa con claridad cuando se usa anclaje recíproco.

En nivel subclínico se ha dicho que los objetivos son:

1. Controlar el centro de rotación del diente.
2. Mantener niveles de tensión deseables en la membrana periodontal.
3. Mantener un nivel de tensión casi constante.

Al pasar del nivel subclínico al clínico en la observación, se centra el interés en las fuerzas y los momentos producidos por el aparato de ortodoncia. Específicamente el interés es por tres importantes características que involucran a los miembros activos y reactivos. Ellas son:

1. La relación momento/fuerza.
2. La relación carga/deflexión.
3. La fuerza máxima o momento máximo de cualquier componente del aparato.

Para inducir distintos tipos de movimientos dentarios, es necesario modificar la relación entre el momento y la fuerza que se aplica sobre la corona de un diente. Cuando se modifica la relación momento/fuerza, también se cambiará el centro de rotación. El movimiento de inclinación de la corona, la traslación y el movimiento radicular son ejemplos de distintos tipos de movimientos dentarios factibles de inducir con la relación momento/fuerza correcta.

La segunda característica de un aparato de ortodoncia, la relación carga/deflexión o torque-torsión, se relaciona con la provisión de una fuerza casi constante. La relación carga/deflexión da la fuerza producida por unidad de activación. Se advierte muy bien que al mismo tiempo que disminuye la relación carga/deflexión, el cambio en el valor de la fuerza disminuye también pero el diente se mueve bajo una fuerza continua.

La última característica a evaluar un aparato de ortodoncia es la carga elástica máxima o momento elástico máximo.

La carga elástica máxima o momento elástico máximo es la mayor fuerza o momento aplicable a un miembro sin causar deformación permanente. Los miembros activos y reactivos deben estar diseñados de tal modo que no se deformen si se los activa para alcanzar niveles de fuerza óptimos.

Al diseñar un aparato, es buena idea abarcar más de las necesidades de fuerzas requeridas y crear un factor de seguridad. La deformación permanente o la ruptura no ocurrirá así por una sobrecarga accidental, lo que sucedería por una activación anormal del aparato o por fuerzas anormales durante la masticación.

### 3.3 METODOS PARA PRODUCIR FUERZA

La mayoría de los aparatos ortodónticos derivan sus fuerzas del doblado de resortes de alambre o de las propiedades -- torsionales del alambre. Los elásticos son otra fuente rutinaria de fuerzas ortodónticas. Las fuerzas de tornillo se usan con mucha menor frecuencia porque son difíciles de controlar -- en el margen de fuerza más bajo. Las fuerzas ortodónticas pueden aplicarse al diente directamente o por medio de brackets o attachments.

El movimiento dentario puede ser estimulado por medio de presión mecánica. La velocidad del movimiento, sin embargo, -- no es proporcional al grado de fuerza empleado. La fuerza excesiva produce cambios patológicos en el cemento, hueso y membrana periodontal. Puede ser una causa contribuyente de enfermedad periodontal más tarde en la vida. La fuerza empleada -- puede ser intermitente o continua.

La mayoría de los tornillos manufacturados son básicamente de diseño similar. Un tornillo típico consiste en un cuerpo oblongo dividido simétricamente en dos partes. Cada mitad está perforada centralmente para recibir un extremo de un tornillo de extremo doble. Transversalmente, hay agujeros que -- atraviesan el patrón central del tornillo para insertar una -- llave. Hay 4 de esos agujeros, de manera que el tornillo es -- girado un cuarto de vuelta en cada ajuste, dando 0.18 mm (0.007

pulgadas) de movimiento lineal. Un extremo del tornillo tiene un filete a la izquierda; de modo que la vuelta del tornillo lo retira de ambos lados simultáneamente. Cerca del costado de cada mitad hay un alfiler orientador, paralelo al tornillo central, que es recibido en un agujero fresado en la mitad opuesta. La superficie del cuerpo está cerrada adecuadamente para fijarse en el material plástico de la base.

La fuerza continua es generada por medio de resortes o bandas elásticas. Para no dañar la membrana periodontal, la fuerza debe limitarse a la de la presión sanguínea capilar, esto es 20-26 gramos por  $\text{cm}^2$  (20-32 mm de mercurio); lo que equivale más o menos de media a una onza por diente (15 a 30 gramos). La fuerza ejercida puede medirse con la ayuda de un pequeño calibre de tensión a resorte, el cual se puede hacer en el laboratorio y calibrarlo colgando varios pesos de él. La fuerza ejercida por una banda elástica puede medirse suspendiendo varios pesos para calcular una longitud determinada.

Usando un determinado calibre de alambre, cuanto más largo un resorte más suave su acción y mayor la extensión sobre la que actúa. Como se ha explicado, la suavidad es de máxima importancia cuando se mueven dientes. Como también lo es que los resortes mantengan la misma dirección de fuerza durante el movimiento dentario.

Cuando se usan alambres redondos en brackets, corrientemente hay control en sólo dos direcciones.

Los attachments rígidos, por ejemplo, con un alambre rectangular y una ranura rectangular, permiten control del diente en las tres direcciones.

Para conseguir estos movimientos se hacen modificaciones, denominadas ajustes en la forma de los arcos de alambres. Estos pueden ser dobleces de compensación localizados en el plano vertical u horizontal del alambre para lograr movimientos dentarios individuales, o consistir en cambios de forma generalizados, como por ejemplo, el aplanamiento de la curva del sector anterior del alambre para la corrección de dientes anteriores.

Si un miembro activo debe procurar fuerzas continuas para el movimiento de un diente, debe tener la capacidad de absorber y liberar energía. La absorción de energía de un miembro flexible ocurre por las deformaciones elásticas que aparecen durante la aplicación de una fuerza o carga. Las deformaciones elásticas son cambios en la forma o la configuración, reversible cuando se retira la carga.

El miembro típico de un aparato de ortodoncia no está en general cargado de una manera simple. La tracción, la compresión, la torsión y la flexión se hallan por lo común, combinadas en un tipo más complicado de patrón de carga denominado -- carga compleja.

Las cargas axiales que causan compresión o tracción no son útiles para el diseño del resorte, porque la relación carga/deflexión es alta.

Al considerar sólo las propiedades mecánicas de un alambre, las cargas elásticas máximas varía directa y linealmente con el límite elástico.

Los datos que brindan los fabricantes incluyen por lo general el punto de deformación permanente o la resistencia traccional.

Los alambres que son trabajados en frío tienen alto temple y por tanto, alto límite elástico.

Una aparatología multibanda como la que se usa en la mecánica del arco de canto produce un sistema de fuerzas y momentos muy complicados.

### 3.4 SELECCION Y CONTROL DE LAS FUERZAS ORTODONTICAS

El enfoque mecánico del tratamiento ortodóntico emplea el hecho conocido de que un diente se puede mover en la dirección que se desee por medio de fuerzas inducidas en el alambre sobre un bracket. Para controlar esta fuerza en forma efectiva, es preciso considerar cómo se le transmitirá al diente. Cuando se discute el control de la fuerza, hace falta definir en forma explícita cómo habrá de controlarse esta fuerza.

El control de la fuerza implica el grado, la distribución, la dirección y la duración de la fuerza. El grado se refiere a la intensidad o magnitud de la fuerza; la distribución a la manera en que la fuerza se trasmite a la raíz o al proceso alveolar (es decir, como una inclinación o un empuje en paralelo); la dirección al plano en que el diente se habrá de mover y la duración al nivel de la actividad de la fuerza.

Cuando el alambre de ortodoncia se conforma para hacer un resorte simple y las fuerzas en ese resorte se miden en diferentes deflecciones, se hallará que las fuerzas aumentan proporcionalmente a la distancia de la deflección. Esta es la ley de Hooke, que dice que la deflección es proporcional a la carga. Así, en el resorte ortodóntico en todo el margen de su activación normal, la fuerza aplicada dividida por la deflexión produce una constante conocida como la velocidad de deflexión de carga. Los resortes ortodónticos que tienen una ve

locidad de deflección de carga baja ejercen fuerzas más constantes, ya que hay menos cambio en la fuerza con cada cambio de unidad en activación. Este principio sustenta la teoría de los aparatos de alambre ligero.



### 3.5 MAGNITUD DE LA FUERZA

Se puede considerar el diente como un cuerpo en reposo. Este se encuentra en estado de equilibrio en un medio complejo de fluido y fibras de suspensión.

En realidad, ese equilibrio es una serie de fuerzas y contrafuerzas balanceadas. Se aplican fuerzas al diente para incitar la respuesta celular que permitirá el movimiento dentario. Tales fuerzas han de ser bastante intensas como para alterar el equilibrio fisiológico y ser aplicadas durante un tiempo suficiente para estimular los cambios celulares. Como dijimos antes, fuerzas relativamente ligeras o pesadas producen diferentes reacciones de la membrana periodontal, hueso alveolar y cemento.

En un estudio del efecto de la magnitud de las fuerzas sobre el movimiento dentario, realizado en un canino, cuya retrusión se efectúa por medio de fuerzas de resorte ligeras y pesadas. Se utilizaron como resistencia el molar y los premolares. Se aplicaron fuerzas pesadas de 400 a 600 g (13 a 20 onzas) y fuerzas leves de 175 a 300 g (6 a 10 onzas).

Bajo la aplicación de fuerzas pesadas, no se producía el movimiento del canino y se desplazaban hacia adelante las unidades de anclaje hasta la disminución de la fuerza de 200 a 300 g (7 a 10 onzas). Entonces cesaba el movimiento de las unidades de anclaje y los caninos se distalaban rápidamente. Esto con--

firma el concepto de que la fuerza excesiva, al aplastar la membrana periodontal, causa necrosis, lleva las raíces a un contacto con el hueso, e inhibe el movimiento hasta que sobreviene la reabsorción socavante en la proximidad de los espacios medulares. Es importante recalcar que, al aplicar dichas fuerzas excesivas, los caninos se convierten en unidades de anclaje. Se desplazan el molar y los premolares, que en realidad son las unidades de anclaje. Esto se debe a que las fuerzas intensas, distribuidas sobre mayor cantidad de superficie radicular, reduce su intensidad por centímetro cuadrado y alcanza los límites fisiológicos.

Sin embargo, al aplicar fuerzas relativamente leves, 175 a 300 g (6 a 10 onzas), los caninos se mueven rápidamente hasta la disminución de la fuerza de 135 a 180 g (4 a 6 onzas). Después, el movimiento se detiene o continúa muy lentamente. En estas circunstancias, la unidad de anclaje molar-premolar permanece estable. Las fuerzas más leves permiten la actividad osteoclástica normal y no da lugar a zonas necróticas resistentes a la reabsorción. Dicho tipo de movimiento se halla cerca del fisiológico y es el más adecuado para la realización de pequeños movimientos.

La ausencia de movimiento con fuerzas por debajo de los 150 g (5 onzas) demuestra la capacidad del periodonto de soportar dichas presiones sin que se manifieste movimiento dentario. Esto se tendrá especialmente en cuenta al planear el anclaje para movimientos controlados.

Un factor a considerar es la magnitud de las fuerzas. La documentación nos indica que tratándose de la misma longitud - en el tiempo de tratamiento, e incluso, sin tener en cuenta la distancia a través de la cual el diente debe ser desplazado, - la magnitud de la fuerza es probablemente el más importante -- factor incidente sobre la reabsorción radicular.

Se ha dicho que la magnitud de la fuerza, la fricción y - la rigidez de los aparatos son importantes en el estudio completo del tema de la reabsorción radicular que tiene lugar durante el tratamiento ortodóntico. No es posible seleccionar - alguno de estos factores como la causa inequívoca de la absorción radicular.

La reabsorción radicular aparecerá más probablemente en - donde las uniones son rígidas y en donde los dientes están firmemente ligados entre las uniones y un alambre, que en donde - el diente está permitido de tener cierta libertad funcional -- gracias a una mayor tolerancia entre el alambre y el bracket.

La magnitud de la fuerza determina en alguna medida la duración de la hialinización.

Cuando se aplican fuerzas excesivamente intensas, resultará un período de hialinización inicial más prolongado, al igual que la formación de zonas hialinizadas secundarias. La interrupción de las fuerzas pesadas moderarán la velocidad de la hialinización. La cantidad de fuerza óptima varía con el tipo

de movimiento dentario; por ejemplo, si se va a evitar la hialinización durante la intrusión de dientes, deben usarse las fuerzas más ligeras. Un poco más de fuerza (25-30 Gm) es útil para la extrusión, se ha demostrado que 50-75 Gm de fuerza es satisfactorio para la traslación de dientes. Como se ha señalado al tratar la manera de aplicación de la fuerza, hay dos aspectos a considerar: La cantidad que actúa en el momento -- que comienzan los movimientos y la cantidad que actúa a medida que los dientes responden.

La mayoría de los odontólogos con una pequeña experiencia en el tratamiento de casos de ortodoncia interceptiva en sus prácticas expresan sorpresa ante la leve cantidad de fuerza -- que se necesita para producir el movimiento de los dientes a través del hueso.

En la mayoría de los casos, la cantidad de fuerza debe exceder la presión capilar del tejido en el ligamento periodontal, la cual es de casi 26 grs, ya que una onza de fuerza es -- aproximadamente 30 grs, se ve claramente que la mayoría de los aparatos existentes para el odontólogo general o para el odontopediatra, pueden generar fácilmente esta pequeña fuerza. -- Los aparatos pueden ajustarse con facilidad para ejercer de 60 a 180 grs. de fuerza durante el curso habitual de tratamiento.

Las fuerzas más pesadas, de arriba de 480 grs, son usadas ocasionalmente en los aparatos de anclaje cervical u occipital, pero éstas con casi siempre consideradas fuerzas ortopédicas - dentofaciales, más que fuerzas ortodónticas.

Se ha debatido mucho en ortodoncia la relación de la magnitud de la fuerza y el ritmo del movimiento dentario.

Una de las variables a considerar al evaluar la magnitud de la fuerza y el ritmo del movimiento es el tipo de movimiento dentario (centro de rotación). Es posible, con la aplicación de fuerzas idénticas sobre la corona de un diente, crear distintos centros de rotación alterando la cupla que se aplica. Aunque la fuerza permanece constante, como se cambia el momento, la distribución de la tensión se modifica en la membrana periodontal.

En la traslación pura o en el movimiento dentario en masa, se halla una distribución de tensiones casi uniformes en la membrana periodontal (en realidad, las variaciones en el espesor de la membrana periodontal alteran la distribución de tensiones).

Después de la inserción de un aparato de ortodoncia activo, el paciente puede desarrollar síntomas de dolor o molestia.

### 3.6 RITMO DEL MOVIMIENTO DENTARIO

El ritmo de movimiento dentario se define como el desplazamiento de un diente por unidad de tiempo y en general se mide en milímetros por hora, día o semana. Como los incrementos de tiempo se hacen más breves, es posible entender mejor la dinámica del movimiento dentario y por tanto, deben preferirse registros diarios en lugar de semanales o mensuales. Se pueden establecer ritmos diarios promedio, al dividir el desplazamiento absoluto por el número de días entre las mediciones - cuando éstas se hacen con intervalos menos frecuentes que el diario. La tendencia de dichos métodos es emparejar las curvas de ritmos y eliminar muchas de las fluctuaciones factibles de observar a diario. A los fines prácticos no es posible medir incrementos diarios de movimientos, hecho común en muchos estudios clínicos y se deben emplear ritmos promedio de movimiento dentario. Siempre que se utilizan estos ritmos promedio, es necesario recordar sus limitaciones.

Pueden estudiarse dos relaciones posibles fuerza ritmo. - Un enfoque relaciona la magnitud de la fuerza y el desplazamiento dentario. La segunda posibilidad, quizá más lógica, trata de relacionar los fenómenos de tensión-deformación (fuerza por unidad de superficie y desplazamiento por unidad de longitud) en la membrana periodontal con el desplazamiento dentario. Hasta que se implementen mejores métodos experimentales, el último está limitado por el hecho que los valores de -

tensión-deformación deben calcularse a partir de los modelos matemáticos en lugar de obtenerlos por la experimentación in vivo.

El investigador se impresiona durante el estudio de los ritmos de movimientos dentarios por la amplia variación de respuestas a sistemas de fuerzas casi iguales. Esto no es sorprendente, ya que la fuerza aplicada sobre un diente no es más que una de las muchas variables que determinan su desplazamiento.

Si se aplicara una fuerza constante sobre un diente se podría esperar que éste se moviera a un ritmo constante a causa del proceso alveolar. Las mediciones clínicas, no obstante, indican falta de constancia en el ritmo, no sólo durante las fases inicial y de demora sino también durante el ulterior movimiento de un diente.

El punto crítico en el tratamiento ortodóntico es la relación entre la magnitud de la fuerza y el ritmo de movimiento dentario. La relación más cierta y destacada es la lineal, donde la mayor fuerza implica movimiento dentario. Llamativa como pueda ser la simplicidad de esta suposición, no concuerda con los hechos cuando se observan histológica y clínicamente durante todas las fases del movimiento dentario.

Durante la primera parte del estadio inicial cuando se mueve a un diente por el espacio periodontal, puede presentarse una situación en que se aproxime a la relación lineal. Cuando los niveles de tensión en la membrana periodontal continúan au

mentando, se espera ver un incremento en el ritmo de movimiento dentario. Es por esto que una fuerza suave tomaría días para mover un diente a través del ancho de la membrana periodontal, pero una fuerza intensa, como por ejemplo un separador dental, logrará el mismo resultado instantáneamente. No hay gran diferencia en la respuesta entre las fuerzas suaves e intensas, si el desplazamiento absoluto se mide al cabo de 2 ó 3 días, o si se calcula el ritmo promedio para un lapso semejante.

Durante el segundo estadio del movimiento dentario, pueden observarse dos procesos en la zona de presión. Es factible que ocurra reabsorción directa sobre la superficie ósea que enfrenta a la raíz o a la reabsorción indirecta (envolvente) comenzando en los espacios medulares y trabajando hacia el diente.



## CAMBIOS DURANTE EL TRATAMIENTO

### 4.1 CAMBIOS CEFALOMETRICOS

Ciertas relaciones angulares establecidas por radiografías asumen mayor o menor importancia, según la capacidad del clínico para modificarlas con los aparatos.

Tienen un interés fundamental en odontología las técnicas radiográficas relacionadas con la observación de modificaciones estructurales en toda la cabeza.

El conocimiento de los patrones de crecimiento de la cabeza y cara debe tener un interés académico para el dentista general y para otros especialistas odontológicos. Aparte de su interés puramente académico, el conocimiento de los patrones de crecimiento ayudará a comprender las anomalías del desarrollo y ciertos tipos de modificaciones patológicas.

La complejidad del cráneo en un sentido filogenético, ontogenético y funcional, es especialmente aparente si se trata de comprender su crecimiento. Esta es la razón de que se haya tardado tanto tiempo en adquirir una idea bastante clara de los intrincados cambios que tienen lugar en las diversas porciones -- del cráneo durante su desarrollo y crecimiento. El simple hecho de que la cápsula ósea del cerebro está inseparablemente -- unida al esqueleto facial masticatorio, de manera que estas dos partes del cráneo se hallan integradas en una sola unidad anató

mica y biológica, explica muchas complicaciones. Estas surgen porque el crecimiento de la cápsula del cerebro depende enteramente del mismo cerebro, mientras que el esqueleto masticatorio depende en gran parte de influencias musculares, de la dentición y del crecimiento de la lengua. Estas dos partes del cráneo no solamente siguen vías diferentes de desarrollo, sino que los cambios en el tiempo de sus velocidades de crecimiento también son completamente divergentes.

#### 4.1.1 VALORES NORMALES CEFALOMETRICOS

La cefalometría es una ciencia que fracciona el complejo -  
dentocráneofacial con el propósito de examinar en qué forma las  
partes se relacionan una con otra y cómo sus incrementos indivi-  
duales de crecimiento afectan al total. En estas mediciones se  
utilizan números.

Si el uso clínico de la cefalometría es el de lograr su es-  
tatura correcta como un instrumento del diagnóstico, sus decla-  
raciones deberán ir más allá de los números obtenidos de la in-  
clinación de los incisivos inferiores respecto al borde infe-  
rior mandibular o al plano horizontal de Frankfort.

El uso clínico efectivo de la cefalometría requiere que los  
siguientes datos sean obtenidos del cefalograma lateral:

1. Direcciones de crecimiento
2. Análisis esquelético
3. Predicción de direcciones de crecimiento esquelético
4. Altura facial y profundidad
5. Crecimiento facial en sentido de las agujas del reloj y en  
sentido contrario al de las agujas del reloj.
6. Análisis de la dentadura (incisivos superiores e inferiores  
respecto al plano facial).
7. Relación de los incisivos inferiores con el plano NB y con  
el pogonio.

8. Relación del incisivo superior con el plano NA (angular y lineal).
9. Relación de los molares inferiores con la sínfisis
10. Angulo interincisal
11. Perfil blando

Parte del material mencionado arriba puede ser encontrado en análisis cefalométricos descritos por Downs, Steiner, Cohen, Bjork y Ashley.

Los análisis cefalométricos han sido diseñados para:

1. El diagnóstico de anormalidades en la forma o crecimiento - cráneo facial.
2. El plan de metas en el tratamiento ortodóntico
3. La predicción del crecimiento cráneo facial
4. La evaluación de los resultados del tratamiento ortodóntico.

Los métodos cefalométricos se utilizan no solamente para el estudio del crecimiento facial, sino también para el diagnóstico ortodóntico, plan de tratamiento y evaluación de los resultados terapéuticos.

Algunos análisis cefalométricos son diseñados principalmente para dar al clínico una imagen geométrica clara del paciente individual y sus desviaciones de una meta de tratamiento idealizada. En estos análisis, las metas de tratamiento son representaciones numéricas y gráficas de concepto personal y no son consideradas como promedios de población.

En su aplicación clínica, esos análisis se usan en tres -  
pasos:

1. La determinación de la naturaleza, extensión y ubicación -  
de la anormalidad dentofacial.
2. El establecimiento de la meta de tratamiento especificada  
para ese paciente determinado.
3. La derivación de un plan de tratamiento

El análisis de Steiner es uno de los análisis para el - -  
plan de tratamiento más popular. Además de las mediciones man  
dibulares tienen que ver principalmente con el alineamiento y  
reubicación de dientes durante el tratamiento y los efectos de  
tal reubicación y pérdida de anclaje en el perímetro del arco.  
Las mediciones dentarias proporcionan datos sobre los que pue-  
de hacerse una decisión respecto a la extracción como parte de  
la terapia.

El problema del análisis cefalométrico durante el tratamient  
to ortodóntico se complica por el hecho de que el paciente crec  
cerá durante el tratamiento, haciendo obsoleto el análisis orig  
ginal y que el tratamiento ortodóntico, puede afectar no sola-  
mente la disposición de los dientes sino las direcciones, regul  
lación y cantidades de crecimiento esquelético también.

En otra instancia, por algunas razones desconocidas, un -  
patrón de crecimiento normal es posible someterlo a un incier-

to cambio; ese desarrollo puede estar predicho; sin embargo, - los futuros cambios no pueden estar predichos.

Muchos creen que la cefalometría estática convencional se ha secado. Por lo tanto, el futuro puede traer el uso del método en una forma más individualizada y dinámica.

Los valores cefalométricos son los siguientes:

#### Steiner

SNA ángulo	82°	T de NB	25°
		Po de NB (mm)	no establecido
SNB	80°	Po & T de NB	(diferencia)
ANB	2°	$\underline{I}$ de T	131°
SNd	76° ó 77°	Occi de SN	14°
$\underline{I}$ de Na	(mm) 4	Go Gn de SN	32°
$\underline{I}$ de Na	22°	SL (mm)	51
$\bar{I}$ de NB (mm)	4	SE (mm)	22

#### Promedios de Downs

#### Criterio Esquelético:

#### 1. Ángulo facial (NPg a FH) (87.8°)

Este ángulo da una indicación de la posición anteroposte--rior del punto más anterior de la mandíbula (87.8°), mal oclusión Clase II esquelética, revelaría un ángulo menor -

que el normal menos ( $92^\circ$ ), un ángulo mayor que el normal - más ( $95^\circ$ ) revelaría una maloclusión Clase III esquelética.

Este ángulo se incrementa con la edad, hasta que el crecimiento mandibular coincida con el crecimiento general.

## 2. Angulo de la convexidad (NAPg) ( $0^\circ$ )

Este ángulo revela convexidad o concavidad del perfil esquelético. Por sí mismo, no indica que arcada está anormal. Normalmente los puntos N, A y PG están en un plano ( $0^\circ$ ), - si el punto A está adelante, o si el punto Pg está atrás, o una combinación de la posición de estos dos puntos, no - permiten que el punto A, quede en el plano NPg, entonces - un suplemento al plano NAPg es producido. Este es el ángulo a medir, si este ángulo es más que el normal (más de --  $10^\circ$ ), nos indica una maloclusión esquelética Clase II y un perfil esquelético convexo. Una maloclusión esquelética -- Clase III, se producirá con un ángulo negativo y un perfil esquelético cóncavo (menos  $3.5^\circ$ ).

El perfil esquelético se hace cóncavo con la edad, hasta -- que un crecimiento tardío de la mandíbula sobrepase usualmente al crecimiento del maxilar.

## 3. Angulo del plano A-B (A-B a NPg) ( $4.5^\circ$ )

Este ángulo revela la relación de las bases apicales del - maxilar y de la mandíbula con el plano facial. En una Cla

se I, donde el punto A está por delante del punto B, el ángulo es expresado con número negativo. Si es más grande - de esta medida negativa, estamos frente a una Clase II es que le ta l (más de  $9^{\circ}$ ), si esta medida se aproxima a cero co m ie n z a   se r e p o s i t i v a, al punto A está detrás del punto B, ésta indica una maloclusión esquelética Clase III (más de  $0^{\circ}$ ).

#### 4. Angulo del plano mandibular (PM a FH) ( $21.9^{\circ}$ )

Este ángulo nos indica la altura vertical de la rama de la mandíbula, por sí mismo, éste es el único significado clínico del ángulo del plano mandibular.

En una severa Clase II, este ángulo es más grande que lo normal (más de  $28^{\circ}$ ), irónicamente una severa Clase III es que le ta l, también revela un gran ángulo del plano mandibular, pero por una diferente razón "remodelación y reabsorción. Ocurre en el ángulo de la mandíbula debido a las --- fuerzas ubicadas aquí, puesto que se insertan los músculos masetero y pterigoideo interno.

En una típica maloclusión Clase II, división 2, el ángulo del plano mandibular es usualmente más pequeño que el normal, produciendo una mandíbula cuadrada y un patrón facial braquiocefálico (cara ancha). Usualmente un ángulo pequeño del plano mandibular nos indica un pronóstico muy pobre.



## 5. Angulo del eje Y (S-Gn a FH) (59.4°)

Este ángulo, a menudo llamado "eje Y de crecimiento", indica el modelo de crecimiento de la mandíbula. Si el ángulo es más grande que el normal (como se puede ver en maloclusiones severas de Clase II división 1). Indica un vector vertical de crecimiento, un ángulo normal es indicativo de igual crecimiento hacia adelante de la mandíbula. Si este ángulo es más pequeño que el normal (como en Clase II división 2), el crecimiento anterior fue (probablemente cualquier futuro crecimiento será) horizontal. Dependiendo de la maloclusión, este ángulo indica al clínico, ya sea o no cualquier crecimiento futuro de la mandíbula, ayudaría a estorbar el tratamiento ortodóntico del problema esquelletal.

### Criterio Dental

## 1. Angulo del plano oclusal (PO a FH) (9.5°)

Esta medida indica la angulación del plano de oclusión relativa al plano Franckfort horizontal, el significado clínico de este ángulo está basado en la importancia de mantener el plano original oclusal a través del tratamiento. -- Los elásticos intermaxilares y otros métodos de tratamiento tienen la tendencia a inclinar el plano de oclusión, si esto ocurre, la angulación aumenta, los músculos de masti-

cación intentarán volver al plano de oclusión a su posición original, esto hace mayor la oportunidad de una recidiva durante la fase de retención.

## 2. Angulo interincisal (1 a $\bar{I}$ ) ( $135.4^\circ$ )

Este ángulo relaciona la posición angular de los ejes axiales de los incisivos centrales, tanto superiores como inferiores, uno con otro. Por sí mismo, este ángulo no revela la angulación específica de cada incisivo. En la mayoría de los casos, un ángulo menor que el normal está relacionado con Clase I, con distoprotrusión y/o una Clase II división 1, un gran ángulo se puede ver en maloclusión Clase II división 2, éste sería en maloclusión Clase III. Un mayor ángulo es también asociado con una mordida anterior profunda (Clase II división 2), pues aquí no hay un tipo incisal que prevenga la sobreerupción incisal. Sin embargo, es importante corregir el problema vertical, es también imperativo tratar a los incisivos a su correcto ángulo interincisal para prevenir la recidiva posterior.

## 3. Incisivo inferior al plano oclusal ( $\bar{I}$ a PO) ( $14.5^\circ$ )

Este ángulo indica la inclinación del incisivo central inferior relativo al plano oclusal.

El ángulo medido es el superior izquierdo y se le resta  $90^\circ$ . Usualmente este ángulo es más grande que lo normal en Cla-

se II (más de  $20^\circ$ ) división 1 y más pequeño que el normal (menos de  $3,5^\circ$ ) en maloclusión Clase III.

Este ángulo no indica la posición anteroposterior del borde incisal, pues esto solamente puede ser determinado por una medida lineal relacionada a una línea vertical.

4. Incisivo inferior al plano mandibular ( $\bar{I}$  a PM) ( $91,4^\circ$ )

Este ángulo revela la inclinación del incisivo central inferior relativo al plano mandibular.

Aunque la medida verdadera para este ángulo es  $91,4^\circ$ ;  $90^\circ$ , han sido arbitrariamente restados. Esta angulación es más grande que la normal (más de  $7^\circ$ ), en maloclusiones Clase II división 1 y más pequeña que la usual (menos de  $3,3^\circ$ ) en maloclusiones Clase III. Esto sería en maloclusiones Clase I y Clase II división 2.

5. Incisivo superior a plano A-Pg (I a APg) (2.7 mm)

Esta es una medida lineal, esta medida nos da la indicación de la posición anteroposterior del borde incisal del incisivo superior relativo al plano A-Pg, no nos indica la angulación del incisivo superior.

Esto se realiza cuando se determina la angulación interincisal, entonces el clínico puede determinar si hubo o no retrusión o protrusión del incisivo por mecanismos de inclinación, de movimiento de cuerpo o una combinación de am

bos procedimientos. Esta medida es espacialmente grande - en maloclusiones Clase II, donde la mandíbula es retrognática.

Una medida negativa puede ser obtenida, cuando la mandíbula es prógnata como una maloclusión Clase III esquelética.

#### Promedios de Downs

Esqueléticos	Promedio	D.S.
Angulo facial	88°	6°
Angulo de convexidad	0°	10°
Angulo plano A-B	- 4.6°	4.5°
Angulo plano mandibular	21.9°	6°
Eje Y	59°	7°
Dentición o patrón esquelético	Promedio	D.S.
Cant. de plano oclusal	9.3°	4°
de 1 a 1	135.4°	5.7°
1 a plano oclusal	14.5°	3.5°
+ 1 a plano mandibular	91.4°	3.8°
1 a plano A-Pog.	2.7 mm	1.8 mm

## Valores promedio de Ricketts:

	Promedio	D.S.
facial	85.4°	± 3.7°
eje x- Y	93.0°	3.0°
Contorno facial	4.1 mm	2.8 mm
Incisivos a línea A - Po		
Maxilar superior	5.7 mm	3.0 mm
Maxilar inferior	0.5 mm	2.7 mm
Incisivo inferior a		
línea A - Po	20.5°	6.4 mm

#### 4.1.2 CAMBIOS EN LOS VALORES CEFALOMETRICOS

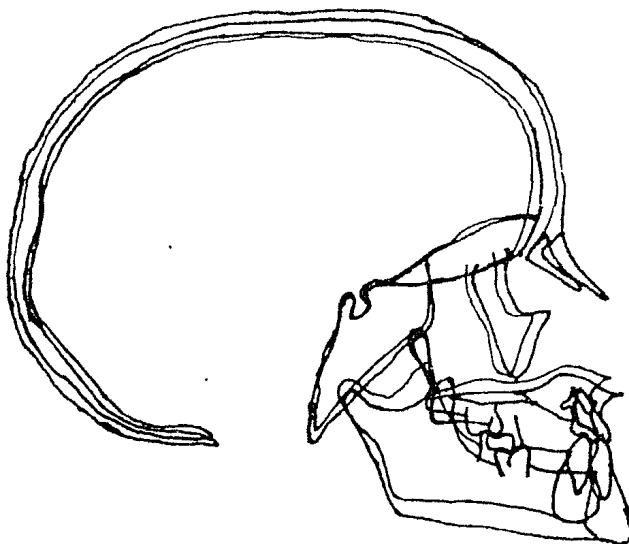
Los efectos combinados del tratamiento ortodóntico y el crecimiento, habitualmente se comprueban por la superposición de trazados antes y después en alguna orientación de base craneana. El crecimiento maxilar y los cambios denticionales durante la terapia pueden ser separados superponiendo en el plano palatino y registrando en la porción superior de la curvatura palatina detrás del proceso alveolar superior. El crecimiento mandibular y los cambios denticionales pueden ser separados superponiendo sobre el conducto mandibular y registrando sobre el aspecto lingual de la sínfisis mandibular.

Los puntos de un análisis de los efectos del tratamiento son:

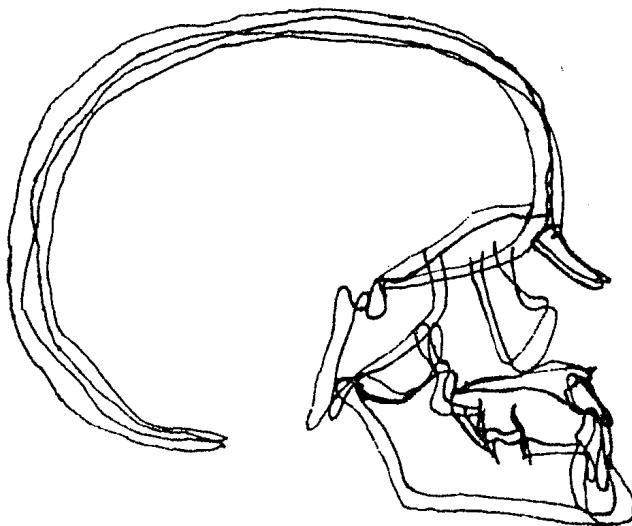
- A. Para estudiar los efectos totales del crecimiento más tratamiento orientar en el plano MP (plano vertical nasomaxilar posterior) y registrar en el punto EE (esfenoidomaxilar).
- B. Para separar crecimiento de tratamiento en la región media de la cara. Orientar en MP y registrar en la porción posterior del diptero palatino.
- C. Para visualizar el crecimiento mandibular solamente. Orientar en cóndilo, registrando un condilión. Orientar en el conducto mandibular registrando en el borde anterior de la placa cortical que forma la porción posterior de la sínfisis.

- D. Para visualizar la rotación mandibular solamente.  
Orientar en MP y registrar en condilion.
- E. Para visualizar los efectos del crecimiento mandibular en las relaciones oclusales.  
Orientar en MP y registrar en la intersección MP-EON (eje oclusal neutral) (punto "X").
- F. Para visualizar los efectos del crecimiento vertical en -- las relaciones oclusales.  
Orientar en EON, manteniendo los 2 MP paralelos, deslizando los tratados hasta que los puntos B (supramentoniano) es tén uno sobre otro. Ahora se puede orientar sobre el con torno mandibular inferior para estudiar el crecimiento al veolar mandibular y los cambios en el plano oclusal o el - contorno palatino para estudiar los cambios verticales de la parte alveolar superior.
- G. Para visualizar los cambios en la dirección del crecimiento condilar, esto es, rotación mandibular.  
Orientar en el conducto mandibular y la sínfisis como en C.
- H. Para visualizar las rotaciones de la base craneana bajo -- tratamiento.  
Orientar sobre MP y registrar en PTM (plano temporomandibular).

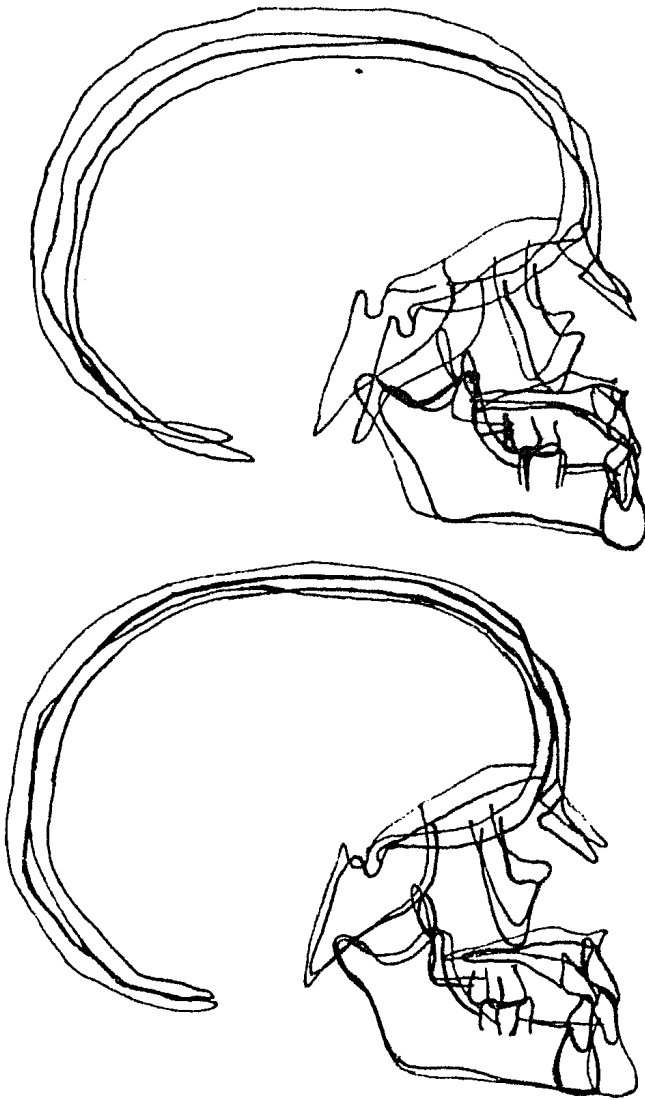
Superposición en la base craneana para comprobar los efectos totales del crecimiento y del tratamiento en el patrón cráneo facial.



Superposición en el paladar para comprobar los efectos de los movimientos dentarios en la región maxilar.







Superposición en la mandíbula para comprobar los efectos de los movimientos dentarios mandibulares y el crecimiento.

#### 4.2 CAMBIOS PARODONTALES

Los elementos histológicos que experimentan cambios durante el movimiento de los dientes son fundamentalmente la membrana periodontal con sus fibras de soporte, células, capilares y nervios y en segundo término, el hueso alveolar. De estas estructuras, las fibras periodontales y el hueso alveolar son de especial interés.

La disposición de las fibras periodontales se conoce bien. En los humanos, gran cantidad de las fibras principales, que corren desde el hueso hasta la superficie radicular, tienen -- disposición oblicua, que tiende a soportar la presión ejercida durante la masticación.

En el material de control no ortodóntico, las fibras supraalveolares no son tan notables como las observadas después del movimiento dentario. En el último caso, aparecen estiradas y pueden distinguirse con rapidez, en especial las que están en la cara lingual del diente.

La membrana periodontal es comprimida inicialmente hasta casi un tercio de su espesor. Un aumento del aporte sanguíneo capilar (la presión sanguínea intracapilar normal es aproximadamente de 20 ó 26 gramos por centímetro cuadrado) y es importante que una fuerza ortodóntica aplicada a un diente no exceda esta presión. La distancia a la que puede moverse un dien-

te aplicando esta presión es más o menos de un milímetro por mes), especialmente cerca de la cresta alveolar, precede a la movilización de fibroblastos, osteoblastos, cementoblastos y osteoclastos. Se cree que los osteoblastos forman hueso nuevo, mientras que los osteoclastos son responsables por la eliminación de hueso. Esta respuesta inicial por parte de la membrana periodontal es seguida por cambios en el hueso alveolar adyacente.

El movimiento posortodóntico del diente y las tendencias a la recidiva es, sin embargo, en todos los casos tratados con éxito y el diente que ha sido girado ortodónticamente con el alineamiento ideal muestra una gran tendencia a girar postretención hacia esa posición pretratamiento.

Un objetivo del estudio ha sido presentado, la eficacia clínica cuantificada de la fibra circunferencial gingival dividida y la subsecuente reducción de regresar en la rotación para los dientes anteriores por intervalos de tiempo específicos en el humano empezando por intentar tratarlo ortodónticamente.

La fibra circunferencial gingival dividida, al mismo tiempo con un adecuado período de retención, es un éxito aprovechado para reducir la postretención de la rotación del diente en el paciente ortodóntico. La dividida fibra circunferencial gingival alivia las tensiones de las fuerzas de las fibras gingivales se refijen en una posición de equilibrio libre por la tensión siguiente a la intervención quirúrgica.

El periodo de retención permite ajuste de las principales fibras de el ligamento periodontal y remineralización de el -- hueso alveolar.

La contracción de estructuras fibrosas después del movi-- miento del diente teniendo que considerar una reacción normal del tejido.

Después de un movimiento de inclinación, esta contracción pueden producir compresión de las áreas de la célula libre en la cara de tracción. El siguiente socavado del hueso puede incrementar reposición en la tendencia a la recidiva. Los mecanismos involucrados en un movimiento corporal tienden a favor del hueso directo la resorción en la cara de presión.

La siguiente rotación, tensión y desplazamiento de las estructuras supra-alveolares pueden persistir igual después de - la retención. El prematuro tratamiento o sobrerotación pueden, a un largo plazo, prevenir las tendencias de recidiva.

La tensión-deformación en relación con la membrana periodontal es aprovechada por la investigación en el campo de la movilidad dentaria, que es estrechamente asociado con el trata-- miento ortodóntico pero es esencialmente inexplorado por la investigación ortodóntica.

La instrumentación es designada y fabricada por el análisis instantáneo de los centros de rotación de los dientes an-

teriores del maxilar. Dos cuadrantes micrométricos modificados contactan el examen del diente anterior, fueron estabilizados los dientes posteriores del maxilar con ayuda de un yeso - piedra medio y unido a el soporte de un casco. Un ejercicio de laboratorio fue decidido que demostrará la rehabilitación de el método por análisis de la rotación.

La instrumentación y métodos fueron examinados clínicamente en un incisivo central maxilar de cada seis sujetos. Los centros de rotación fueron determinados por la inclinación labial, lingual y mesial.

La inclinación de las fuerzas forman bajo 20 gramos hasta 70 gramos.

La placa radiográfica de la cabeza modificada fue asegurada la evaluación de la relación de la posición del instrumento con la dirección del eje del diente.

Utilizando una radiografía con el procedimiento conocido como longitud de segmentos de alambre, esta conducta permite la medición de la longitud del diente y la altura de la cresta alveolar en toda la superficie de cuatro dientes.

Sobre todo para fuerzas de 50 gramos, los resultados de los tres primeros sujetos fueron generales dentro de la rotación; experimentales de los tres últimos sujetos permanecen aproximadamente en la posición central de la raíz dentro de 1.5 mm del centro de rotación teórico.

#### 4.2.1 CAMBIOS EN EL HUESO ALVEOLAR

Después de varios días, se notará la presencia de células multinucleadas grandes, los osteoclastos, asociados con la reabsorción ósea, particularmente a lo largo de la pared del alveolo, donde pueden verse excavaciones en forma de media luna, conocidas como lagunas de Howship. Después de varias semanas, hay osteoblastos y osteoclastos en el hueso esponjoso, cuya estructura interna está siendo orientada por reabsorción y aposición. En lugar de presentarse en una dirección generalmente vertical, el patrón trabecular del hueso se orientará en dirección predominantemente horizontal. Este proceso será revertido lentamente tan pronto cese el movimiento del diente.

Se nota, pues, que la respuesta inicial a la aplicación de una fuerza ligera es una actividad osteoclástica y osteoblástica, la primera cediendo a la presión y permitiendo al diente moverse y la segunda ayudando a proporcionar el soporte necesario al diente, a medida que se mueve.

La capa de la lámina dura inmediatamente próxima a la membrana periodontal, muestra cambios en respuesta a esta tracción y se deposita hueso paralelo a la dirección de la fuerza aplicada. Los osteoblastos están más alejados hacia el hueso esponjoso. En el hueso esponjoso, hacia la lámina dura, hay un depósito de hueso a lo largo de las superficies de las trabéculas mientras que, en la capa cortical externa, hay activi-

dad osteoclástica removiendo hueso de las partes exteriores - donde ya no se necesita; la estructura de soporte se ha acercado al diente en movimiento.

Se verá entonces, que una fuerza ortodóntica ligera establece una leve reacción inflamatoria en la membrana periodontal y el hueso alveolar, que conduce a una actividad celular osteoblástica y osteoclástica con reabsorción de hueso en el lado de presión dentro de la membrana (esto es, en el lado hacia el cual se está moviendo el diente) y un depósito compensatorio de hueso en el lado de tracción, dentro de la membrana (esto es, el lado desde el cual se está moviendo el diente). Al mismo tiempo que ocurren esos cambios estructurales en el hueso que rodea al diente, hay una alteración, compensadora - de la estructura ósea en otra parte para mantener el espesor de las placas del hueso alveolar.

Si la duración del movimiento se divide en un período -- inicial y uno secundario, la reabsorción frontal denominada - también reabsorción ósea directa, se halla principalmente en el período secundario, una vez que el tejido hialinizado ha - desaparecido después de la reabsorción ósea envolvente. Dicha reabsorción frontal puede, por ejemplo, observarse durante la rotación de los dientes. La raíz se mueve entonces paralela a la superficie del hueso sin causar compresión marcada.

Si el diente está siendo movido en dirección labial, hay un depósito compensatorio de hueso nuevo en el lado externo de la placa de hueso alveolar labial y también una reabsorción -- compensadora en el lado interno (lado lingual) de la placa de hueso alveolar lingual. Estas alteraciones estructurales compensatorias mantienen el espesor del proceso alveolar de soporte, aun cuando el diente pueda ser movido en una distancia varias veces mayor que el espesor de las placas de hueso alveolar.

Como la membrana periodontal a menudo sólo tiene 0.25 mm o menos, es natural que las fibras estén comprimidas entre la raíz y la superficie ósea. La compresión de las fibras periodontales de modo que se tornen carentes de células, ocasionará una detención del diente que se mueve. El diente no seguirá moviéndose hasta que el hueso subyacente al tejido hialinizado desaparezca por la reabsorción envolvente, puesto que la duración de esta reabsorción será casi proporcional a la cantidad de tejido hialinizado, es importante aplicar las fuerzas iniciales para evitar la formación de extensas zonas carentes de células.

Es preciso notar que la formación de zonas hialinizadas -- carentes de células puede tener lugar también en otras zonas -- de las estructuras maxilares. Así, siguiendo el ensanchamiento de la sutura media no sólo hay zonas libres de células en -- el ligamento periodontal sino también hialinización de fibras colágenas en varias suturas del maxilar superior.



La mayoría de los movimientos ortodónticos, por medio de un aparato sencillo, son de inclinación o volcamiento y el fulcro probablemente está en la unión de los dos tercios coronarios y el tercio apical de la raíz. La extensión en que esos cambios histológicos ocurren en las estructuras de soporte varía, pues, a diferentes niveles de la raíz. Los cambios son mayores en la cresta alveolar y disminuyen progresivamente hacia el punto de fulcro en el lado apical del cual los cambios pueden ser revertidos.

La reacción de los osteoclastos como células que reabsorben hueso, constituye un problema muy discutido. Se sabe que su citoplasma contiene gránulos específicos morfológicamente identificables con lisosomas primarios, elementos histológicos que podrían ser los transportadores de fosfatasa ácida y enzimas colagenolíticas. Aunque en general, se reconoce que los osteoclastos no eliminan el tejido colágeno hialinizado, de acuerdo con este último hallazgo, se ve bien que se comportan en forma distinta durante la reabsorción ósea, ya que son capaces de degradar y eliminar las fibras colágenas del hueso. Se han observado densas masas lipoides en el citoplasma de los osteoclastos, así como en el tejido fibroso hialinizado.

En el tratamiento de la infra-oclusión, donde un diente es traído al nivel oclusal correcto, los cambios tisulares muestran un depósito de hueso nuevo en la cresta gingival y en el ápice. El tratamiento de la supraoclusión, donde un diente

tiene que ser intruido por un aparato mecánico, puede ser el más riesgoso porque hay mayor posibilidad de dañar la membrana periodontal y producir necrosis de la pulpa debido a la compresión de los vasos sanguíneos apicales.

La rotación de un diente puede ser también un proceso - - riesgoso si se requiere hacerlo más de  $45^\circ$  por el hecho que la actividad osteoblástica puede no mantenerse al ritmo de la osteoclástica y el hueso de soporte no desarrollarse en extensión tal, como para mantener al diente, debe lograrse muy lentamente y puede ser aconsejable hacerlo más allá de la posición correcta para permitir el leve relapso que frecuentemente sigue a esos movimientos dentarios.

La eliminación y la reconstrucción de las zonas hialinizadas suceden en forma casi simultánea, se observan en estudios con microscopio electrónico sobre estructuras humanas.

En las zonas circunscritas y hialinizadas, las células de tejido conectivo experimentarán una pérdida temprana del citoplasma con una contracción incipiente del núcleo, aún al cabo de pocas horas. Este proceso autolítico es causado por varias enzimas. Al mismo tiempo, se acumulan en las zonas reabsorbidas de la superficie radicular.

El patrón de aposición-reposición diferencial dentro del hueso alveolar es inducido por las fuerzas ortodónticas.

#### 4.2.2 CAMBIOS EN EL CEMENTO PADIULAR

Debido al estímulo y a la mayor actividad celular dentro de la membrana periodontal, resultante de la aplicación de - fuerzas aún muy ligeras requeridas para el movimiento ortodóntico, pueden aparecer bahías de reabsorción osteoclástica en el cemento próximo a la membrana periodontal. Si la presión no ha sido demasiado grande, esas áreas son reparadas por cementoblastos cuando el diente descansa, esto es, después de -- completado el movimiento, o durante el proceso de tratamiento.

La resorción cementaria puede tener su origen en causas - locales o generales, o puede no tener etiología evidente (idio pática). Entre las causas locales se cuentan el trauma de la oclusión, movimientos ortodónticos, presión de dientes mal ali neados en erupción, quistes y tumores, dientes sin antagonis-- tas funcionales, dientes incluidos, reimplantados y trasplanta dos, lesiones periapicales y enfermedad periodontal. La sensi bilidad a la resorción propia del área cervical, fue atribuida a la ausencia de precemento no calcificado o de epitelio redu cido del esmalte.

Desde el punto de vista microscópico, la resorción cemen taria se manifiesta como concavidades en forma de bahía, en la superficie radicular. Es común hallar células gigantes multi nucleadas y macrófagos mononucleados grandes junto al cemento de resorción activa. Varias áreas de resorción pueden unirse

y formar una zona grande de destrucción. El proceso de resorción no es necesariamente continuo y puede alternarse con períodos de reparación y aposición de cemento nuevo. El cemento neoformado queda delimitado de la raíz por una línea irregular, muy coloreada, denominada línea de reversión, que señala el límite de la resorción previa.

Las fibras insertadas del ligamento periodontal restablecen una relación funcional en el nuevo cemento.

La reparación cementaria demanda, por tanto, la presencia de tejido conectivo adecuado. Si el epitelio prolifera en un área de resorción, no habrá reparación. La reparación del cemento ocurre tanto en dientes desvitalizados como en los vitales.

Los cementículos son masas globulares de cemento, dispuestas en láminas concéntricas, que se hallan libres en el ligamento periodontal o se adhieren a la superficie radicular. -- Los cementículos pueden originarse en restos epiteliales calcificados, alrededor de pequeñas espículas de cemento o de hueso alveolar desplazadas traumáticamente hacia el ligamento periodontal, a partir de fibras de Sharpey calcificadas y de vasos trombosados dentro del ligamento periodontal.

En la reabsorción radicular existe un período bastante -- largo antes del inicio de la reparación con cemento celular.

Con métodos microrradiográficos se observa la existencia de una disminución de la densidad mineral en los bordes de los espacios lacunares de reabsorción, es decir, que la fase mineral desaparece antes que la matriz.

La reparación por cemento celular se ha visto después de períodos experimentales de sólo 30 días.

Al cabo de un período de descanso de 2 a 3 meses, hay considerable cantidad de cemento depositado en las zonas, nuevas células de tejido conectivo en torno de la zona comprimida. - Los fibroblastos aparecen con bastante rapidez después de comenzar la compresión y los macrófagos un poco después.

Los cambios en el tejido fibroso comprimido varían y son influidos en gran medida por la duración de la experiencia y - la magnitud de la fuerza.

#### 4.2.3 CAMBIOS EN LAS FIBRAS PARODONTALES

La reabsorción y aposición del hueso se ven facilitadas - por la presencia de células de tejido conectivo joven, osteoblastos, fibroblastos y osteoblastos en la membrana periodontal. El tejido periodontal celular en los humanos jóvenes es favorable para estos cambios.

Pueden observarse varios tipos de fibras en el ligamento periodontal. En el citoplasma de los elementos celulares se ven tonofibrillas muy delgadas. En los espacios intersticiales y medulares se aprecian fibras histológicas conectivas bastante delgadas, pero las densas fibras colágenas son las más importantes, ya que son las fibras que sostienen a los dientes. Las fibras y los haces de fibras del ligamento periodontal están formados por fibrillas agrupadas de longitud indefinida. Durante la formación del colágeno, los fibroblastos elaboran tropocolágeno, macromoléculas formadas por la unión de cadenas peptídicas de aminoácidos con disposición helicoidal. Estas moléculas por consecuencia, adoptarán una disposición estriada, que origina las características bandas e interbandas. En condiciones normales, la periodicidad de las fibrillas colágenas varía entre 640 y 700 A y en otras condiciones de 210 a 250 A.

Las fibrillas del ligamento periodontal se hallan incluidas en una sustancia fundamental, la estructura amorfa que queda después que todas las células, capilares y fibras se han --

eliminado. Contiene polisacáridos del tejido conectivo (glicoproteínas), sales, algunas otras sustancias y agua. La sustancia fundamental constituye el medio dentro del cual, las células del tejido conectivo segregan formas solubles de moléculas colágenas que consecuentemente se unen para formar fibrillas. La formación de fibrillas nace en la sustancia básica, más o menos equidistante de las células. La compresión del ligamento periodontal hace que el fluido hístico sea desplazado fuera del área, pero la sustancia fundamental permanece en el tejido fibroso.

Durante el movimiento dentario, los haces de fibras deben elongarse. Durante el movimiento dentario es posible observar la existencia de una zona de proliferación. Después del estiramiento de las fibras principales y el ensanchamiento del espacio periodontal, se comprueba aumento definido de los elementos celulares. Es probable la existencia de una especie de plexo intermedio en esta zona de proliferación, donde las células del tejido conectivo están elaborando tropocolágeno, asegurando así la producción de fibrillas y por consecuencia, la elongación de las fibras periodontales y el movimiento ulterior del diente. Quizás el intercambio y la producción de moléculas de colágeno sean menos pronunciados en la zona vecina de la superficie de la raíz.

En suspensión en la sustancia fundamental del tejido conectivo gingival y la membrana periodontal, están las fibras -

periodontales, a las cuales se debe la transmisión de todas - las fuerzas que actúan sobre los dientes al hueso alveolar. - Aunque los elementos fibrosos de tejido conectivo pueden ser de diferentes clases (colágeno, reticulina, elastina, oxita-- lán), las fibras circulares gingivodentales y transeptales, - están compuestas mayormente de colágeno.

Las fibras de colágeno, en el periodonto, son secretadas por fibroblastos en el medio circundante, en forma de un precursor soluble que es convertido subsiguientemente en fibras de colágeno.

Durante el movimiento de los dientes, el comportamiento de las fibras principales y supraalveolares parece diferente. Casi siempre hay disminución en el número de células de las - fibras supraalveolares provocada por la compresión de los ele- mentos celulares entre los haces de fibras estriadas. No obs- tante, éstas parecen aumentar en espesor después de una ten- sión, efecto que no parece improbable, ya que la producción - de fibrillas puede ocurrir a cierta distancia de las células del tejido conectivo.

Uno de los factores importantes en la formación de colá- geno es el ácido ascórbico.



### 4.3 CAMBIOS MUSCULARES

La interacción entre el esqueleto cráneo facial en crecimiento rápido y diferenciado y el sistema neuromuscular en la maduración, trae modificaciones progresivas en secuencia de las funciones bucales elementales que se ven en el neonato. El crecimiento mandibular hacia abajo y adelante es mayor en esta época que el crecimiento de la parte media de la cara, dando origen a un aumento en el volumen bucal.

La maduración de la musculatura y la definición de la articulación temporomandibular ayuda a proporcionar una mandíbula más estable.

El desarrollo de la dicción y la masticación, al igual que la expresión facial, requiere un aumento de la movilidad independiente de las partes separadas, mientras que en el neonato los labios rodean herméticamente una lengua tipo émbolo que se mueve en sincronía con los movimientos mandibulares. La dicción, expresión facial y masticación, requieren el desarrollo de patrones motores nuevos al igual que mayor autonomía de los elementos motores.

Uno de los factores más importantes en la maduración de la masticación es el aspecto sensorial de los dientes recién llegados. Los músculos que controlan la posición mandibular son puestos en marcha por los primeros contactos oclusales de los incisivos antagonistas. Estudios electromiográficos sería

dos, a intervalos muy frecuentes, durante la llegada de los incisivos, han demostrado en forma concluyente, que en el preciso instante que los incisivos superiores e inferiores se tocan accidentalmente, la musculatura maxilar comienza a aprender a funcionar, acomodándose a la llegada de los dientes. Así, el patrón de cierre se hace más preciso en el sentido anteroposterior (ya que los incisivos llegan primero), antes que lo haga rediolateralmente.

Todas las funciones oclusales son aprendidas en estadios, a medida que el sistema nervioso central y la musculatura orofacial y maxilar maduran concomitantemente con el desarrollo de la dentición. Los primeros movimientos de masticación son irregulares y pobremente coordinados, como aquéllos que se ven durante los primeros estadios de aprendizaje de cualquier habilidad motora. En el niño pequeño, la gafa sensorial para el movimiento masticatorio es proporcionada por los receptores en la articulación temporomandibular, ligamento periodontal, lengua, mucosa bucal y músculos.

La altura cuspídea y la sobremordida en la dentadura primaria son más bajas, el crecimiento óseo más rápido y adaptativo y el aprendizaje neuromuscular más fácil de obtener, porque los patrones de actividad no están aún bien establecidos. Las adaptaciones al cambio masticatorio son más difíciles en años posteriores.

En una forma no distinta, la mayoría de las expresiones

faciales más sutiles se aprenden mayormente por imitación, comenzando más o menos en el momento que se abandonan los usos primitivos de la musculatura del 7° nervio para la deglución infantil.

La posición maxilar, como una cantidad de otras actividades somáticas automáticas, está mayormente controlada por reflejos, aun cuando es posible alterarla voluntariamente. Un número sorprendente de funciones maxilares son realizadas a nivel subconsciente, aun cuando el control consciente de algunas de esas actividades es también posible y a veces necesario, -- por ejemplo, la dicción significativa.

Los músculos de la región orofacial están bien provistos con mecanorreceptores encapsulados y con terminaciones libres. Los más importantes son los husos musculares, mecanorreceptores, cuya estructura y comportamiento en los músculos masticatorios no son diferentes que en otra parte del cuerpo.

Estos receptores y los otros mecanorreceptores que se encuentran en las vainas fasciales de los músculos masticatorios y en los tendones, muestran diferentes velocidades de descarga en respuesta a alteraciones en la tensión muscular inducida, -- ya por estiramiento y por contracción. Los husos musculares -- están entre las fibras musculares principales y paralelos a -- ellas. El huso tiene inervaciones aferentes y eferentes. Aun que los husos forman solamente una pequeña proporción de la ma

sa muscular en la mayoría de los músculos de la región orofa--  
facial, hay más fibras nerviosas inervando los husos que las fi  
bras musculares principales, una indicación de la importancia -  
del huso. Hay dos vías separadas para el músculo voluntario, -  
el alfa y la gamma.

En la vía alfa, los impulsos de los centros superiores se  
centran en la célula alfa en el núcleo motor. Impulsos de la -  
célula alfa van directamente a las fibras musculares principa--  
les. Cuando se usa la vía gamma, los impulsos de los centros -  
superiores se centran en la célula gamma en el núcleo motor. -  
Cuando esta célula dispara, los impulsos pasan periféricamente  
por las fibras nerviosas eferentes gamma pequeñas a las fibras  
intrafusales en el huso, que tiran en el saco nuclear. Este ex  
cita el receptor que activa su fibra aferente, la que a su vez,  
excita las fibras eferentes alfa apropiadas, llevando a la con-  
tactación en las fibras musculares principales. Los husos mus-  
culares que sirven el reflejo de estiramiento son abundantes en  
los elevadores mandibulares y menos frecuentes en los depreso--  
res.

Las fibras intrafusales ponen a los sacos nucleares en una  
tensión predeterminada, activando los husos tensos a las fibras  
musculares principales. Triturar el bolo acorta los elevadores,  
alineando las fibras extrafusales con los husos preestablecidos  
y como consecuencia, los impulsos aferentes del huso se detie--  
nen, frenando así la contracción. La cantidad y extensión de -

la contracción muscular necesaria para triturar el bolo ha sido "programada" por el sistema nervioso antes de que comience la - contracción.

La función masticatoria perturbada o la desarmonía oclusal origina cambios adaptativos de significación clínica. A medida que se pierde cada diente primario, es seguido por un sucesor - permanente de distinto tamaño y conformación.

Durante el estadio de dentadura mixta, las interferencias oclusales son muchas, obligando a los músculos a aprender repetidamente nuevos patrones de cierre mandibular, para evitar - - dientes que interfieren. En esta época, los músculos con fre-- cuencia adoptan posiciones oclusales que no coinciden con la posición de oclusión ideal. Esas posiciones oclusales se denominan a menudo "adquiridas" o céntricas acomodativas.

Ninguna posición de contacto oclusal repetidamente utilizada que no coincide con la posición oclusal ideal se adquiere -- por casualidad. Muchos son reflejos de evitación neuromuscular, cuyo aprendizaje fue impulsado por interferencias oclusales. - Nuevas posiciones de contacto oclusal comienzan como procesos - oportunos para evitar interferencias dentarias y brindar una -- función mejor que la que ofrece la posición ideal en el momento. La presencia continuada de la desarmonía oclusal, como en el ca-- so de una maloclusión severa, puede hacer que las nuevas vías - reflejas se usen repetidamente, resultando en una posición oclu-- sal adquirida, practicada de tal manera que recuerda la posi--- ción oclusal ideal.

Ninguna corrección ortodóntica se va a retener bien, salvo que la oclusión finalmente lograra armonice con la musculatura del paciente. La corrección ortodóntica y el equilibrio oclusal tienen un efecto espectacular sobre los reflejos que controlan la posición mandibular.

La eliminación de las interferencias oclusales produce la pérdida de los estímulos que habían forzado a los músculos a -- mantener una oclusión excéntrica. Una vez que estos estímulos perturbadores dejan de aparecer, el reflejo más básico (el reflejo de posición oclusal ideal) es otra vez dominante.

Aunque los aparatos del ortodoncista están con frecuencia dirigidos a lograr mejores posiciones dentarias dentro de un esqueleto cráneo facial más equilibrado, las influencias de esa terapia sobre la neuromusculatura no debe olvidarse.

Los objetivos neuromusculares fundamentales en terapia ortodóntica son:

1. Obliterar todos los reflejos neuromusculares que afectan de manera adversa la dentadura o el esqueleto cráneo facial -- (por ejemplo: succión del pulgar, mordidas cruzadas funcionales, respiración bucal, etc.).
2. Crear una relación intercuspídea ideal, ubicada de tal forma dentro del esqueleto cráneo facial, que sea repetidamente estabilizada reflejamente por la deglución inconsciente.

El clínico elimina influencias desarmónicas sobre la posición dentaria, suponiendo que la conducta neuromuscular equilibrada es más ventajosa y utiliza las posiciones reflejas primitivas de la mandíbula para estabilizar reflejamente por la deglución inconsciente. El clínico elimina influencias desarmónicas sobre la posición dentaria, suponiendo que la conducta neuromuscular equilibrada es más ventajosa y utiliza las posiciones reflejas primitivas de la musculatura para estabilizar su resultado terapéutico.

La maloclusión severa provoca cambios patológicos en la articulación temporomandibular, los que a su vez, perturban los receptores articulares, haciendo que los pacientes ortodónticos tengan una determinación menos precisa de la posición mandibular que los sujetos con oclusión normal. Después del tratamiento ortodóntico, sin embargo, hay una reducción estadísticamente significativa en el margen de posición mandibular y una mejoría en la determinación de la posición mandibular. Es interesante especular sobre la significación de los receptores temporomandibulares funcionando como un estímulo condicionado para los reflejos de evitación, cuando hay interferencias oclusales. Si se conociera más respecto a esta posibilidad, podría arrojarse más luz en problemas tales como el papel de las interferencias oclusales en la etiología de la maloclusión, recidivas después de la terapia ortodóntica, retención, etc.

Enfatizando las características de biología aplicada de la ortopedia dentofacial, se encuentra la reacción del músculo en la corrección de la mordida abierta. Cuando el fulcro está en la zona molar y la fuerza se entrega en la zona submentoniana, hay una ayuda significativa producida por el aumento de la contracción del masetero, el pterigoideo interno y los músculos temporales, aumenta la fuerza ortopédica entregada por los módulos de fuerza hechos con resortes en espiral calibrados. Dichas adaptaciones musculares funcionales favorables se agregan a las que se ven con el uso de un aparato palatino removible, como ya se ha dicho.

La mordida cruzada muscular implica una adaptación funcional a las interferencias dentarias.

Los cambios articulares que pueden haber ocurrido durante el tratamiento con el activador que Andresen-Mäupl se ven empañados por la simultánea adaptación alveolar. La dislocación anterior de la mandíbula ocasionada por el aparato activará al grupo de músculos retrusores. El activador, al impedir el retorno de la mandíbula a su posición original, es presionado contra sus partes alveolares. Esto es cierto, aunque se ejerza menos presión contra el maxilar superior en dirección hacia atrás.

El equilibrio oclusal en pacientes ortodónticamente tratados, cambia una cantidad significativa de degluciones con dientes separados a degluciones con dientes juntos. Así pues, el



tratamiento ortodóntico, incluyendo el equilibrio oclusal, com  
bina reflejos de deglución que, a su vez, ayudan a estabilizar  
el tratamiento ortodóntico.

Los estudios de posición mandibular antes, durante y des-  
pués de la terapia ortodóntica, una reducción significativa en  
el deslizamiento oclusal desde la posición retruida de contac-  
to a la posición oclusal habitual, después del equilibrio oclu-  
sal. El deslizamiento a oclusión no se pierde espontáneamente  
durante el período de retención sin equilibrio. En un estudio  
longitudinal de recidiva, se informa sobre desarmonías oclusa-  
les como causa muy importante de la mayoría de las recidivas -  
en dirección anteroposterior. Además, se informa que aquellos  
casos en los que la corrección oclusal no permite deslizamien-  
tos reflejos durante la deglución inconsciente han sido los --  
más estables 4 años después de la retención. Otros cambios --  
musculares adaptativos después de la terapia ortodóntica pue--  
den incluir postura labial, postura lingual, postura mandibu--  
lar alteradas, golpeteo masticatorio y método de respiración.

#### 4.3.1 CAMBIOS EN LOS MUSCULOS FACIALES

La función del sistema masticatorio es masticar y al hacer lo pone en movimiento tanto la parte activa del mismo; músculos, como la pasiva, o sean, las diversas estructuras de sostén: - - dientes, huesos, tejido conectivo y cartílago.

El objetivo en el tratamiento de la maloclusión Clase II - en el retraso de la dentición mixta establece oclusión normal y balance muscular normal por el movimiento distal corporal de -- los primeros molares e incisivos superiores, junto con la remodelación asociada del proceso alveolar maxilar en la dirección del movimiento del diente. El establecimiento del balance muscular normal es conforme con la teoría de la matriz funcional - en el crecimiento y la restauración de la oclusión normal, aumenta el valor de la capacidad superior y la baja de la mandíbula del desarrollo más anterior y posterior al mismo tiempo.

Algunos clínicos prefieren palpar los músculos masticadores para comprobar asimetrías de tamaño, que son sintomáticas - de asimetría de función y para identificar la hipertrofia de -- los maseteros. Este procedimiento es un análisis estático bastante crudo en la morfología muscular, que puede ser aumentado observando al paciente masticar trozos de alimento para desayuno desecados, como una evaluación funcional de la masticación, la musculatura masticatoria y la deglución masticatoria.

Una de las funciones más frecuentes de los labios y los músculos faciales, se ven en la deglución con empuje lingual.

El músculo mentoniano frecuentemente está hipertrofiado, como el orbicular del labio inferior.

Cuando el labio inferior es apartado suavemente de las encías, éstas pueden estar rubefacientes e hipertrofiadas. La gingivitis en la región incisiva inferior, en ausencia de gingivitis superior, es indicadora de función mentoniana hiperactiva, mientras que la gingivitis en ambas regiones anteriores, se ve frecuentemente con la respiración bucal.

Los rasgos neuromusculares que se ven en el diagnóstico, suelen ser mayormente adaptativos al esqueleto y posiciones dentarias típicas de la maloclusión de Clase II. Pero no se debe descontar rápidamente el posible papel etiológico de la neuromusculatura en la maloclusión. Si factores musculares han estado presentes desde el comienzo, su eliminación es esencial para la estabilidad del resultado del tratamiento. Las posiciones impuestas por el esqueleto facial aumentan la labio inversión de los incisivos superiores y a menudo, la inclinación lingual de los incisivos inferiores.

Mucho se ha dicho sobre los cambios en el equilibrio muscular provocados al cambiar las posiciones de los dientes, lo que a su vez promoverá en lugar de retardar el crecimiento normal. Es difícil decir si las malas relaciones en el equili---

brio muscular son de tanta influencia en el crecimiento y el desarrollo como se ha supuesto. Podría arguirse que los cambios en el equilibrio muscular en una dirección normal, permitirían en un desarrollo más normal de la dentición y respecto de la contención que el equilibrio muscular normal debería permitir la alineación correcta del arco.

El crecimiento y mantenimiento de la forma de los huesos de los maxilares y de las apófisis alveolares están en gran medida bajo el control de los tejidos blandos que los rodean, en especial de los músculos.

Esto, en general, no puede cambiarse por el tratamiento ortodóntico. Por tanto, el intento de expandir los arcos dentarios casi siempre ha resultado en vano.

Los tejidos blandos, en especial los músculos, que crecen durante el prolongado período del tratamiento y la contención, se adaptarán sobre la cubierta protectora a una nueva forma, manteniendo el resultado después de finalizar el tratamiento. Se postula que parte del ajuste ocurre en la interfase hueso--periostio-músculo.

Hay ciertos factores que deben considerarse y ciertas reglas que no se deben violar, o es probable que el clínico se vea en dificultades. En teoría, el tratamiento ideal requiere aplicación de fuerzas que moverán al diente en la posición deseada con el menor daño posible a las estructuras periodonta

les, con el menor esfuerzo por parte del operador y con una mínima molestia para el paciente.

Se cree que exista un nivel de fuerza óptima para cada diente y que las fuerzas que lo superen serán lo bastante fuertes como para aplastar el tejido y provocar necrosis y el cese de la actividad fisiológica normal. Por debajo de este nivel, las fuerzas generan poco movimiento, demasiado lento para el uso clínico. Un valor de fuerza conocido óptimo para un tipo de movimiento dentario resultaría inefectivo o traumático cuando se lo aplica al mismo diente para originar otro tipo de movimiento.

Si se puede establecer un control sobre la cantidad de fuerza para que sea óptima. Si esta fuerza se aplica en forma que las tensiones en la membrana periodontal se distribuyan de acuerdo con el tipo de movimiento deseado con intensidad óptima para ese tipo de movimiento en particular, es decir, una cantidad determinada para la inclinación y una mayor para el movimiento de traslación.

La fuerza aplicada a un diente se transmite del arco de alambre al braquet. El tipo de braquet y el tamaño del alambre son factores a considerar cuando se trata de controlar el grado y la distribución de la fuerza.

A causa de la ineficiencia mecánica y de la incapacidad de los aparatos para transmitir fuerzas desarrolladas, a menudo

es difícil su control. La fricción dentro del aparato puede disipar parte de la fuerza aplicada y la resistencia, como la resistencia de contacto de los dientes adyacentes empujados entre sí o la resistencia friccional cuando un diente toca a otro durante el movimiento, reducirá la eficacia total del aparato.

Al analizar el efecto direccional de las fuerzas aplicada, es preciso considerar no sólo la presión sobre el diente, sino también la resistencia del diente al movimiento en la dirección deseada. Por ejemplo, una fuerza de inclinación en la corona - causará rotación en la raíz. Para mantener el ápice de la raíz en su ubicación original mientras se está inclinando el diente, debe aplicarse una fuerza adicional en forma de momento. Esto se puede lograr a distintas maneras:

1. Una fuerza independiente desarrollada por un resorte auxi--liar.
2. Un ansa contorneada en el alambre en forma de provocar una presión adicional sobre la parte gingival de la corona.
3. Una torsión en el alambre rectangular que va calzado en - - brackets rectangulares.

Cada una de estas fuerzas adicionales otorgará un momento tendiente a mover la raíz del diente. Si la intensidad de este momento sólo es suficiente para impedir el desplazamiento del - ápice radicular, la fuerza en la corona seguirá inclinando el - diente con el centro de rotación en el ápice. Si las dos fuer--zas están exactamente equilibradas, el diente se moverá en masa.

Si la dirección no se controla en forma adecuada, un diente en movimiento puede quedar trabado contra otro diente que impide continuar moviéndose. Las fuerzas de reacción en el alambre pueden entonces provocar movimientos indeseables en otras zonas.

El control direccional se relaciona con el grado y la distribución y se obtiene contorneando el alambre en el plano en que el diente se está moviendo y puede requerirse el uso de anclas.

La duración, es nivel de actividad de la fuerza aplicada; esta fuerza aplicada debe ser de actividad continua durante toda la distancia a mover el diente. El operador tiene la elección entre las fuerzas continuas y las intermitentes. En teoría esto inducirá movimientos dentarios continuos con menos visitas al consultorio. No obstante, hay situaciones en que puede ser más conveniente utilizar fuerzas intermitentes para inducir el movimiento dentario deseado.

En general, las fuerzas continuas darán respuestas con facilidad en el movimiento de los dientes con mínimos ajustes, - pero al mismo tiempo, pueden llevar a la sobrecorrección y a - movimientos colaterales indeseables. Esto es muy probable si el arco de alambre se deforma, no está bien contorneado, o si se aplican fuerzas inadecuadas. Si la intensidad o el grado - excede el umbral óptimo, las fuerzas continuas pueden ser muy traumáticas. También existe el peligro de que el diente se --

se mueva mucho más allá de la posición deseada y que la recuperación se convierta en un problema importante, mientras que -- con una fuerza de corto alcance, las tendencias direccionales indeseables pueden notarse y corregirse antes de que alcancen posiciones extremas.

Hay un beneficio destacado en las fuerzas continuas; permiten el movimiento continuo del diente entre las visitas al consultorio sin necesidad de ajuste. Esto depende de relacionar la duración con el grado, la distribución y la dirección -- de las fuerzas aplicadas.

En la práctica clínica, es deseable aplicar fuerzas conocidas sobre una distancia predeterminada y por una longitud de tiempo especificado.



#### 4.3.2 MIOTERAPIA

El propósito de la mioterapia es la creación de la salud y función normal en la musculatura orofacial por la sencilla razón de ser elementos importantes que ayudan al crecimiento y desarrollo de la oclusión normal. La mioterapia no es sustituto de los aparatos mecánicos, ni los aparatos solos aseguran un resultado satisfactorio en la retención. Deben usarse juntos. La mioterapia permite guiar el desarrollo de la oclusión, dar al patrón de crecimiento una oportunidad óptima para expresarse y brindar la mejor retención posible para los casos mecánicamente tratados.

Los ejercicios musculares no alterarán mayormente el patrón de crecimiento óseo o realizarán movimientos dentarios heróicos. Pueden, sin embargo, ayudar a desplegar el potencial inherente del caso y aumentar las posibilidades de una retención exitosa.

Los principios de la mioterapia son:

1. Establecer tempranamente, con el mínimo de mecanoterapia, la forma correcta del arco y la relación cuspídea.
2. Eliminar por desgaste selectivo cualesquiera interferencias en la dentición primaria.
3. Asignar los ejercicios musculares que entrenarán mejor los músculos para funcionar normalmente y continuar su práctica después de la mecanoterapia para ayudar a la retención.

Quizás el principio más importante de todos, es estudiar - el posible papel de la malfunción muscular en la etiología de la maloclusión. Una discusión de este asunto, antes de colocar -- los aparatos, establece en la mente del paciente y de sus pa--- dres la importancia que se acuerda a la musculatura.

#### Ejercicios:

##### a) Orbicular de los labios y músculos peribucales

Si los labios no pueden sellar debido a la saliencia de -- los incisivos, puede ser mejor suspender los ejercicios hasta - que los incisivos estén lo suficientemente retractados para que los labios ejerzan algún efecto contra los dientes.

El apiñamiento de los dientes anteroinferiores, causados -- por presiones generadas por el músculo del labio inferior, no - es, sin embargo, visto como un problema genético, sino ambiental.

El músculo mentoniano, es uno de los que puede causar di-- cha maloclusión, si su acción es muy fuerte. En estos casos, - la maloclusión es denominada Clase I, tipo 1, muscular. Una maloclusión de este tipo, puede ser tratada por el odontólogo de - la familia para corregir las presiones dirigidas lingualmente, causadas por el músculo mentoniano.

Habitualmente es el labio superior el ocioso e ineficaz. - Puede lograrse su mejor acción practicando su estiramiento so-- bre el labio inferior, en un intento de tocar el mentón.

La presión del músculo mentoniano hiperactivo y los patrones de deglución pueden producir en algunos niños, un apiñamiento, incluyendo a los incisivos inferiores, que en gran parte refleja una maloclusión Clase I, tipo 1, previamente discutida. Esto puede parecer un problema genético, pero las pautas diagnósticas son que el labio inferior actúa de una manera acrobática durante la deglución y las mediciones del arco superior demuestran que no hay problema en la relación material -- dentario/espacio de arco.

En otras palabras, este apiñamiento de los incisivos inferiores, es un problema ambiental limitado al arco inferior. - El músculo mentoniano, por una contracción excesiva durante la deglución, puede ejercer una presión lo suficientemente desbalanceada sobre los incisivos inferiores recientemente erupcionados, como para empujarlos hacia lingual. Esta presión muscular es de una continua importancia en la causa y subsecuente - tratamiento del apiñamiento de los incisivos anteroinferiores.

Puede adaptarse dentro del vestíbulo un "rodete" de acrílico blando mientras el paciente está haciendo los ejercicios para el labio superior.

Instruir al paciente para que llene su boca con solución salina caliente y trate de expulsarla con fuerza entre los - - dientes y aspirarla de nuevo.

No olvidar el papel de los instrumentos musicales.

Cualquier instrumento de viento producirá pronto una excelente tonacidad muscular. Es igualmente importante evitar instrumentos de boquillas simples, por ejemplo: clarinete, para pacientes con hipofunción del labio superior y labioversión de los incisivos superiores.

Si los pasajes nasales del paciente están libres y no tiene inconvenientes nasorespiratorios, a veces la colocación de cinta Scotch sobre los labios, en la noche, ayudará a entrenarlos para que permanezcan sellados. Durante el día, el mejor método es hacer al paciente muy consciente de la postura de sus labios.

Para normalizar el arco de los incisivos inferiores, esta fuerza desbalanceada se debe contrarrestar por un aparato que aleje al labio inferior del contacto con los incisivos inferiores (el aparato de Denholtz o tope del labio inferior) o actúe como una fuerza lingual artificial para mover a los incisivos inferiores dentro de sus posiciones correctas en el perímetro del arco (el arco lingual activado).

Ya que el hábito oral causa continuos problemas con la erupción de los incisivos inferiores en sus correctas posiciones, se planea una terapia con aparatos para compensar estas fuerzas musculares inadecuadas que actúan durante la deglución. Usualmente algún tipo de posiciones linguales aberrantes, pueden presentarse.

La pantalla bucal es un dispositivo excelente para estimular la función peribucal y enseñar respiración nasal. Tiene -- la ventaja agregada que usa la fuerza muscular generada para -- mejorar la posición de los incisivos.

Cuando un niño tiene una postura corporal defectuosa, le es difícil mantener su mandíbula en la posición más ventajosa. Cuando la columna está derecha, la cabeza bien colocada sobre -- ella y los ojos mirando constantemente hacia adelante, la mandí-- bula se mantiene en la mejor posición de postura.

El solo hacer que el paciente camine derecho con los hom-- bros encuadrados y los ojos mirando adelante, a veces produce -- efectos sorprendentes en el aspecto.

También se puede estimular la realización de algunos ejer-- cicios en el hogar. Es útil pararse con las manos y brazos re-- lajados al costado del cuerpo; elevarse sobre los dedos de los pies; inhalar; llevar los hombros atrás, volver las palmas ha-- cia adelante y protuir la mandíbula. Relajar y repetir hasta -- que se canse.

Esto no agrandará la mandíbula ni la mejorará, pero ayuda-- rá a la postura del niño y le hará darse cuenta de la relación de los músculos con todas las posiciones óseas, incluyendo el axilar.

Todos los aparatos removibles sueltos son dispositivos pa-- ra promover la mioterapia. Otros incluyen la pantalla bucal mo

dificada y la tetina Nuk Sauger y ejercitadores auxiliares. - La tetina promueve degluciones maduras aun en el infante, el ejercitador que tiene el mismo tamaño que la tetina es un excelente chupete o dispositivo para calmar las incomodidades de la salida de los dientes. El ejercitador más grande es de poco uso.

La tensión pasiva en la musculatura labial y oral estirada genera así la fuerza principal al aparato.

Un estudio realizado con pacientes jóvenes con oclusión normal demostró las funciones del músculo bucolingual relacionadas con la simetría y estabilidad de los arcos dentarios.

La investigación de la función del músculo está apoyada por exámenes de laboratorio que determinan el promedio de magnitud de la lengua y la mejilla en las fuerzas del maxilar y en la mandíbula en las regiones de los premolares (todas las funciones orales fueron examinadas); exámenes de conducta en los pacientes determinan la frecuencia de deglución y la duración de todo lo acostumbrado en las actividades orales de todo el día y otras series de exámenes, también hechas en los pacientes, la marca de postura de la cara durante el sueño.

La investigación de la forma del arco dental ocasiona valoración del estado de simetría de los arcos dentales del maxilar y la bóveda palatina e investigación de la estabilidad de los arcos dentales del maxilar y mandíbula sobre un período de doce meses.

## 5. CONCLUSIONES

La terapia ortodóntica está dirigida a la oclusión anormal de los dientes, crecimiento del complejo de huesos cráneo-faciales y función de la neuromusculatura orofacial, los que separadamente o en combinación pueden producir cualquiera de las siguientes situaciones:

- a) Masticación perjudicada
- b) Estética facial desagradable
- c) Disfunción de la articulación temporomandibular
- d) Susceptibilidad a la enfermedad periodontal
- e) Susceptibilidad a las caries
- f) Dicción perturbada debido a malposiciones de los dientes

La terapia ortodóntica afecta los tres sistemas de tejidos que intervienen en el desarrollo y crecimiento dentofacial; la dentición, el esqueleto cráneo-facial y la musculatura facial y maxilar. Por medio de aparatos adecuados, los dientes individuales pueden ser ubicados en posiciones más favorables para brindar mejor estética, función oclusal, salud bucal y dicción.

La naturaleza complicada de la oclusión dentaria, su desarrollo, mantenimiento y corrección, son las responsabilidades y preocupaciones del odontólogo general como del ortodoncista, por lo tanto, el conocimiento básico respecto al desarrollo oclusal, crecimiento facial y corrección de la maloclusión debe ser parte del entrenamiento de cada odontólogo.

La corrección del esqueleto cráneo-facial, es un problema diferente, ya que es mucho más difícil alterar el esqueleto cráneo-facial para ubicar los dientes en posición normal. Es posible, no obstante, dirigir el crecimiento del esqueleto cráneo-facial - en niños pequeños. En pacientes mayores, cuyo crecimiento facial está casi terminado, los dientes se llevan a posiciones para que funcionen mejor y disimulen cualquier desarmonía del patrón esquelético facial. Finalmente, la mioterapia se usa para condicionar y entrenar la neuromusculatura como una parte importante de la función y estética mejoradas. El tratamiento ortodóntico puede utilizar muchos procedimientos, aunque quizás el más frecuente es la ubicación precisa de los dientes individuales con aparatos ortodónticos. Sin embargo, en la práctica ortodóntica moderna se usan aparatos para la corrección ortopédica del esqueleto cráneo-facial, cirugía, mioterapia y hasta piscoterapia.

La ortodoncia nunca ha ocupado un gran lugar en el programa de estudios; por lo tanto, el profesor de ortodoncia tiene la difícil tarea de presentar un campo clínico complicado y excitante en solo unas pocas horas. Además, la ciencia básica en que se fundamenta la ortodoncia —crecimiento y desarrollo— habitualmente debe enseñarse también en el mismo curso. El recién graduado aprende pronto que su preparación es más pobre en ortodoncia que en cualquier otro terreno clínico y sin embargo, ve maloclusiones todos los días.



## 6. RESUMEN

En los últimos años se han producido importantes progresos en ortodoncia, tanto en el campo de los fundamentos científicos sobre los que se apoyan los tratamientos clínicos como en las técnicas de tratamiento clínico.

Se están efectuando progresos constantes en el conocimiento de las relaciones entre la forma y la función, que parece tener mayor importancia cada vez en la etiología de la maloclusión. La controversia sobre si las fuerzas ortodónticas eran capaces de influir en las relaciones óseas, más allá de los procesos alveolares, ha recibido ahora una respuesta afirmativa.

También se están realizando progresos en el campo de la biomecánica, un área de estudio que abarca a la vez, la respuesta de los tejidos a las fuerzas ortodónticas y los métodos de aplicar las fuerzas sobre los dientes. Los clínicos ahora son capaces de aplicar los principios de ingeniería mecánica a la ortodoncia, consiguiendo una precisión en el dominio de las fuerzas ortodónticas que no siempre se había logrado en el pasado.

La eliminación de las bandas ortodónticas por aditamentos que pueden fijarse directamente en los dientes parece estar dentro de las posibilidades tecnológicas corrientes. Esto produce un gran impacto en el tratamiento ortodóntico, porque permite el uso de aparatos fijos al mismo tiempo que se conservarán muchas de las ventajas de los aparatos removibles. Son de esperar progresos similares en el control y la aplicación de las fuerzas ortodónticas.

## BIBLIOGRAFIA

1. PRIVES, M.; LISENKOW, N.; BUSHKOVICH, V.  
Anatomía Humana  
Ed. Nacional, Tomo 1 y 2, 2a. ed.  
Santo Domingo, República Dominicana, 1974
2. JARABACK, Joseph R., D.D.S., M.S., Ph. D.; LL. D. (Hon.)  
FIZZELL, James A., B.S. (E.E.)  
Aparatología del Arco de Canto con Alambres Delgado  
Técnicas y Tratamiento  
Ed. Mundi, 2a. ed., Vol. 1 y 2  
Buenos Aires, Argentina, 1979
3. FORT, J.A.  
Compendio de Anatomía Descriptiva  
Ed. G. Gili, 9a. ed.  
México, D. F., 1978
4. WHITE, T.C.; GARDINER, J.H.; LEIGHTON, B.C.  
Introducción a la Ortodoncia  
Ed. Mundi, 1a. ed.  
Buenos Aires, Argentina, 1977
5. LUNDSTROM, Anders, Odont. D. y Cols.  
Introducción a la Ortodoncia  
Ed. Mundi, 1a. ed.  
Buenos Aires, Argentina, 1971
6. MORRIS, Alvin L.; BEHANNAN, Harry M. y Cols.  
Las Especialidades Odontológicas en la Práctica General  
Ed. Labor, 4a. ed.  
Barcelona, España, 1980

## BIBLIOGRAFIA

1. PRIVES, M.; LISENKOW, N.; BUSHKOVICH, V.  
Anatomía Humana  
Ed. Nacional, Tomo 1 y 2, 2a. ed.  
Santo Domingo, República Dominicana, 1974
2. JARABACK, Joseph R., D.D.S., M.S., Ph. D.; LL. D. (Hon.)  
FIZZELL, James A., B.S. (E.E.)  
Aparatología del Arco de Canto con Alambres Delgado  
Técnicas y Tratamiento  
Ed. Mundi, 2a. ed., Vol. 1 y 2  
Buenos Aires, Argentina, 1979
3. FORT, J.A.  
Compendio de Anatomía Descriptiva  
Ed. G. Gili, 9a. ed.  
México, D. F., 1978
4. WHITE, T.C.; GARDINER, J.H.; LEIGHTON, B.C.  
Introducción a la Ortodoncia  
Ed. Mundi, 1a. ed.  
Buenos Aires, Argentina, 1977
5. LUNDSTROM, Anders, Odont. D. y Cols.  
Introducción a la Ortodoncia  
Ed. Mundi, 1a. ed.  
Buenos Aires, Argentina, 1971
6. MORRIS, Alvin L.; BEHANNAN, Harry M. y Cols.  
Las Especialidades Odontológicas en la Práctica General  
Ed. Labor, 4a. ed.  
Barcelona, España, 1980

7. MOYERS, Robert E.  
Manual de Ortodoncia  
Ed. Mundi, 1a. ed.  
Buenos Aires, Argentina, 1976
8. SIM, JOSEPH M.  
Movimientos Dentarios Menores en Niños  
Ed. Mundi, 2a. ed.  
Buenos Aires, Argentina, 1980
9. GRABER, T.M. y Cols.  
Ortodoncia Graber  
Ed. Interamericana, 3a. ed.  
México, D. F., 1978
10. BERESFORD, J.S.; CLINCH, Lilah M.; HOLDEN, J.R.;  
HOVELL, H.H.; KETTLE, M.A.; REITAN, K. Fulley,  
WALTHER, D.P.  
Ortodoncia Actualizada  
E. Mundi, 1a. ed.  
Buenos Aires, Argentina, 1972
11. GRABER, T.M. Brainerd; SWAIN, F. y Cols.  
Ortodoncia, Conceptos y Técnicas  
Ed. Médica Panamericana, 4a. ed.  
Buenos Aires, Argentina, 1979
12. ANDERSON, G.M.  
Ortodoncia Práctica  
Ed. Mundi, 1a. ed.  
Buenos Aires, Argentina, 1978
13. HAUPL, Karl; GROSSMAN, William J.; CLARKSON, Patrick  
Ortopedia Funcional de los Maxilares  
Ed. Mundi, 1a. ed.  
Buenos Aires, Argentina, 1969

14. GLICKMAN, Irving  
Periodontología Clínica  
Ed. Interamericana, 4a. ed.  
México, D. F., 1980
15. OZAWA DEGUCHI, José Y.  
Prostodoncia Total  
Ed. Textos Universitarios, 3a. ed.  
México, D. F., 1979
16. WUEHRMANN, Arthur H., D.M.D.; LINCOLN, A.B.;  
MANSON-HING, R., D.M.D, M.S.  
Radiología Dental  
Ed. Salvat, 2a. ed.  
Barcelona, España, 1977
17. MAYORAL, Dr. José; MAYORAL, Dr. Guillermo;  
HIGLEY, Dr. L. Bectine  
Técnica Ortodóntica con Fuerzas Ligeras  
Ed. Labor, 1a. ed.  
Barcelona, España, 1976
18. BEGG, P.R. y KESLING, P.  
Teoría y Técnica de Begg  
Ed. Revista de Occidente, 1a. ed.  
Madrid, España, 1976
19. FLETCHER, C.G.T.  
The Begg Appliance and Technique  
Ed. Wright - PSG, 3a. ed.  
Bristol London Boston, E.E.UU., 1981

## HEMEROGRAFIA

1. HARDIN, William J.  
A Cephalometric Supplement for Clinical Application  
AM. J. Orthod., p. 568-575, April 1970
2. ANDERSON, Roland M.  
A Return to Large Nonresilient Straight Arch Wires  
am. j. Orthod, p. 9-39, July 1974
3. BEGG, P.R. and KESLING, C.  
Begg Orthodontic Theory and Technique  
AM. J. Orthod., p. 87-95, January 1973
4. LEAP, Clement S.C. and Col.  
Buccolingual Muscle Force and Dental Arch Form  
AM. J. Orthod, p. 379-393, October 1969
5. CHRISTIANSEN, R. and BURSTONE, C. J.  
Centers of Rotation Within the Periodontal Space  
AM. J. Orthod., p. 55:353-369, April 1969
6. ARMSTRONG, M. M.  
Controlling the Magnitude, Direction and Duration of  
Extraoral Force  
AM. J. Orthod., p. 59:217-242, March 1971
7. FURSTMAN, Lawrence, Cols.  
Differential Response Incident to Tooth Movement  
AM. J. Orthod., p. 600-607, June 1971
8. MERRIFIELD, L. Levern, and CROSS, James J.  
Directional Forces  
AM. J. Orthod, p. 435-463, May 1970

9. RISINGER, Richard.J. and GIANEILY, Anthony A.  
Force on Arch  
AM. J. Orthod, p. 151-155, August 1970
10. WAYNE THOMPSON, R.  
Extraoral Hig-Pull Forces with Rapid Palatal Expansion  
in the Macaca Mulatta  
am. j. Orthod., p. 302-314, Septiembre 1974
11. BURSTONE, Charles J. and Col.  
Force Systems from and Ideal Arch  
AM. J. Orthod, p. 270-289, March 1974
12. PERRY, H. T.  
Functional Electromyography of the Temporal and  
Massetter Muscles in Clase II, División I, Malocclusion  
and Excellent Occlusion  
Angle Orthod, p. 25: 49-58, January 1955
13. THORTON, C.B., NIKOLAI, R.J.  
Maxillary Anterior Intrusive Forces Generated by  
Begg Stage Application  
AM. J. Orthod, p. 610-24, 79 (6), June 1981
14. DE ANGELIS, V.  
Observations on the Response of Alveolar Bone  
to Orthodontic Force  
AM. J. Orthod., p. 58: 284-294, Sep. 1970
15. HIXON, E.H.; AASEN, T.O.; ARANGO, J. Col.  
On Force and Tooth Movement  
AM. J. Orthod., p. 476-486, Mayo 1970
16. CAPUTO, Angelo A., CHACONAS, Spiro J., Col.  
Photoelastica Visualization of Orthodontic Force  
During Canine Petrraction  
AM. J. Orthod, p. 250-258, March 1974

17. LA FORREST D., Garner.  
Soft-Tissue Changes Concurrent with Orthodontic  
Tooth Movement  
AM. J. Orthod., p. 267-376, October 1974
18. CHRISTIANSEN, Richard L.  
Some Biologic Considerations in Orthodontic Research  
AM. J. Orthod., p. 329-340, October 1971
19. CRUM, Robert E., Col.  
The Effect of Gingival Fiber Surgery on the Retention  
of Rotated Teeth  
AM. J. Orthod, p. 626-637, June 1974
20. CHACONAS, S.J.; CAPUTO, A.A. and HAYASHI, R.K.  
The Effects of Wire Size, Loop Configuration and  
Gabling on Force Activation of Cuspid Retraction  
AM. J. Orthod., p. 65: 58-66, February 1974
21. ATHERTON, J.D.  
The Gingival Response to Orthodontic Tooth Movement  
AM. J. Orthod, p. 179-186, August 1970
22. FORTIN, J. M.  
Translation of Premolars in the Dog by Controlling  
the Moment-to-Force Ratio in the Crown  
AM. J. Orthod., p. 59. 541-551, June 1971
23. DAVIDIAN, E. Jan  
Use of a Computer Model to Study the Force Distribution  
on the Root of the Maxillary Central Incisor  
AM. J. Orthod., p. 581-587, June 1971