

62
2ª Edición



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
IZTACALA**

**REACCIONES BIOLÓGICAS
A
TRATAMIENTOS ORTODONCICOS**

TESIS PROFESIONAL

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
CIRUJANO DENTISTA**

P R E S E N T A :

MA. ESTELA CAMARENA ESPINOSA



SAN JUAN IZTACALA, MEXICO

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

PROLOGO

INTRODUCCION

CAPITULO I

FUERZAS	1
A.- Conceptos Básicos	2
B.- Medición de las Fuerzas	4
C.- Tipos de Fuerzas	5
D.- Fuerza Optima	27

CAPITULO II

BIOMECANICA DEL MOVIMIENTO	32
A.- Movimiento Fisiológico	32
B.- Movimiento Ortodóncico	38
1.- Movimiento Dentario Continuo	39
2.- Movimiento Dentario Intermitente	40
C.- Limitaciones del Movimiento	41
1.- Base Osea	42
2.- Edad	43

CAPITULO III

RESPUESTA TISULAR AL MOVIMIENTO ORTODONCICO	47
A.- Reabsorción Osea	52
1.- Tipos de Reabsorción Osea	55
2.- Hialinización	57
3.- Reacción Tisular Inicial y Secundaria	60
B.- Aposición Osea	63
C.- Reacción del Ligamento Periodontal	64

D.- Reacciones de los Tejidos Dentarios	67
1.- Esmalte	67
2.- Cemento	67
3.- Dentina	68
4.- Pulpa	68

CAPITULO IV

LESIONES PERIODONTALES MAS FRECUENTES EN LOS TRATAMIENTOS ORTODONCICOS	70
A.- Lesiones Provocadas por la Aparatología .	70
B.- Lesiones Provocadas por Fuerzas Excesivas	75
1.- Reabsorción Radicular	75
2.- Pérdida de la Cresta Alveolar	80
3.- Lesiones al Ligamento Periodontal ...	81
4.- Muerte Pulpar	82
C.- Lesiones Provocadas por Traumas Oclusales	82

CONCLUSIONES	85
--------------------	----

BIBLIOGRAFIA	87
--------------------	----

P R O L O G O

Actualmente la Ortodoncia ha tomado un gran auge dentro de la Odontología. En épocas pasadas los tratamientos ortodóncicos estaban limitados a determinados grupos de personas, ya que la eficiencia de ellos era hasta cierto punto desconocida y no había el número de especialistas que requería la población.

Ahora, los pacientes están mejor informados y han hecho conciencia de la importancia de tener una buena relación oclusal, tanto desde el punto de vista estético como funcional.

Es por ésto que cada día se realizan más tratamientos ortodóncicos; pero existe un problema y es que debido a esa difusión la Ortodoncia ya no está limitada a los especialistas, sino que hay numerosos odontólogos generales que la practican sin tener una capacitación adecuada. El mover un diente no es tan fácil como parece, ya que al aplicar una fuerza se producen muchos cambios en los tejidos de soporte; y en muchas ocasiones si no se tienen los conocimientos necesarios de las cantidades o tipos de fuerzas indicados en cada caso, se pueden provocar lesiones que a veces resultan irreversibles y que no deberían haberse presentado.

Por lo tanto el cirujano dentista general que hace movimientos ortodóncicos debe estar conciente de sus limitaciones y saber elegir los casos que es capaz de tratar sin causar ya trogenias, así como canalizar al especialista aquellos que es tén fuera de su alcance.

Fundamentalmente estas son las razones por las que realizo esta investigación documental, en ella se habla de las bases biológicas y mecánicas que rigen el movimiento ortodóncico, el manejo de diferentes tipos de fuerzas, su repercusión en los dientes y tejidos de soporte, así como las reacciones adversas que se pueden presentar si se hace un uso indebido de esas fuerzas.

I N T R O D U C C I O N

Cuando un tratamiento ortodóncico es realizado, ya sea por un especialista o por un odontólogo general, se debe tener conciencia de lo que se está haciendo y de todo lo que está sucediendo en la boca o de lo que podrá suceder.

Lo primero que debemos tener en mente es que existen factores biológicos y mecánicos gracias a los cuales se efectúa el movimiento dental tanto fisiológico como ortodóncico.

El movimiento fisiológico se presenta cuando erupcionan los dientes temporales y permanentes, así como cuando los dientes sufren desgastes oclusales o interproximales a lo largo de la vida apareciendo movimientos migratorios ya sea de extrusión o de mesialización.

El movimiento ortodóncico se efectúa solo cuando se le aplica una fuerza al diente; y tanto éste como el fisiológico se pueden realizar gracias a la capacidad de adaptación del periodonto. Esta adaptación consiste primordialmente en dos mecanismos biológicos que son la reabsorción y la aposición ósea. La reabsorción se presenta en el lado del alvéolo en que la raíz, por acción de la fuerza aplicada, comprime el

ligamento periodontal contra el hueso, siendo reabsorbido éste por las células llamadas osteoclastos. Mientras tanto en el lado contrario del alvéolo se produce una tensión sobre el hueso alveolar, lo que conduce a que los osteoblastos, células formadoras de hueso, depositen tejido óseo nuevo en la zona tensionada.

Sin embargo, debido a que las fuerzas empleadas en Ortodoncia varían de acuerdo a su intensidad, duración y dirección, la reacción del periodonto también variará en función a estos factores.

Pero puede llegar el momento en que la capacidad de adaptación del periodonto no sea lo suficiente, y entonces se produzcan lesiones en él que pueden estar causadas por fuerzas excesivas o mal controladas. Principalmente estas lesiones son: reabsorciones radiculares, crestas alveolares dañadas, lesiones pulpares, traumas oclusales, etc. También se pueden presentar lesiones por la irritación que provocan los aparatos ortodóncicos en los tejidos blandos.

Tomando en cuenta los puntos mencionados anteriormente se podrán realizar mejores tratamientos ortodóncicos, sin el temor de causar yatrogenias o en casos extremos fracasos terapéuticos que dañarán tanto a los pacientes como al odontólogo que los realizó.

C A P I T U L O I

F U E R Z A S

Muchas de las deformidades craneofaciales producidas durante el desarrollo, son causadas por una alteración del equilibrio de las fuerzas presentes en la cara. Los problemas ortodóncicos pueden ser el resultado de las fuerzas mecánicas y de ellas depende su corrección. Debido a ésto, es importante el conocimiento de los fundamentos de la Mecánica para un mejor entendimiento de la Ortodoncia.

La Mecánica Analítica es la materia que explica las fuerzas y los sistemas de fuerzas. Esto tiene como sentido capacitar al ortodoncista para poder diseñar sistemas de fuerzas -- con confianza antes de aplicarlos. La necesidad para el ortodoncista de diseñar sistemas complejos de fuerzas surge principalmente del hecho de que los aparatos están conectados unicamente con las áreas coronarias de los dientes, por lo que se requiere la aplicación de un sistema de fuerzas para lo -- grar tanto el movimiento de la corona como el de la raíz. Una segunda razón para el diseño de sistemas complejos de fuerzas surge del principio mecánico de que para cada acción hay una reacción igual y contraria. Esta reacción debe ser bien enten

dida y se le debe tener en cuenta al planear 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 la Ortodoncia.(14)

A.- CONCEPTOS BASICOS:

MECANICA.- Es la ciencia que trata la acción de las 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 ortodóncicos 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, musculos o hueso creando una reacción dentro del ligamento periodontal y el hueso alveolar que permite movimientos de los dientes.(18)

FUERZA.- Es la causa capaz de producir o cambiar el estado de movimiento o reposo de los cuerpos, o de originar en -- ellos deformaciones. Puede ejercerse mediante contacto real - entendido como un empuje o jalón o a través de la distancia.

Una fuerza queda completamente definida por su magnitud,

punto de aplicación, dirección y sentido.

Los componentes de las fuerzas son: los vectores y los momentos. (14,18)

VECTORES.- Representan una acción mecánica en línea recta, es decir, es una magnitud dirigida de fuerza que actúa en línea recta.

Un vector puede ser descrito por cuatro parámetros:

- a) Magnitud o intensidad.
- b) Dirección.
- c) Sentido.
- d) Punto de aplicación.

Por dirección se entiende su inclinación respecto a un sistema coordenado de referencia. Así, se puede representar a un vector por medio de un segmento de recta dibujado a escala (que permite indicar su magnitud), en un espacio coordenado, con una inclinación específica (que representa su dirección) y una flecha (que establece el sentido). El punto de aplicación es el punto sobre la línea de acción en el que ejerce su influencia el vector. (5)

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 trasla

ción 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 distan-- cia. El valor de un momento de fuerza es el producto de esa - fuerza por la distancia perpendicular desde el punto fijo a - la línea de acción de la fuerza.

Es posible rotar un cuerpo sin traslación por dos momen- tos que son iguales, paralelos, en la dirección opuesta y no- colineares, y ésto es una disposición de fuerzas llamada CU - PLA. Una cupla siempre induce a una tendencia rotacional pura.

Una fuerza aplicada en diferentes puntos en el cuerpo, - producirá movimientos diferentes, pero no hace ninguna dife-- rencia donde se aplica una cupla. 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.(18)

B.- MEDICION DE LAS FUERZAS:

Las fuerzas pueden ser medidas por comparación con los - alargamientos que producen en un cuerpo elástico o resorte.

Los instrumentos que para tal fin se destinan se llaman- Dinamómetros.

Estos constan de un resorte en espiral o muelle elástico, encerrado en un cilindro, y graduado experimentalmente para

señalar las flexiones producidas por una serie de pesos diferentes.(5)

Esto es de vital importancia para el ortodoncista ya que puede medir la magnitud de la fuerza que está empleando y determinar si esta fuerza es la indicada en el tratamiento que realiza.

C.- TIPOS DE FUERZAS:

Existen varios tipos de fuerzas que se emplean durante la terapia ortodónica, varían según la forma de aplicación, intensidad, duración y dirección de la fuerza aplicada.

1.- De acuerdo a la forma de aplicación de las fuerzas, éstas se clasifican en:

- a) Fuerzas Continuas.
- b) Fuerzas Disipantes.
- c) Fuerzas Intermitentes.
- d) Fuerzas Funcionales.

a) Fuerzas Continuas:

Son las que mantienen la misma magnitud de fuerza durante un período indefinido, por ejemplo, - un resorte.(18)

b) Fuerzas Disidantes:

También se les conoce como de tipo interrumpido. Son continuas pero demuestran una cantidad de fuerza decreciente en un período corto; la ventaja de este tipo de fuerzas sobre las anteriores es el período de reacomodo, reorganización y proliferación celular previo a la reaplicación de la fuerza. Un ejemplo de esta fuerza es el empleado en la técnica de arco de canto, por medio de bandas y alambres que guían el movimiento de los dientes, retornando a su estado primitivo.(18)

c) Fuerzas Intermitentes:

Estas están asociadas con aparatos removibles. La fuerza está presente mientras el aparato está en la boca y desaparece cuando se retira, un ejemplo claro son las placas Hawley que además muestran una acción intermitente al realizar las funciones masticatorias y de dicción.

(18)

d) Fuerzas Funcionales:

Estas fuerzas actúan únicamente al realizarse la función bucal normal, y son las producidas por aparatos removibles sueltos; por ejemplo, cuando el paciente traga, el activador dirige la fuerza producida en la musculatura hacia los dientes.

La desventaja de estas fuerzas es que son difíciles de

controlar y los movimientos de los dientes son mucho más lentos que los producidos por fuerzas intermitentes o disipantes.

(13,15,18,19)

2.- En relación a su intensidad, las fuerzas pueden ser ligeras o intensas.

El ligamento periodontal es capaz de soportar fuerzas, ligeras o intensas, aplicadas por períodos de tiempo breves.

Por ejemplo, durante la masticación se producen fuerzas muy intensas, pero son bien soportadas por las fibras del ligamento periodontal durante unos instantes. En gran parte, la red vascular del ligamento periodontal actúa como amortiguador de la fuerza de la masticación, pues la sangre y los líquidos hísticos son exprimidos en un área cuando el tejido es comprimido, y retornan un instante después cuando cesa la presión.

Desde luego, que la aplicación de este tipo de fuerzas normalmente no produce movimientos en los dientes. Sin embargo, la aplicación de una fuerza, aunque sea ligera, durante un período largo de tiempo, produce la movilización del diente, debido quizá a modificaciones circulatorias del ligamento periodontal en las zonas donde actúan las fuerzas aplicadas al diente.(17)

Las ruerzas ligeras causan compresión del ligamento pe--

riodontal, pero éste permanece vital; es decir, reduce la vascularización del tejido comprimido, sin llegar a suprimir del todo la irrigación. También estimula la formación de fibroblastos y osteoclastos en el lado de la presión. Las fibras del ligamento periodontal son estiradas en el lado de tensión con la subsecuente formación de osteoblastos en ella.(7,8,17)

Cuando se aplican fuerzas ligeras que además son continuas se impide la "recuperación" de los lados de presión y tensión, por lo que se observan pocas células constructoras de hueso en el lado de la presión durante un período de ajuste; además no hay formación de osteoide en la superficie ósea donde están presentes los osteoclastos. Al usar fuerzas ligeras, el hueso es reabsorbido directamente por un ataque osteoclástico frontal o directo; además de que disminuyen las posibilidades de reabsorción del cemento y la dentina.(8)

Por otro lado, cuando las fuerzas empleadas son tan intensas que queda interrumpida totalmente la irrigación sanguínea en las partes afectadas del ligamento periodontal, éste es comprimido fuertemente en el lado de presión y se producen hemorragias, éxtasis y necrosis, y por lo tanto las células mueren en lugar de proliferar. En el lado de tensión el espacio periodontal se hace ancho y las fibras son partidas en la zona intermedia. Estos fenómenos fueron demostrados en los estudios realizados por Reitan y Miura, Nakamura e Itó.(14)

Para detallar este proceso diremos que después de aplica da la fuerza excesiva, el ligamento periodontal aplastado se hialiniza, (la hialinización es un proceso en el que se presenta desaparición de elementos celulares, obliteración de -- los capilares, trombosis, isquemia y muerte celular)(22), generalmente se producen hemorragias y el espacio periodontal -- se comienza a llenar de exudados. Junto a la zona de presión y necrosis, la circulación aumenta y se forman osteoclastos.

Los osteoclastos penetran a la pared alveolar en los sitios donde está comprimido el ligamento periodontal, arriba y abajo del sitio de mayor presión. Suben por el hueso alveolar para eliminar el hueso por detrás, en una "resorción socavadora". Después de la eliminación de los elementos necrosados -- por fagocitosis, se presenta la reorganización tisular.

El cemento y luego la dentina son reabsorbidos si la -- fuerza excesiva continua, o si se continua la excesiva presión o si se repite muy a menudo por los sucesivos ajustes -- que crean cada vez altas magnitudes de fuerza.(8,14)

Por todo lo anteriormente expuesto, se deduce que la -- fuerza más indicada a usar es la fuerza ligera ya que ésta mo verá más rápidamente a un diente que una fuerza intensa, además de que causará un menor daño porque a pesar de que las -- fuerzas ligeras también pueden causar hialinización, ésta será mucho menor cubriendo no más de 1 ó 2 mm² de superficie ra

dicular, además de que el período de hialinización es de una duración relativamente corta.(9)

3.- Duración de la fuerza aplicada.

Este es un factor muy importante que siempre debemos de tener muy presente al realizar un movimiento ortodóncico, ya que el ligamento periodontal debe tener períodos de recobro para reponer la irrigación del ligamento y promover la proliferación celular, además de que se ha demostrado que se provoca reabsorción apical más fácilmente cuando se prolonga el período de aplicación de una fuerza. Por lo tanto las fuerzas no deben ser aplicadas por un largo período de tiempo.(14,18)

4.- Dirección de aplicación de la fuerza.

Durante la terapia ortodóncica un diente puede ser movido en todos los planos del espacio (Fig.1), así puede moverse hacia mesial, distal, lingual, facial (bucal y labial), en sentido oclusal -- (erupción) y apical (depresión); y también puede girar sobre sus centros de rotación (Fig.2) antero-posterior (eje mesio--distal), transverso (eje vestibulo-lingual) y vertical (eje axial).(7)

De acuerdo a la dirección de la aplicación de la fuerza-

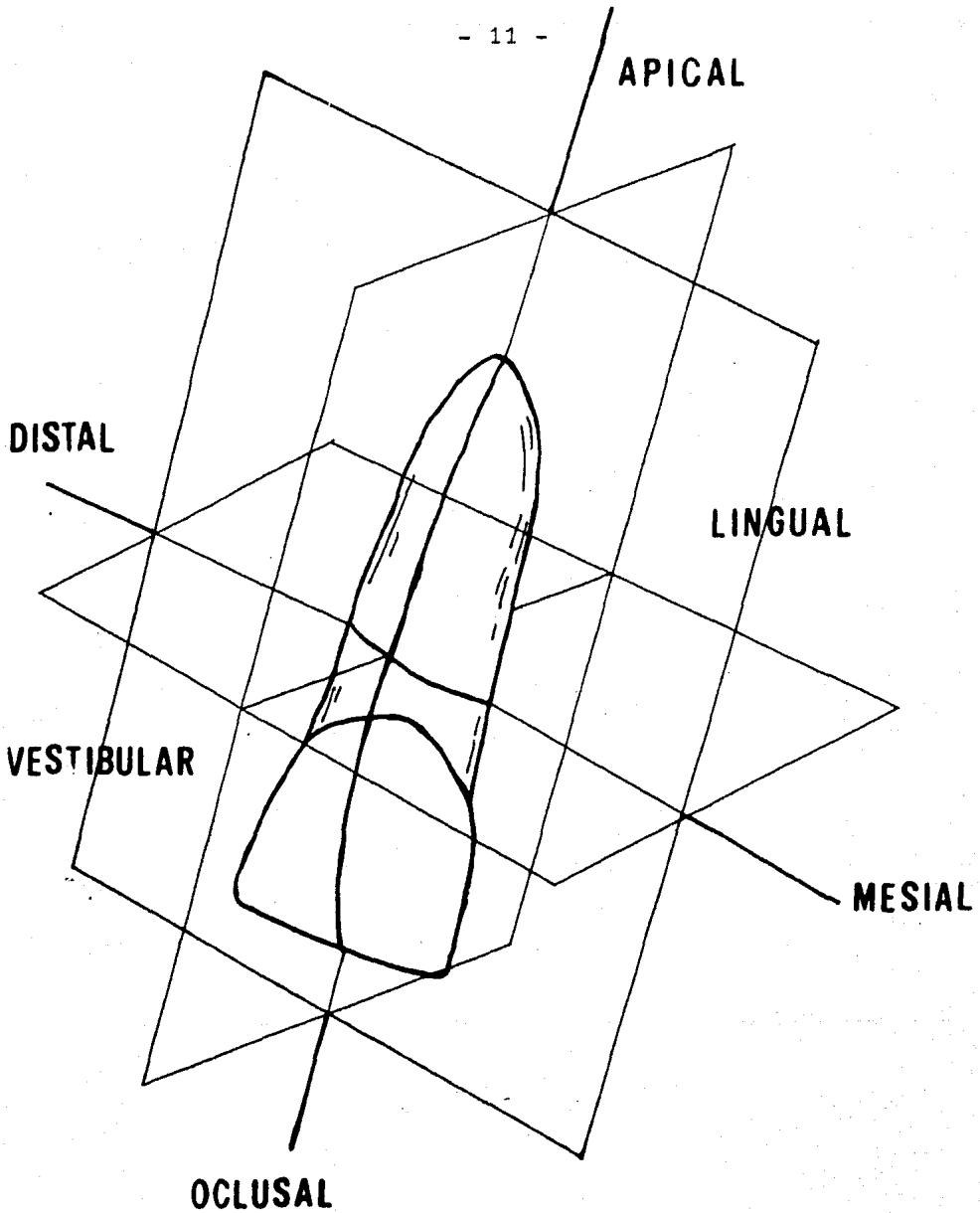


Fig. (1).- En la figura se muestran los ejes y planos de orientación de un diente.

los movimientos dentarios que se pueden producir son:

- a) Movimiento de Inclinación
- b) Movimiento de Traslación.
- c) Movimiento de Rotación
- d) Movimiento de Intrusión.
- e) Movimiento de Extrusión.
- f) Movimiento de Torque.

a) Movimiento de Inclinación:

El movimiento de inclinación también llamado movimiento controlado de la corona, por mucho tiempo fue considerado el tipo de movimiento dental más "biológico".(9) Esta idea probablemente estaba basada en el hecho de que el movimiento dentario fisiológico principalmente se realiza por medio de una inclinación.

Durante el tratamiento ortodóncico, un diente puede ser inclinado con algunas variaciones tanto en sentido mesio-distal, vestibulo-lingual o visceversa.

El movimiento de inclinación indica que a la corona de un diente se le aplica una fuerza única y por lo tanto se produce un movimiento en la corona en dirección a la fuerza aplicada.

Al producir un movimiento de inclinación aplicando una -

fuerza simple a la corona, el centro de rotación se encontrará aproximadamente en un punto situado a la mitad de la longitud de la raíz, por lo que al mismo tiempo se producirá un movimiento de la raíz, solo que éste es en dirección opuesta y de una magnitud mucho menor

Cuando un diente es inclinado, en el ligamento periodontal se producen dos zonas de presión y dos zonas de tensión, las cuales son diagonalmente opuestas como podemos observar en la figura 3.

El uso de una fuerza continua ligera es lo más indicado para realizar este movimiento. (8,9,14,18,31)

b) Movimiento de Traslación:

La traslación indica que la corona y la raíz de un diente se mueven en la misma dirección y a la misma velocidad y supone que la raíz se mueve en forma más o menos paralela a la superficie ósea interna del alvéolo; por lo tanto el diente se mueve corporalmente y la inclinación axial no cambia, ya que no hay movimiento rotatorio ni eje de rotación; el centro de rotación se localiza en infinito. (Fig.4) (8,9,14,15,18)

Para que un diente pueda moverse sin cambiar su posición axial, es necesario que la fuerza sea aplicada directamente -

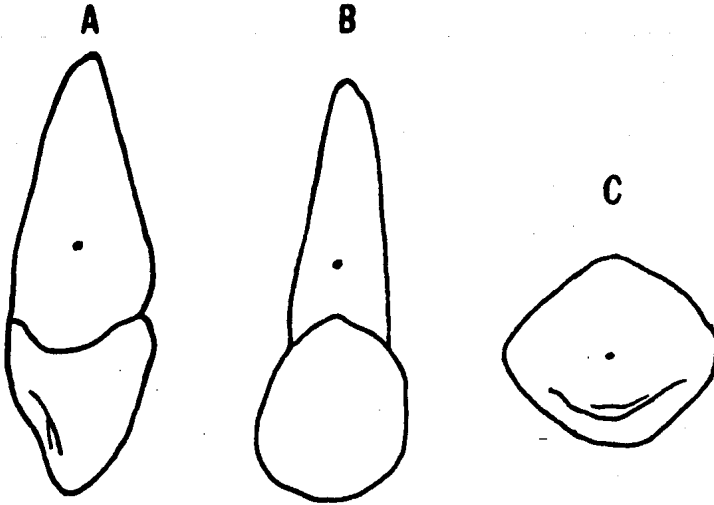


Fig. (2).- Localización de los 3 centros de rotación de un ca
nino. A: anteroposterior; B: transverso; C: vertical.

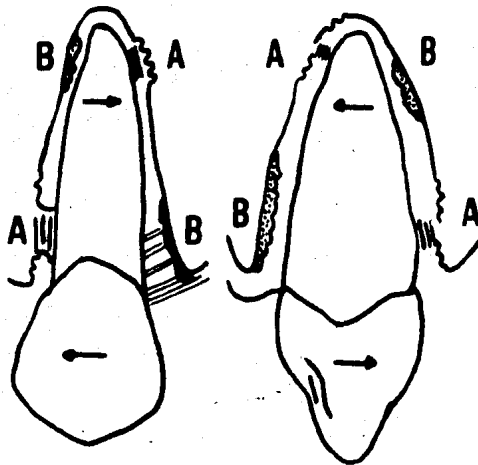


Fig. (3).- A: Zonas de presión producidas por movimientos de
inclinación en sentido mesio-distal y linguo-vesti
bular, en estas zonas se produce reabsorción del -
hueso alveolar. B: Zonas de tensión, donde se depo
sita hueso nuevo.

al centro de resistencia del diente; pero debido a que los centros horizontales de resistencia son clínicamente inaccesibles, este movimiento no puede llevarse a cabo aplicando una sola fuerza al diente, siendo necesario, por consiguiente, la aplicación de un sistema de fuerzas llamado cúpla; como se muestra en la figura 5, en la que se representa el movimiento corporal de un canino dirigido hacia mesial; al aplicar una fuerza (A) para mover a la corona en dirección mesial, la raíz se mueve hacia distal, por lo tanto se debe aplicar otra fuerza que dirija a la raíz en dirección mesial, (fuerza B).

(8,9,14,18,31)

Histológicamente durante el movimiento corporal, la presión se distribuye sobre la cara radicular hacia la cual se aplica la fuerza, produciéndose reabsorción ósea directa a lo largo de la pared alveolar, y se deposita tejido neoformado a lo largo de toda la superficie ósea alveolar interna del lado de la tensión (Fig.6).

Este movimiento es difícil de efectuar y toma más tiempo que otros, debido a la mayor cantidad de hueso que debe ser removida a lo largo de la superficie alveolar antes de que el diente se mueva apreciablemente.(14,15)

Sin embargo, Graber (8) afirma que hay pruebas que indican que el movimiento en cuerpo no es tal, al menos histológi

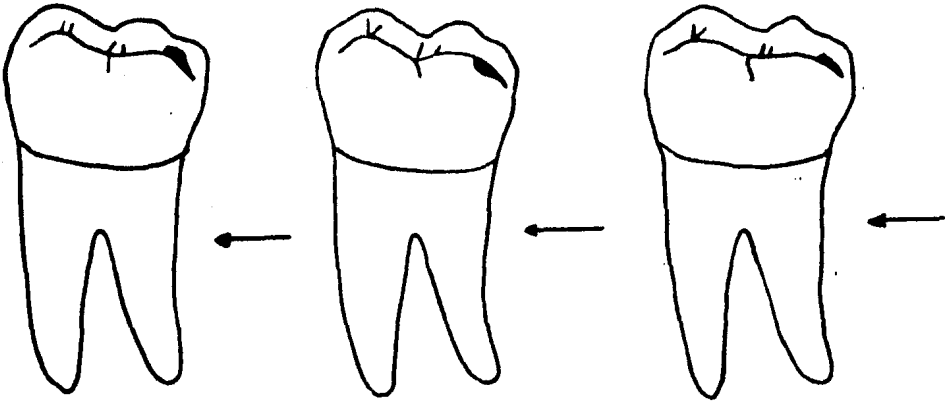


Fig. (4).- En el esquema se muestra el movimiento de traslación de un molar inferior; la corona y las raíces se mueven en la misma dirección y a igual velocidad.

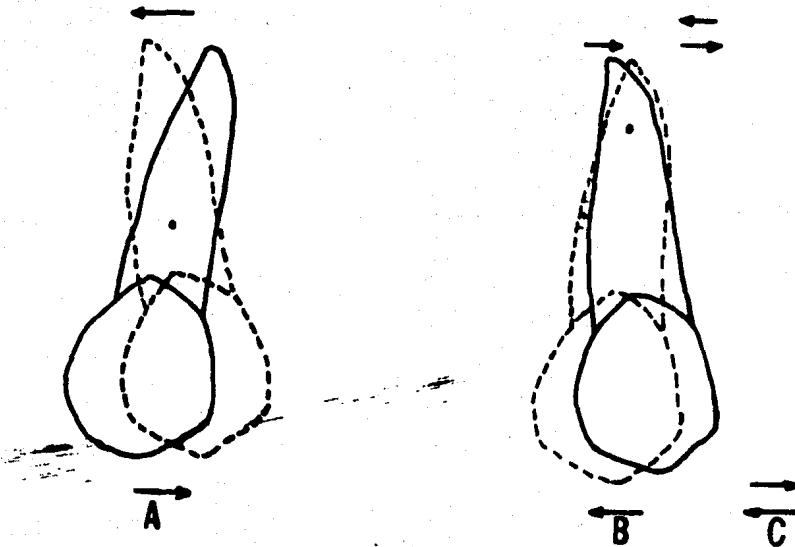


Fig. (5).- Movimiento corporal de un canino por medio de un acoplamiento de fuerzas que lo dirige mesialmente.

camente. Es probable, según dice, que un diente se mueva en cuerpo mediante pequeños movimientos de "vaiven" hasta alcanzar la posición deseada. Estos movimientos de vaiven son movimientos de inclinación imperceptibles y que están siendo objeto de minuciosos estudios por parte de los histólogos para demostrar su existencia.

Para iniciar el movimiento corporal se indica el uso de una fuerza muy ligera, ya que experimentalmente se ha demostrado que el uso de estas fuerzas evita la formación de zonas de presión y disminuye la posibilidad de resorción radicular, la cual se presenta con mayor frecuencia en los movimientos de inclinación a pesar de ser realizados con la misma fuerza durante el mismo tiempo. Esto se debe a que en el movimiento de inclinación la fuerza se concentra en una zona menor.

(8,9,18)

c) Movimiento de Rotación:

El movimiento de rotación indica que el diente gira sobre su eje vertical; cuando el centro de rotación coincide con el centro de resistencia el movimiento se llama rotación pura. Después de realizar una rotación completa, la inclinación axial del diente permanece sin cambios, como se muestra en la figura 7, en la que se puede observar la rotación de un canino en sentido mesio-distal y donde la punta de la corona y el ápice se mueven simultáneamente

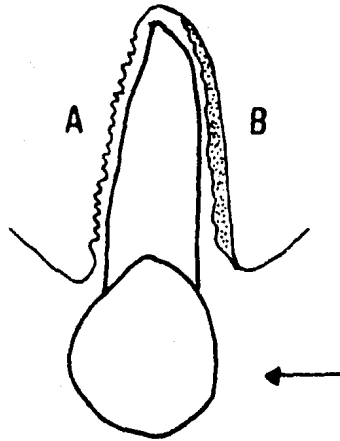


Fig. (6).- Movimiento de traslación en sentido distal de un canino. A: Lado distal de presión, reabsorción; B: Lado mesial de tensión, aposición ósea.

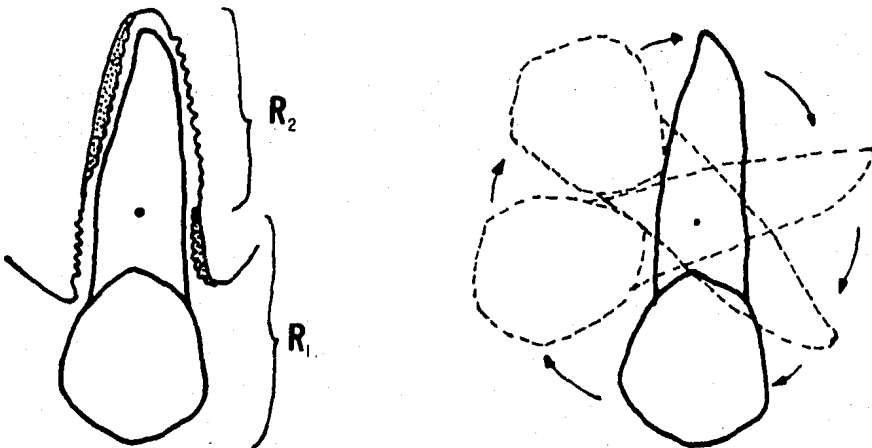


Fig. (7).- Rotación pura de un canino; existe la misma distancia del centro de rotación a la punta de la corona y al ápice, por lo tanto R_1-R_2 ; ambos se mueven la misma distancia en igual tiempo transcribiendo un círculo.

transcribiendo un círculo.

Para producir este movimiento es necesario la aplicación de un sistema de fuerzas y se indica el uso de fuerzas disipantes con períodos de estabilización entre las activaciones del aparato.

Los cambios histológicos subsecuentes a la rotación dependen en parte de las estructuras anatómicas de soporte, forma, tamaño y posición del diente. Si las raíces fueran perfectamente redondas, los cambios de remodelación serían pocos, - sin embargo, la mayoría de las raíces al observarse transversalmente son de forma oval. Debido a ésto cuando un diente rota, las fibras del ligamento periodontal se estiran hasta quedar casi tangentes a la superficie de la raíz, y además se -- crean dos lados de presión y dos lados de tensión.(Fig.8)

Después de terminado el movimiento de rotación, las superficies del alveolo que han experimentado reabsorción y aposición ósea requieren de cierto tiempo para desarrollar una superficie estable para las fibras del ligamento, así como el mismo ligamento para tener otra vez condiciones de equilibrio.

Es por esto que un diente que ha experimentado rotación, presenta recidiva con mayor frecuencia, por lo que se recomienda la sobrerrotación, o sea, girar el diente más de lo necesario. Esta sobrerrotación será proporcional al grado de --

malposición del diente. El grado de recidiva es más probable si el diente se rotó en forma acelerada con una fuerza continua e intensa. (7,8,9,14,18)

d) Movimiento de Intrusión:

Al aplicar una fuerza intrusiva a un diente, éste se desplaza en paralelo a lo largo de su eje radicular en dirección al fondo del alvéolo.

Las fuerzas depresoras causan menos movimiento dentario- absoluto que cualquier otro tipo de fuerza. Esto es debido a que las fibras oblicuas del ligamento periodontal, por la forma en que están adheridas a la raíz y al hueso alveolar, resisten energicamente cualquier presión en sentido del eje longitudinal del diente, evitando daños en el fondo del alvéolo.

Es por esto que para lograr la intrusión de un diente es necesario la aplicación de una fuerza lo suficientemente grande que logra desinsertar las fibras, desligar el plexo intermedio, romper los vasos sanguíneos del ligamento periodontal y ejercer presión provocando la reabsorción ósea de las paredes alveolares y el ápice. También en algunos sitios se produce aposición, localizada en las áreas en que la anatomía de la raíz lo dicta (Fig. 9).

En este tipo de movimiento se trata de evitar la recidi-

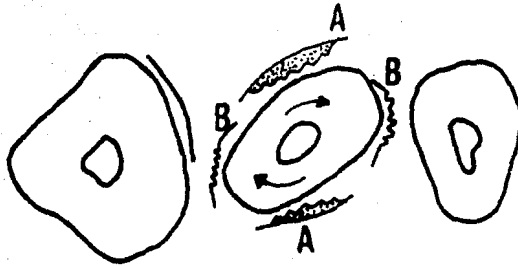


Fig. (8).- Corte transversal de una raíz oval, la cual al rotar produce dos zonas de tensión (A) y dos de presión (B).

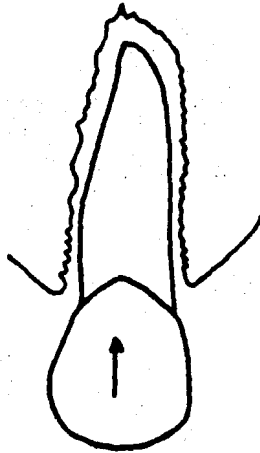


Fig. (9).- Durante la intrusión, se produce reabsorción ósea en las áreas apicales para permitir el movimiento. En ocasiones debido a la forma de la raíz se producen zonas de tensión con la subsecuente aposición ósea.

va usando fuerzas muy ligeras; otra razón para el uso de este tipo de fuerzas es el evitar las inclinaciones labiales o linguales provocadas a menudo por fuerzas de gran magnitud.

En la práctica clínica frecuentemente la intrusión es relativa, debido a que las fuerzas aplicadas difícilmente rompen las fibras periodontales, pero sí evitan que el diente erupcione normalmente junto con los demás dientes que no están sujetos a esta fuerza.

En base a lo anterior el éxito de este movimiento y el tiempo necesario para lograrlo depende de la edad en que se efectue; se ha visto que se tiene mayor éxito si se practica en un período de crecimiento favorable, reduciéndose así el tiempo para efectuarlo y las posibilidades de recidiva.

(7,8,9,14,18)

e) Movimiento de Extrusión:

Durante este movimiento el diente es dirigido hacia afuera de su alvéolo en un plano vertical; y es uno de los movimientos que se realiza con mayor facilidad, debido a que no existe resistencia ósea, a excepción de la presencia de puntos de contacto prematuros o fuerzas funcionales considerablemente mayores.

En base a esta falta de resistencia ósea, las fuerzas --

que deben usarse son las del tipo ligero. (de 25 a 30 gr.).(9)

Si al hacer un movimiento de extrusión se aplica una -- fuerza intensa se provocarán alteraciones en las estructuras pulpares que pueden llevar a la desvitalización de los dientes, así como también a resorciones radiculares.

Cuando se aplica una fuerza de tracción por un tiempo a las fibras del ligamento periodontal, se produce aposición -- ósea en las paredes del alvéolo, más aparente en las regiones apical y crestal; la resorción se presenta solamente para alinear y mantener las trabéculas, reponer haces de hueso, etc. (Fig.10).(1,8,9,14,18)

En el periodonto se presenta un estiramiento y desplazamiento más prolongado de los haces de fibras supralveolares. - que de las fibras principales de los tercios medio y apical - (Fig.11). Algunos de los grupos de las fibras principales puedén verse sometidos a estiramientos durante un período determinado mientras que se mueve el diente; pero estos haces tienden a reordenarse después de un período corto de retención.

Existe un período de reordenamiento de las fibras principales del tercio medio y apical después de un tiempo de retención de 4 a 5 meses (9). Sólo los haces de fibras gingivales-libres quedan estirados por un período mayor, y la estabilidad del diente después del movimiento puede alterarse, por lo

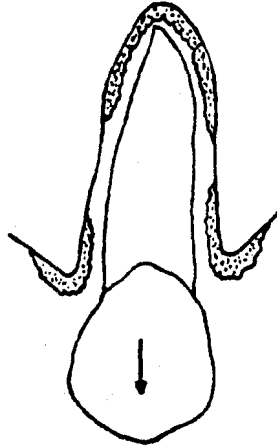


Fig. (10).- Los cambios de remodelación ósea durante la extrusión se presentan por la aposición en la parte punteada, es decir, en las áreas crestales y apicales, con lo cual se mantiene una adecuada relación del diente y el alvéolo.

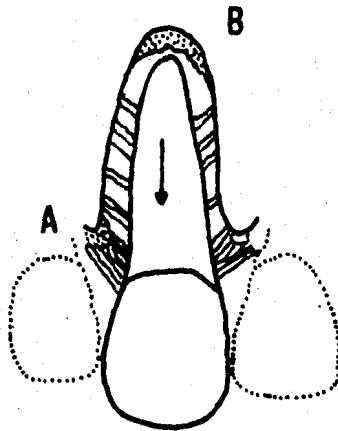


Fig. (11).- Disposición esquemática de los haces de fibras después de la extrusión de un incisivo central superior. (B) nuevas capas de hueso en la parte más profunda del alvéolo; los haces de fibras anclados en (A) están relajados mientras que las supralveolares se encuentran estiradas.

que se sugiere la sobrecorrección del diente para contrarrestar así la recidiva; la cual es más frecuente en adultos que en niños

Al igual que en el movimiento de intrusión, el éxito de la extrusión depende de si el tratamiento se hace durante un período de crecimiento favorable. La duración de los períodos de crecimiento puede variar en cada paciente, pero hay un período principal de crecimiento después de los 13 a 14 años.

(9)

f) Movimiento de Torque:

Teóricamente el movimiento de -- torque es la inclinación de la raíz del diente en sentido lingual, bucal, mesial o distal, sin producir movimientos de la corona y en donde el fulcrum se encuentra situado en la zona del bracket. Sin embargo, mecánicamente se ha demostrado que siempre hay una tendencia de la corona a moverse en dirección opuesta a la raíz.

La reabsorción ósea se presenta en el lado de presión a todo lo largo de la raíz como se ve en la figura 12, en donde la raíz de un canino se mueve distalmente, por lo que se -- crean áreas de presión en toda la superficie alveolar distal con la consiguiente reabsorción. Hay que considerar que la -- reabsorción en la región apical es mayor que en la porción co

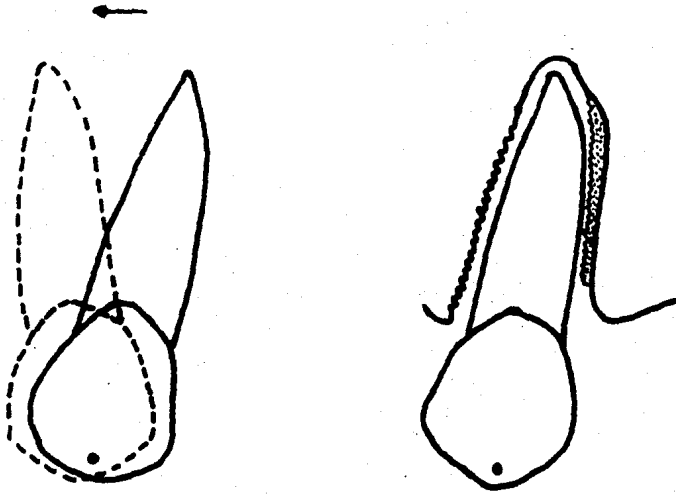


Fig. (12).- Movimiento controlado de la raíz de un canino en sentido distal. El centro de rotación se localiza en la punta de la corona. La presión sobre la pared alveolar distal produce reabsorción ósea a todo lo largo de la raíz; mientras que en la pared mesial se presenta aposición debida a las zonas de tensión.

ronal de la raíz, ésto se debe a que el ápice tiene que recorrer una distancia mucho mayor. En el lado mesial de la raíz se establecen áreas de tensión en donde se lleva a cabo la -- aposición ósea.

Para realizar el movimiento de torque es necesario aplicar un sistema de fuerzas, una que actúe moviendo a la raíz a la posición deseada, mientras que otra controle el movimiento de la corona hacia la dirección opuesta. Como la fuerza varía a lo largo de la superficie radicular, el torque habitualmente se expresa como la cantidad de fuerza en la cresta de los procesos alveolares. Las fuerzas indicadas para el movimiento de torque en la cresta alveolar van de 50 a 60 gr.(9,18)

D.- FUERZA OPTIMA.

* Para poder determinar cuál sería la fuerza óptima para mover un diente se deben de tomar en cuenta varios factores -- como son: tamaño de los dientes, forma de la raíz, dirección y duración de la fuerza, también es posible que intervenga la edad del paciente, la reacción tisular individual, el equilibrio endócrino, etc.

Oppenheim y Schwarz (8) basándose en sus experimentos -- afirman que la fuerza óptima sería aquella equivalente a la -- presión del pulso capilar, o sea de 20 a 26 gr/cm² de superfi

cie radicular; sin embargo, Reitan y Sim se oponen a esta -- afirmación ya que en la práctica son pocos los dientes que -- pueden moverse con fuerzas tan ligeras. De esta manera es me-- jor afirmar que una fuerza óptima es aquella que produce un - movimiento dental rápido en la dirección deseada, con trans-- tornos clínicos y daños tisulares mínimos y con menor canti-- dad de dolor. (8,15,17,18,19)

Otra definición de fuerza óptima es la expresada por Ja-- rabak y Fizzel quienes afirman que: "Las fuerzas óptimas so-- bre el ligamento periodontal son aquellas capaces de catali - zar la actividad celular como para que se produzca una reab - sorción acelerada de hueso sobre el lado de la presión con -- una reconstrucción simultánea sobre el lado de la tensión, -- siempre y cuando esta actividad celular aumentada no se en -- cuentre acompañada de movilidad, molestia o dolor." (14)

En base a lo anterior la reabsorción ósea directa debe - ocurrir, y el diente debe moverse en forma suave y uniforme - de manera ininterrumpida. El movimiento dental progresa así a través de tres etapas: durante los siguientes días e inmedia-- tamente después de aplicada la fuerza, el diente se mueve ra-- pidamente sobre distancias cortas y se detiene, esto represen-- ta el desplazamiento del diente en el ligamento y el espacio-- periodontal, y es seguido por un período de retardo durante - el cual no se presenta movimiento; evidentemente es el momen--

lo en el cual la reabsorción del hueso alveolar ocurre, posteriormente se presenta una gran cantidad de movimiento dental-
lo que refleja el hecho de que el hueso que retiene al diente
ha sido removido. El tiempo en el cual acontecen estas etapas
puede variar de acuerdo al patrón de reabsorción de hueso al-
veolar.

Fizzel y Jarabak (14) realizaron una tabla de valores de
fuerza para los diferentes dientes para lograr un movimient-
dentario óptimo. Para determinar esos valores usaron tres --
guías de origen clínico, las cuales son el dolor, la movili-
dad y el reflejo maxilar, aunque estas guías pueden conside-
rarse como subjetivas; también usaron cefalogramas y radiogra-
ffas intraorales.

El dolor, que es totalmente subjetivo, no es muy confia-
ble ya que el umbral del dolor en cada individuo varía consi-
derablemente. La movilidad dentaria puede considerarse como -
una guía relativamente buena, aunque su valor depende de la -
habilidad del operador para reconocer la luxación dentaria. -
El reflejo maxilar es la guía más confiable. Este reflejo sir-
ve como un indicador correcto de la tolerancia sensorial en -
el ligamento periodontal. Este reflejo se realiza de la si --
guiente manera:

"Uno o varios dientes son golpeados ligeramente con el -
mango de un instrumento dental para producir el refléjo. El -

golpear los dientes del maxilar superior hace que la mandíbula salte hacia arriba, como en el cierre. El golpear los dientes del maxilar inferior relaja momentáneamente los elevadores de la mandíbula, haciendo que la mandíbula caiga. Dado -- que este reflejo es más que nada de protección, tiene lugar -- en respuesta a la estimulación de los distintos órganos sensitivos y órganos terminales que se encuentran en el ligamento-periodontal. La respuesta es generalmente proporcional al umbral. Si el umbral al dolor es bajo, la respuesta suele ser -- muy rápida. Lo inverso ocurre cuando el umbral es alto." (14)

Los valores de fuerza obtenidos se expresan en la siguiente tabla: --

DIENTES	RAICES CORTAS (g)	MEDIANA LONGITUD DE RAICES (g)	RAICES LARGAS (g)
Incisivos Mandibulares	50-55	55-65	65-70
Caninos Mandibulares	85-95	95-110	110-130
Premolares Mandibulares	70-80	80-90	90-100
Primeros Molares Superiore	280-300	300-320	320-360
Incisivos Superiores	65-75	75-85	85-95
Incisivos Laterales Superiores	60-65	65-70	70-80
Caninos Superiores	105-115	115-130	130-170
Premolares Unirradiculares	85-100	100-115	115-135
Premolares Multirradiculares	100-110	120-130	130-140
Primeros Molares Mandibulares	230-250	250-270	270-320

C A P I T U L O I I

B I O M E C A N I C A D E L M O V I M I E N T O

Desde el punto de vista ortodóncico, los movimientos dentales se pueden clasificar en dos tipos:

- a) Movimiento Dental Fisiológico.
- b) Movimiento Dental Ortodóncico.

Estos dos movimientos se llevan a cabo gracias a los cambios biológicos presentes en el tejido periodontal durante -- los procesos de reabsorción y aposición ósea. La descripción de estas reacciones tisulares se ha establecido en base a estudios histológicos efectuados en dientes humanos y de animales de experimentación, durante la erupción y la aplicación de fuerzas a las piezas dentales por medio de aparatos.

A - MOVIMIENTO DENTAL FISIOLÓGICO:

Durante el crecimiento de la mandíbula y el maxilar superior, los dientes sufren constantes cambios en su posición, -- que requieren de un mecanismo de ajuste, de manera que un diente pueda permanecer unido a su alvéolo por medio del ligamento periodontal en forma continua e ininterrumpida.(18)

El movimiento dental fisiológico se refiere al ligero mo

vimiento de inclinación de los dientes en función dentro de su alvéolo, así como también a los cambios en la posición dental que ocurren en personas jóvenes durante y después de la erupción de los dientes. Los cambios menores en la posición dental observada en personas en crecimiento y adultos, usualmente son llamados "migración dental".(9)

Por lo tanto, se puede decir que el movimiento dental fisiológico presenta dos etapas importantes que son la erupción y la migración. (3,18)

ERUPCION:

Se puede definir a la erupción como un movimiento lento en el cual los dientes se dirigen al plano oclusal para ocupar su posición normal; se inicia en forma variable, pero no antes de que haya comenzado la formación de la raíz.

Estudios estadísticos han demostrado que cada diente tiene un rango o período de erupción; sin embargo, éste se puede ver alterado por factores sistémicos como el hipertiroidismo, el hipotiroidismo, deficiencias mentales, etc.; y factores locales como la falta de espacio, ubicaciones ectópicas de los dientes, dientes supernumerarios, anquilosis, etc.

Se ha observado que las fuerzas intrínsecas que hacen -- que un diente erupcione, existen, aunque el diente quede im--

factado; al respecto se ha establecido una teoría que hace --
mención a que: "Siempre que un diente está ubicado en el hueso esponjoso y en una posición horizontal por encima de las raíces adyacentes puede verse sujeto a movimientos eruptivos durante largo tiempo en una gran distancia." (9)

Por otra parte se desconoce la causa por la cual un diente erupciona en dirección mesial o distal. Bjork (9) en estudios radiográficos de dientes humanos observó que los molares superiores erupcionaban principalmente en dirección mesial, mientras que en el maxilar inferior se presentaban variaciones, pues se ha observado que los molares erupcionan más o menos en dirección distal, (Fig.13).

MIGRACION:

Los cambios menores en la posición de los dientes observados en las personas en crecimiento y en el adulto se denominan migración.

En 1925 Stein y Weinman (9) mediante un estudio histológico prueban que los cambios migratorios se producen periódicamente, en menor grado, durante toda la vida como consecuencia del desgaste interproximal en donde los puntos de contacto se convierten en superficies de contacto y mediante el desplazamiento mesial se compensa este desgaste. También se producen cambios migratorios por desgastes oclusales y movimientos

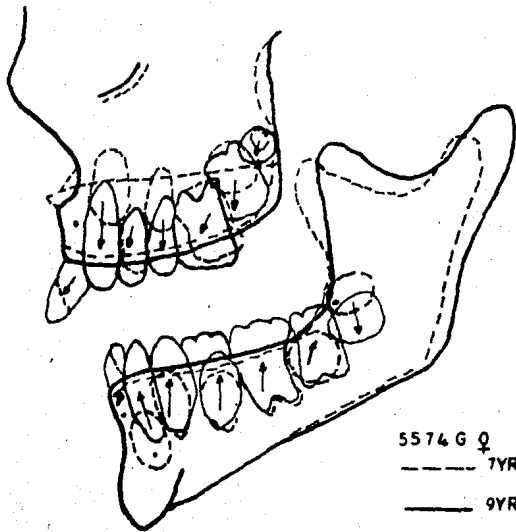


Fig. (13).- En la figura se muestra un trazado cefalométrico y la dirección de la erupción dental.

tos de las piezas dentarias hacia los espacios desdentados antagonistas y continuos. (8,9)

Durante el proceso de migración se presentan tres esta -
dios de calcificación del nuevo tejido que se deposita (Fig.-
14):

- a) Fase Osteoide.
- b) Fase de Hueso Fascicular.
- c) Fase de Hueso Laminar.

a) Fase Osteoide:

Es la fase producida por los osteoblas-
tos en las superficies óseas cuando se acaba de depositar hue-
so nuevo, se observa radiográficamente como una línea blanca-
alrededor del diente; éste a diferencia del hueso calcificado
no es reabsorbido por los osteoclastos. Por lo regular el hue-
so en esta fase está formado por fibras de colágena, substan-
cia cementante y cristales de hidroxapatita. Estudios reali-
zados por Weinman (9) revelaron que el hueso solo se forma --
cuando las fibras de colágena tienen una periodicidad de 640-
700 Å.

b) Fase de Hueso Fascicular:

Al tejido recién calcificado,
así como el más antiguo se le llama hueso fascicular; posee -
un alto contenido de substancia cementante, formada en espe -

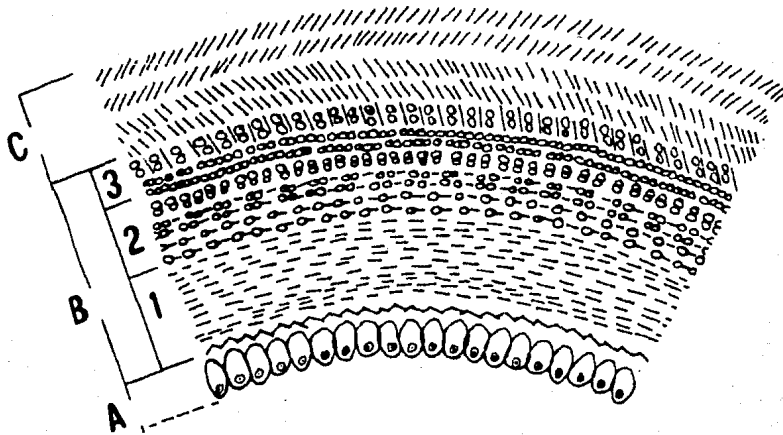


Fig. (14).- En la lámina se observan distintos estadios de calcificación durante el depósito osteoide. (A) Osteoblastos; (B) Osteoide: 1.- Zona interna (osteoide joven), 2.- Zona de transición -- (hueso intermedio), 3.- Zona externa (osteoide viejo); (C) Hueso Calcificado.

cial por polisacáridos altamente polimerizados del tejido conectivo; en cortes histológicos teñidos con hematoxilina y eosina se observa basófilo.

c) Fase de Hueso Laminar:

Cuando el hueso fascicular adquiere cierto espesor y madurez, se forma el hueso laminar con fibras de colágena más delgadas en su matriz. Radiográficamente se observa como una línea radiopaca. (9)

A través de la vida, existen breves períodos de descanso a intervalos periódicos, durante los cuales los dientes no presentan ninguna clase de movimiento. Durante estos períodos de descanso parece ser que se forman haces de hueso, y que las fibras del ligamento periodontal reorientadas se vuelven a anclar en el hueso para conservar la integridad de la inserción. Una vez que se haya depositado una cantidad de hueso, se presenta la reorganización de los sistemas haversianos en el hueso ya depositado. Parte del hueso compacto se llega a convertir en trabéculas. (8)

B.- MOVIMIENTO DENTAL ORTODONCICO.

El movimiento ortodóncico es producido por la aplicación de fuerzas externas por medio de aparatos para mover los dientes.

Básicamente los cambios tisulares presentes durante el movimiento ortodóncico son semejantes a los que ocurren durante el movimiento fisiológico, pero varían en ciertos aspectos; en el primero el movimiento es más rápido y la distancia recorrida es mayor que en el segundo, además se presenta una variación de la reacción tisular de acuerdo al método que se utilice para mover las piezas dentarias, es decir, por el tipo de fuerzas que sean empleadas. (3,9)

Las fuerzas aplicadas para realizar un movimiento ortodóncico pueden ser continuas o intermitentes. Las continuas se producen mediante aparatos fijos y las intermitentes con aparatos removibles. (3,9,16)

1.- Movimiento Dentario Continuo:

En el movimiento continuo la fuerza actúa durante largo tiempo (como sucede en la técnica de alambres ligeros como la de Begg y Jarabak). Este es el tipo de movimiento que se presenta cuando los dientes se mueven con una fuerza elástica, ejercida por ejemplo, por resortes de espiral o diversos resortes auxiliares.

En el movimiento producido por las fuerzas continuas ligeras, los osteoclastos destruyen las espículas óseas por ataque frontal directo y no hay tiempo de que se forme tejido osteoide, muy difícil de destruir por ser más consistente, por-

lo que el movimiento del diente es más fácil y hay menos probabilidades de reabsorciones radiculares.

Aunque el movimiento dentario en sí se interrumpe durante períodos cortos cuando son socavadas las zonas comprimidas libres de células por reabsorción ósea indirecta, los dientes se hallan sujetos decididamente a una fuerza continua cuya actividad se prolonga durante períodos que alcanzan hasta siete meses. (9,15,16)

2.- Movimiento Dentario Intermitente:

Esta forma de movimiento es producida por una fuerza que actúa como un impulso de corta duración, o durante períodos cortos con una serie de interrupciones, las cuales se producen cuando los aparatos se retiran de la boca y cuando las fuerzas se vuelven gradualmente más activas, o sucesivamente más pasivas cuando se mueve el aparato. (15)

El rasgo esencial del movimiento tipo intermitente consiste en que los dientes permanecen en función normal durante la mayor parte del período de tratamiento, por lo cual las fibras periodontales retienen generalmente su disposición funcional. Frecuentemente se observa un aumento del número de células en el ligamento periodontal a causa de la acción intermitente. Posiblemente una presión intermitente actúa como un-

irritante, que en el caso de personas jóvenes provoca a menudo cambios de reconstrucción. Aunque hay excepciones a esta regla, con frecuencia se encuentra un número considerable de células de tejido conectivo joven después del movimiento dentario intermitente, tanto del lado de la tensión como del de la presión. Después se deposita tejido osteoide en zonas de superficies óseas no sujetas a presión. (9,15)

Durante el movimiento fisiológico existe un período de 4 a 5 días antes de que la fuerza de estiramiento origine la -- formación de hueso en las zonas ya reabsorbidas; en los movimientos ortodóncicos habitualmente el período de formación de hueso en las zonas reabsorbidas puede ser de 8 a 10 días dependiendo de la magnitud y duración de la fuerza aplicada. Este retraso muestra la diferencia que existe entre los cambios tisulares provocados por un movimiento fisiológico o por uno ortodóncico.

C.- LIMITACIONES DEL MOVIMIENTO.

Cuando se realiza un movimiento ortodóncico se deben tomar en consideración los obstáculos o limitaciones que se pueden presentar durante el desarrollo del mismo, con la finalidad de evitarlos y así lograr un tratamiento exitoso con mayor facilidad.

Entre las limitaciones más importantes tenemos la base ósea y la edad del paciente al iniciar el tratamiento. Por otra parte debemos tomar en cuenta el grado de reacción de cada individuo, es decir, la forma en que cada paciente reacciona al tratamiento, controlando cada caso según su evolución y modificando si es necesario las diferentes etapas del movimiento de los dientes, cuando alguno de éstos no siguiera el curso prescrito.

1.- Base Osea:

Los desplazamientos dentarios deben hacerse dentro de los límites de las bases óseas. Al observar un corte de hueso podemos ver, sobre todo en el maxilar inferior la base apical tan estrecha sobre la que descansan los dientes. Cualquier desplazamiento clínicamente apreciable que se produzca en la posición de dichos dientes llevará fatalmente a empujarlos contra las láminas corticales externa o interna del hueso, con la consiguiente reabsorción apical y ósea.

La única dirección en que es posible realizar un desplazamiento apical importante es en sentido mesio-distal y viceversa; porque como ya se mencionó antes, un movimiento dentario excesivo en sentido ligal o vestibular es causa de inestabilidad y cambios secundarios de la posición dentaria, hasta que se reorganice y calcifique el tejido nuevo producido en el lado de tensión. Además de la fuerza de reacción que se

produce durante la reorganización del hueso fascicular, también hay tendencia a la contracción de las fibras periodontales que se conectan a las estructuras supralveolares. Estos factores junto con la función muscular y el contacto oclusal durante la masticación, constituyen las causas principales de recidiva después de realizado el movimiento dentario.

Diferentes observaciones clínicas e histológicas demuestran, además, que hay menos reabsorción radicular cuando el diente es movido dentro del hueso medular que cuando es desplazado contra el hueso cortical. Por lo tanto, al tratar de dirigir las raíces dentarias hacia afuera de los límites del hueso alveolar medular, llevandolas contra las paredes corticales, no tiene respaldo clínico ni biológico, lo único que se conseguirá es una mayor probabilidad de recidiva y más peligros de reabsorciones apicales y óseas. (3,16)

2.- Edad:

Si bien es cierto que con presiones adecuadas se mueven los dientes a cualquier edad, existen evidencias de que el movimiento dental es mucho más rápido en los niños, -- que en los adultos. Existen tres factores relacionados con esta diferencia, los cuales son: a) Grado de celularidad del ligamento; b) Densidad y configuración del hueso alveolar; y c) Crecimiento del individuo.

a) Grado de Celularidad del Ligamento:

El ligamento de individuos adultos es aparentemente menos celular. La relativa escasez de células crea un medio local que es menos favorable para la remodelación ósea y subsecuentemente este proceso se llevará a cabo en más tiempo. Por ejemplo, en un individuo joven la proliferación celular en el lado de tensión ocurre generalmente al segundo día de aplicada la fuerza, mientras que en el adulto esta proliferación se presenta alrededor del octavo día. Así en individuos de edad avanzada, usualmente sus fibras principales son más gruesas, por lo tanto, el tipo y cantidad de formación ósea es diferente, los cambios asociados con la hialinización del ligamento serán más severos, y la reparación que es mediada por células es menos eficiente y tomará mucho más tiempo.

b) Densidad y Configuración del Hueso Alveolar:

La densidad y configuración del hueso alveolar varía de un adulto a un niño, pues en el adulto generalmente el hueso es más denso, con menor cantidad de espacios medulares y con menos sitios activos de remodelación. Por lo tanto el movimiento dental tomará más tiempo debido a que existe un volumen mayor de hueso para ser reabsorbido. Sin embargo, los espacios medulares más pequeños indican que las posibilidades de reabsorción socavadora indirecta son mayores, y por lo tanto la hialinización.

del ligamento, si ocurre, durará más tiempo. En este sitio la densidad del hueso alveolar y la relativa escasez de células del ligamento actúan retardando el movimiento dental y por lo tanto los cambios reparativos.

En personas jóvenes. a diferencia de los adultos el hueso alveolar es más denso y con grandes espacios medulares en -- áreas apicales, lo que permite un movimiento dental más rápido.

c) Crecimiento del Individuo:

Durante los períodos activos del crecimiento los tejidos son más adaptables a los cambios de remodelación cuando se aplican fuerzas ortodóncicas para mover los dientes. Así se ha observado que existe un éxito mayor en el movimiento de las piezas dentales si se realiza en un período favorable de crecimiento. Un ejemplo de este éxito se presenta si la extrusión de un diente se lleva a cabo poco después de que el diente ha hecho erupción.

Pero a pesar de esto, también es factible el movimiento ortodóncico en pacientes adultos, sólo que en ellos es más recomendable el movimiento en cuerpo de los dientes, debido a que el cemento tiende a proteger el diente y es generalmente más grueso en los adultos. El movimiento de inclinación parece que produce más daño en la región de la cresta alveolar en

los adultos que en los niños, por lo tanto este es un factor que indica la necesidad de realizar movimientos en cuerpo -- siempre que sea posible. Se recomienda la utilización de fuerzas ligeras continuas para los adultos, en lugar de las fuerzas interrumpidas, como las que son aplicadas por aparatos removibles. En el adulto son necesarias fuerzas continuas para estimular el desarrollo constante de osteoblastos y osteoclastos. Por último debe recordarse que en los adultos es más fácil dañar la pulpa y desvitalizar el diente, ya que el agujero apical es de menor diámetro y es más fácil, por lo tanto, dañar los vasos y nervios que hacen su entrada por él

En resumen, los movimientos ortodóncicos son más favorables si el crecimiento no se ha completado, como ocurre en -- las personas hasta de 18 y 20 años de edad. (8,9,18,22)

C A P I T U L O I I I

R E S P U E S T A T I S U L A R A L M O V I M I E N T O

O R T O D O N C I C O

Los dientes pueden ser movidos por medio de aparatos ortodóncicos debido a ciertas propiedades fundamentales de los tejidos que los soportan. Cuando una fuerza es aplicada a un diente se crean cambios histológicos en los tejidos de soporte así el hueso alveolar es reabsorbido en aquellos lugares - en que la raíz durante cierto período provoca una compresión del ligamento periodontal; y se deposita hueso nuevo donde -- existe una fuerza de tracción actuando sobre el hueso alveolar.

Estos cambios tisulares durante el movimiento ortodóncico son, por lo general, similares durante todos los tipos de movimiento dental, pero existen ciertos factores que pueden - modificar estos mecanismos como son: la magnitud, dirección y duración de la fuerza, tipos de hueso, factores sistémicos, - etc.

Los elementos histológicos que experimentan cambios durante el movimiento de los dientes son fundamentalmente el ligamento periodontal con sus fibras de soporte, células, capi-

lares, nervios, hueso alveolar y cemento. También se presentan cambios en el tejido pulpar.

Para que el diente se mueva es necesario que la fuerza aplicada venza el tono del ligamento, el cual refleja la energía necesaria para poner en movimiento los líquidos intersticiales. Por lo tanto, la fuerza aplicada deberá comprimir el ligamento en un lado y tensionarlo en el otro, así la remodelación de hueso, estimulada por la aplicación de una fuerza a un diente permite que éste se mueva y el alvéolo conserve su integridad.

A. M. Schwarz (13) clasificó el grado de acción biológica que ejercen las fuerzas, principalmente las continuas; es importante conocer esta acción biológica para evitar dañar -- tanto al diente como al alvéolo y así conservar la integridad antes mencionada.

Estos grados de acción biológica son:

- 1.- Fuerzas sublimares, en las que ni clínica ni histológicamente pueden comprobarse signos de reacción.
- 2.- Fuerzas compresivas débiles ($15 - 20 \text{ gr/cm}^2$) por debajo de la presión capilar, en las que aparecen clínicamente movimientos dentarios y procesos de reconstrucción histológicos sin signos patológicos.
- 3.- Fuerzas compresivas mayores ($25 - 50 \text{ gr/cm}^2$) dentro-

o por encima de la presión capilar con interrupción local o temporalmente limitada de la circulación capilar y procesos de reconstrucción y desintegración en los huesos.

- 4.- Fuerzas compresivas intensas que conducen a necrosis circunscritas y resorciones hasta de la dentina de la raíz.

Cuando se presenta el proceso de remodelación en el hueso aparecen principalmente dos tipos de células que son las células osteoblásticas y osteoclasticas.

Los osteoblastos son las células formadoras del hueso; contienen numerosas mitocondrias y un retículo endoplasmático bien desarrollado, así como gran cantidad de RNA.

Los osteoclastos son células multinucleadas especiales que están presentes en los procesos de reabsorción; al igual que los osteoblastos contienen numerosas mitocondrias.

(1,8.13.22)

Existen cuatro factores generales en el movimiento dentario que conviene mencionarlos ya que cualquiera de ellos puede causar una variación en la respuesta del diente o sus tejidos de soporte cuando se aplica una fuerza.

Estos factores son:

- 1.- Tipo de Hueso.
- 2.- Ligamento Periodontal.
- 3.- Diente.
- 4.- Edad.

1.- Tipo de Hueso:

Su constitución hace variar la respuesta. Existen huesos con espacios medulares anchos y muy bien vascularizado, este tipo de hueso reaccionará generalmente bien. El hueso con pocos espacios medulares y mal vascularizado reaccionará peor que el anterior. Ambos tipos de hueso pueden localizarse en un mismo alvéolo. El hueso es más denso en vestibular y lingual y menos denso en mesial y distal.

2.- Ligamento Periodontal:

Puede hacer variar la respuesta al movimiento dependiendo de que el ligamento sea más o menos ancho.

3.- Diente:

Aquí la respuesta puede variar dependiendo del tamaño y forma de las raíces de los dientes, así como su disposición dentro de la arcada.

También puede influir el estado de salud en que se en ---

cuentra el diente; aunque se sabe que los dientes desvitalizados reaccionarán como un diente normal, ya que su ligamento - periodontal es normal.

Sin embargo, los dientes traumatizados pueden ser dientes imposibles de mover cuando la hemorragia post-traumática se encuentre calcificada. Otro tipo de dientes que tampoco podrán moverse son los dientes idiopáticamente anquilosados.

4. - Edad:

En jóvenes menores de 12 años existe gran cantidad de tejido en proliferación, aquí se puede hacer todo tipo de movimientos más fácilmente que en un adulto. Este tiene un hueso más denso, con pocos espacios medulares y menor número de células, por lo tanto el movimiento es más tardío y más difícil de retener.

Por lo tanto podemos decir que los requerimientos necesarios para mover un diente son: huesos con una densidad relativamente baja, dientes sanos, un tejido vascular intacto y una fuente potencial de células que pueda ser activada rápidamente para llevar a cabo los mecanismos de reabsorción y aposición ósea. (22)

A.- REABSORCION OSEA.

Los sistemas biológicos que originan la reabsorción ósea han sido ampliamente estudiados, pero no se ha establecido su naturaleza precisa.

Según Ham (12) cuando se está realizando el proceso de reabsorción, por ejemplo en las superficies de una trabécula, se encontrarán dos tipos de células rodeandola. Primero se encuentran algunos tipos de células osteógenas inactivas que tienen núcleos alargados y parecen rodear a la trabécula, excepto en algunos lugares donde se fusionan en las células multinucleadas llamadas osteoclastos.

Estas células osteoclásticas tienen la facultad de causar reabsorción del hueso (Fig. 15), probablemente actúan al secretar una enzima que digiere la matriz proteínica y también desintegra las sales óseas, de manera que son absorbidas hacia los líquidos vecinos. Como consecuencia de la actividad osteoclástica, llegan al fluido extracelular calcio y fosfato.

(11)

El hecho de que los osteoclastos corroan hueso también lo sugiere el que suelen ocupar pequeñas fosas redondeadas en la superficie del hueso en el que terminan; estas pequeñas fosas que parecen haber sido corroidas se llaman Lagunas de Howship. (12)

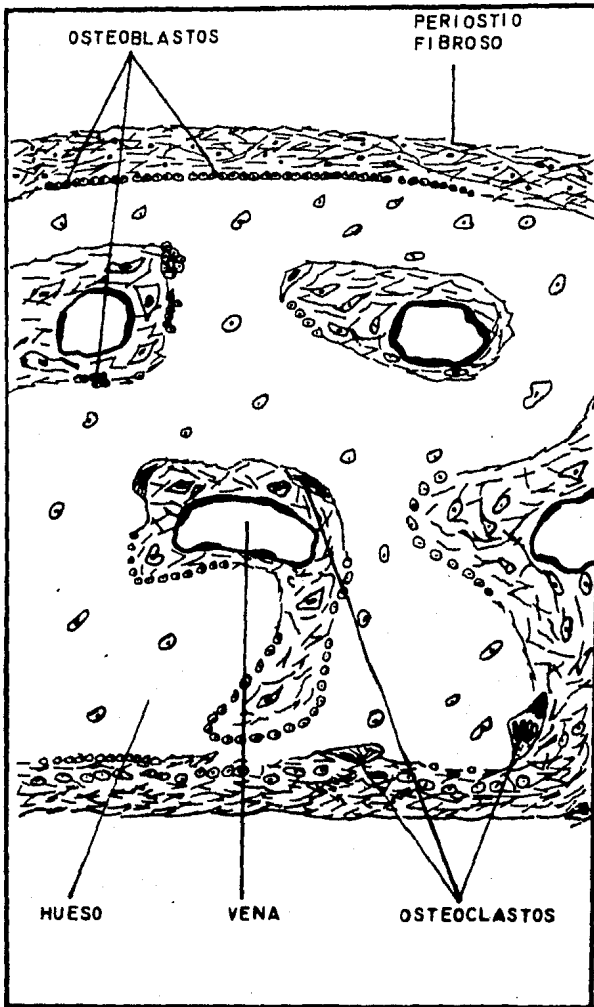


Fig. (15).- Acumulación osteoblástica y resorción osteoclástica.

La reabsorción de la sustancia ósea se puede realizar - de dos maneras:

a) Reabsorción Lacunar (osteoclasia):

En este tipo de reabsorción la destrucción ósea es producida por la acción de los osteoclastos. El proceso mediante el cual los osteoclastos reabsorben el hueso se ha descrito de la siguiente manera:

- 1.- Se presenta una descalcificación inicial de las sales minerales del hueso, producidas por el descenso local del pH.
- 2.- Aparece una acción proteolítica sobre la matriz orgánica, que resulta en la liberación de sales de calcio.
- 3.- Se produce destrucción simultánea de los componentes orgánicos e inorgánicos.
- 4.- Por último se presenta fagocitosis de la matriz orgánica, una vez eliminadas las sales inorgánicas como consecuencia de alteraciones del equilibrio físico - químico.

b) Halistéresis (osteólisis):

En este proceso el hueso se desintegra en sus componentes separados sin la acción de los osteoclastos. Las teorías que explican el proceso de la destrucción celular del hueso son: ablandamiento y licuefacción de la matriz orgánica y lixiviación de los componentes inor -

gánicos; o bien, pérdida de los componentes inorgánicos producida por los trastornos del equilibrio físico-químico normal, seguida de reversión del componente orgánico a tejido conectivo.

Lo que aún no ha quedado totalmente aclarado es si es posible que haya reabsorción ósea sin la intervención de los osteoclastos. (4,6)

1.- Tipos de Reabsorción Osea:

Durante el movimiento ortodónico pueden presentarse dos tipos de reabsorción según las condiciones en que se aplique la fuerza, éstos son:

- a) Reabsorción Frontal o Directa.
- b) Reabsorción Trasera ó Indirecta.

En la reabsorción frontal o directa los vasos del ligamento permanecen permeables después de la aplicación de la fuerza y el hueso reabsorbido es el que está inmediatamente después del ligamento, siempre y cuando la superficie ósea alveolar interna presente suficientes espacios medulares abiertos.

El proceso de reabsorción directa se realiza gracias a la presencia de células llamadas osteocitos, en la zona de presión; estas células, debido a la anoxia, se van transformar--

mando en osteoclastos, los cuales socavan la substancia ósea mediante la formación de lagunas directamente sobre la superficie del hueso.

La reabsorción ósea indirecta, descrita por primera vez por Sandstet (1904) y después por Schwarz (1932), se produce cuando la fuerza aplicada es intensa y por lo tanto produce oclusión vascular, así el ligamento periodontal, privado de su aporte nutricional, sufre cambios regresivos a los que se les conoce como "hialinización". Estos cambios también se presentan aún cuando las fuerzas sean relativamente moderadas, en los casos en que la cara ósea interna de la zona de presión es lisa y tiene pocos espacios medulares.

Durante la hialinización la celularidad y la organización de las fibras desaparece y el ligamento adquiere un aspecto amorfo, la actividad del ligamento cesa aparentemente; por lo tanto, la reabsorción ósea no puede ocurrir en la parte frontal del hueso inmediatamente adyacente a esta zona, más bien se presenta en los espacios medulares contiguos y en la placa alveolar por arriba y por debajo de la porción del ligamento que está hialinizada. Este proceso de reabsorción por socavado lleva varios días y a veces hasta dos semanas, y más tiempo aún si la densidad ósea es muy marcada.

El desplazamiento del diente se detiene como resultado -

del proceso de hialinización; pero, una vez completamente socavado el tejido libre de células, se produce un movimiento repentino. Si la fuerza que actúa sobre el diente es de magnitud moderada durante el movimiento siguiente, la reacción tisular continua a menudo como reabsorción directa; en cambio, si la fuerza es intensa se forman nuevas áreas de presión tan pronto como se elimina la primera. (3,9,15,22,27)

2.- Hialinización:

Cuando la fuerza aplicada a un diente supera la presión capilar, aparecen una serie de fenómenos tales como una desaparición de elementos celulares, obliteración de los capilares, trombosis, isquemia y muerte celular. Todos estos fenómenos reciben el nombre de hialinización. La hialinización es un proceso rápido que no supera generalmente las 36 horas; sin embargo, se necesitan de 10 a 30 días para que este tejido sea eliminado.

La eliminación y reconstrucción de las zonas hialinizadas son procesos que ocurren más o menos simultáneamente. En el área hialinizada circunscrita, las células del tejido conectivo sufren pérdida de su citoplasma y reducción de su núcleo, después de unas pocas horas. Este proceso autolítico es causado por varias enzimas. Al mismo tiempo, nuevas células de tejido conectivo se acumulan alrededor del área comprimida.

Los fibroblastos aparecen tan pronto como la compresión-

se ha iniciado y los macrófagos un poco después. Estos últimos son los encargados de remover el tejido fibroso degradado, así como los residuos de elementos celulares. Algunos autores son de la opinión de que los fibroblastos también pueden actuar como "células removedoras de tejido".

La localización del tejido hialinizado así como su extensión, es determinada ampliamente por factores mecánicos, tal como la dirección del movimiento. En un movimiento de inclinación (Fig.3), la zona hialinizada se localizará cerca de la cresta alveolar. En un movimiento en cuerpo (Fig.6), se localizará cerca de la porción media de la raíz. En un movimiento de rotación (Fig.7), casi siempre hay dos zonas comprimidas.

Cuando un movimiento de inclinación se realiza con una fuerza excesiva, también resultarán dos zonas comprimidas, -- una en la región marginal y otra en la apical (Fig.16).

Si a lo largo de la superficie ósea existen algunas espículas protrusivas se observarán dos o más zonas menores de hialinización a lo largo del lado de presión (Fig.17).

Como regla solo hay una zona de hialinización, cuya extensión está determinada por la forma y el contorno de la superficie ósea. Si este es plano y liso, habrá claramente una gran zona de células libres. Su extensión también está influ-

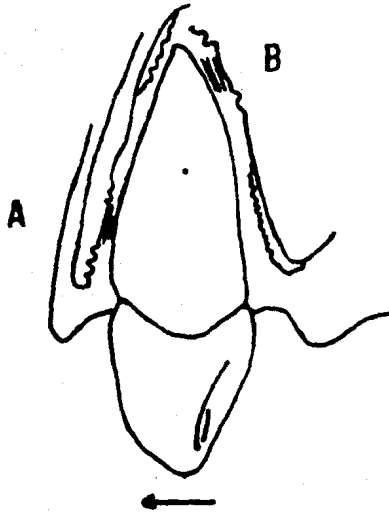


Fig. (16).- Un movimiento de inclinación prolongado puede dar como resultado la formación de una zona secundaria de hialinización, A. La compresión del ligamento - periodontal se mantiene en la región apical, B.

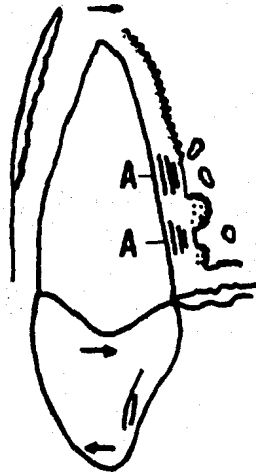


Fig. (17).- Se ilustra la formación de zonas hialinizadas que se pueden presentar a partir de espículas óseas - protrusivas.

enciada por la magnitud de la fuerza. Cuando se aplica una -- fuerza inicial intensa en el caso de una superficie ósea plana, la zona hialinizada será extensa (Fig.18).(8,9,22)

3.- Reacción Tisular Inicial y Secundaria:

Cuando comien-- za un movimiento dentario las fibras periodontales se aflojan gradualmente; se comprimen del lado de la presión y se esti-- ran del lado de la tensión. Se ha demostrado que algunos de -- los vasos periodontales son comprimidos unos pocos minutos -- después de la aplicación de fuerzas ortodóncicas. (18)

En las zonas de presión marginal se observan los prime-- ros indicios de reabsorción ósea, y aposición en las zonas de tensión.

Poco tiempo después de haber comenzado el movimiento, -- del lado de la presión se observan osteoclastos en sus lagu-- nas sobre la superficie interna del hueso alveolar. En indivi-- duos jóvenes se ha visto que la reabsorción comienza después-- de 24 horas o antes, y sus variaciones dependen hasta cierto-- punto de la reacción tisular individual.

La reabsorción ósea se produce antes si la cara interna-- del hueso presenta irregularidades o espacios medulares abier-- tos. Pero es muy raro que la presión que el diente ejerce so--

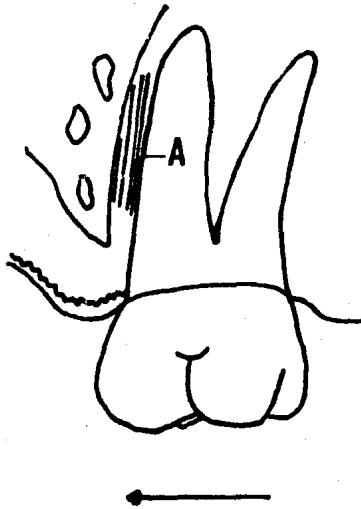


Fig. (18).- En la figura se observa una zona amplia de hialinización que se puede presentar al -- aplicar una fuerza intensa sobre una super_ficie ósea plana.

bre el hueso produzca una reabsorción directa. Generalmente, el comprimir el ligamento periodontal contra la pared del alvéolo, dá como resultado que la zona del ligamento periodontal comprimida quede libre de células, y el movimiento del diente se detenga hasta que se ha eliminado el tejido hialinizado.

El tiempo necesario para la reabsorción socavante del hueso y la eliminación del tejido hialinizado es proporcional a la extensión de la hialinización.

Es por esto que el período inicial es más largo para la intrusión y la traslación, ya que incluyen zonas más grandes de circulación periodontal. Esta es la razón por la que estos movimientos se inician con fuerzas muy ligeras, es decir, para evitar la formación de zonas excesivas de hialinización.

La duración de la reacción inicial en el hombre varía de pocos días a unas pocas semanas.

Después, y ya dentro de lo que se considera respuesta secundaria, el espacio periodontal se ensancha y se ve típicamente reabsorción directa del hueso. En el lado de la tensión una proliferación de osteoblastos indica la aparición de tejido osteoide, el cual es seguido por hueso nuevo. La velocidad y dirección de la nueva formación ósea depende de la tensión-

ejercida por las fibras periodontales. (3,9,18,21)

B.- APOSICION OSEA.

La aposición ósea es el mecanismo de formación de hueso que se lleva a cabo en el lado de tensión al mover un diente.

Aunque los factores generales que se presentan en la reabsorción ósea, también se relacionan con la formación de hueso; existen algunas diferencias importantes, como es la oclusión vascular, la cual en el lado de tensión no se presenta.-

Sin embargo, existen algunos reportes, en los cuales se indica que las fuerzas muy intensas pueden retardar o inhibir la formación de hueso en el lado de tensión y estimular la -- formación de osteoclastos, particularmente cuando las fibras están dañadas, presentandose así poca formación de hueso.

El proceso de aposición ósea involucra tres etapas; en la primera se presenta la proliferación celular, la segunda -- consiste en la formación de tejido osteoide, y en la tercera -- ocurre la calcificación del tejido nuevo.

La proliferación celular en el hombre se presenta des -- pués de un período de 30 a 40 horas de aplicada la fuerza. El primer signo de la aposición ósea es la formación de células -- conectivas jóvenes, tanto fibroblastos como osteoblastos, éstas últimas son las células características del proceso de --

aposición ósea y son las que depositan el hueso (Fig.15).

Poco después de comenzar la proliferación celular se depositará tejido osteoide en el lado de tensión. Este depósito se realiza cuando los osteoblastos secretan colágena y mucopolisacáridos que se transforman en fibras colágenas muy fuertes. Estas representan la mayor parte de la matriz del nuevo hueso. La formación de este nuevo osteoide depende en parte de la forma y espesor de los haces de fibras. Si éstos son gruesos, el osteoide recién formado se depositará a lo largo de los manojos de fibras estriadas, dando lugar a la formación de laminillas óseas. Si los haces de fibras son más delgados, se forma una capa de osteoide más uniforme sobre la superficie ósea.

Una vez producida la matriz proteínica, se depositan sobre ella sales de calcio que la transforman en la estructura que se conoce como hueso. El depósito de estas sales exige: 1) La combinación de calcio y fosfato para formar fosfato de calcio, CaHPO_4 , y 2) Una transformación lenta de este compuesto en hidroxiapatita. La calcificación del tejido osteoide se presenta en un período de 9 a 10 días. (1,3,9,11,14)

C.- REACCION DEL LIGAMENTO PERIODONTAL.

Storey demostró (22) que: "La respuesta inicial de los -

tejidos periodontales a la aplicación de una fuerza ortodóncica, es una reacción inflamatoria."

Como ya ha sido mencionado en el lado de presión el ligamento periodontal sufre una compresión que puede causar desde una anoxia hasta la muerte celular provocando hialinización.

En el lado de tensión las fibras del ligamento periodontal se encuentran estiradas, el espacio periodontal está ensanchado y ocupado por células osteoblásticas que empiezan a secretar y sintetizar hueso nuevo. Si las fuerzas aplicadas son excesivas las fibras se desgarran a nivel del plexo intermedio y no en la superficie del hueso alveolar o del diente, según lo afirmado por Sicher (8) y como puede verse en la figura 19.

Cuando el ligamento periodontal ha sido dañado, los procesos de reparación son efectuados por las células proliferativas, las cuales reparan los haces de fibras y las readaptan al cambio de posición entre el diente y el hueso alveolar. Este mecanismo involucra a su vez la actividad del plexo intermedio en el ligamento. Las fibras maduras que forman parte de la zona externa del ligamento periodontal, se incorporan en el hueso y forman las nuevas fibras de Sharpey. Las fibras menos maduras o fibrillas se convierten en fibras maduras de la capa externa, al mismo tiempo las fibras que se están elongan

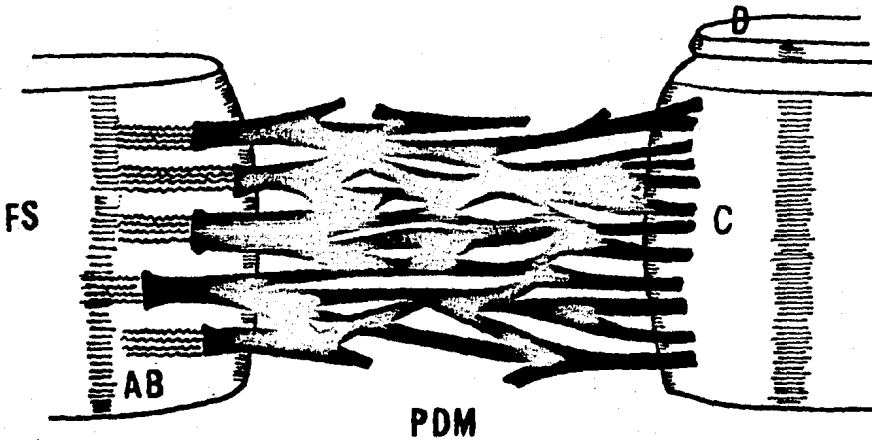


Fig. (19).- Representación diagramática de las fibras principales al pasar por el espacio del ligamento periodontal. PDM, fibras principales del ligamento periodontal. AB, hueso alveolar. C, cemento acelular. D, dentina. FS, fibras de Sharpey.

do para mantener la longitud apropiada del ligamento y unir a las fibras de la zona externa con las fibras estables de la zona interna, son las fibras del plexo intermedio.

Por lo tanto para que el ligamento mantenga su posición y dimensiones adecuadas es necesario un mecanismo adaptativo en el cual el plexo intermedio cumple un papel importante.

(8,14,15,19,22)

D.- REACCIONES DE LOS TEJIDOS DENTARIOS.

1.- Esmalte:

En el esmalte no se observan cambios tisulares como resultado del movimiento dentario; pero sí es importante hacer mención de que en pacientes con mala higiene bucal y sometidos a un tratamiento ortodóncico, suelen presentarse manchas blanquesinas, que corresponden a zonas de descalcificación del esmalte debido a la acumulación de placa dentobacteriana alrededor de las bandas o brackets, que no fueron removidos.

2.- Cemento:

La superficie de la raíz generalmente posee una capa cementoide orgánica acelular sobre el cemento. Al aplicar presiones ortodóncicas, esta capa cementoide protecto

ra puede ser perforada formando áreas semilunares de resorción en el cemento.

Si las fuerzas empleadas son intermitentes o si el tratamiento ha sido terminado, los cementoblastos rellenan estas zonas excavadas, pero el cemento nunca presenta el mismo aspecto microscópico que la estructura original.

3.- Dentina:

Con presiones grandes la solución de continuidad de la capa cementoide y la resorción del cemento van seguidas por la resorción de la dentina en algunos casos. Aunque las presiones prolongadas parecen ser un factor, y los factores endócrinos predisponen a los pacientes a este tipo de resorción, el fenómeno de resorción no es completamente conocido. Los ápices con frecuencia son destruidos, y una vez que se pierden, no vuelven a formarse. Si el daño a la dentina es solo una zona socavada bajo el cemento los cementoblastos penetran a la depresión y reparan el daño en la dentina con una substancia parecida al cemento.

4.- Pulpa:

Las fuerzas leves pueden causar hiperhemia del tejido pulpar. Los pacientes en ocasiones presentan sensibilidad a los cambios térmicos y pulpitis después de ajustar los aparatos ortodóncicos. Si la presión es fuerte, puede presen-

tarse degeneración total o parcial de la pulpa, y el diente - se oscurecerá debido a la hemorragia y a la necrosis. Los ex perimentos indican que durante el tratamiento ortodóncico -- existe menor sensibilidad a las pruebas eléctricas de vitali- dad pulpar. La reacción pulpar se normaliza después de haber- terminado el tratamiento ortodóncico. (8)

C A P I T U L O I V

L E S I O N E S P E R I O D O N T A L E S

M A S F R E C U E N T E S E N L O S

T R A T A M I E N T O S O R T O D O N C I C O S

Como consecuencia de un movimiento ortodóncico, se pueden presentar efectos colaterales adversos, como son lesiones a las estructuras periodontales.

Por lo común estas lesiones son causadas por los aparatos empleados durante el tratamiento ortodóncico. Sin embargo, el trauma puede provenir de fuerzas excesivas ejercidas sobre los dientes, o bien puede producirse trauma oclusal durante el movimiento dentario. (10)

En base a lo anterior clasificaremos a las lesiones de acuerdo a su origen, y así tenemos:

- A.- Lesiones provocadas por la aparatología.
- B.- Lesiones provocadas por fuerzas excesivas.
- C.- Lesiones provocadas por traumas oclusales.

A.- LESIONES PROVOCADAS POR LA APARATOLOGIA.

La presencia de aparatos ortodóncicos generalmente inter

fiere en el ejercicio normal de los tejidos y con el masaje - que ocurre durante la masticación, deglución y habla. También dificulta la tarea de mantener limpios los dientes ya sea con el cepillado o con aditamentos. Por ejemplo, con técnicas multibanda se le dificulta al labio o la lengua limpiar los restos del bolo alimenticio del surco o fondo de saco mucogingival y la encía por la obstrucción mecánica de los aparatos. -

El alimento permanece alojado en el surco gingival y alrededor de los aparatos ortodóncicos. También con frecuencia, la periferia de las bandas ortodóncicas penetra abajo del margen de la encía; y como es frecuente que el tratamiento ortodóncico se comience en el período de erupción dentaria en que el epitelio de unión está todavía sobre el esmalte, las bandas no deben penetrar en los tejidos gingivales más allá de este epitelio. El desprendimiento forzado de la encía, a lo cual sigue la proliferación apical del epitelio de unión, produce la mayor recesión gingival que se observa en algunos pacientes tratados ortodóncicamente; como fué comprobado por -- Steiner, Pearson y Ainamo en su estudio sobre los cambios de la encía marginal después de un movimiento labial de dientes de monos (29). Además, si hay inflamación gingival, se impide que el margen gingival siga al epitelio en migración y se producen bolsas.

Y ya en conjunto, las bandas y los restos de alimentos - actúan como factores de irritación constante. Debido a la --

falta de ejercicio, éxtasis circulatorio; irritación constante de los aparatos, así como el material en putrefacción, los tejidos gingivales se tornan hiperhémicos, edematosos e hinchados. El color rosa es reemplazado por un color violáceo y estos tejidos sangran fácilmente. (6,7,8,9,17)

La zona de la encía que con mayor frecuencia sufre agrandamiento es la de las papilas; y esto se debe a que los espacios interproximales son demasiado pequeños para alojar a la papila gingival. Es decir, el tratamiento ortodóncico cierra los diastemas originales y la consecuencia es un "amontonamiento" del tejido gingival interproximal. (2)

Un factor importante que debe tomarse en cuenta es que la mayor parte de los tratamientos ortodóncicos se realizan en el momento en que el sistema endócrino experimenta grandes cambios y es muy activo, el paciente se encuentra predispuesto a una reacción anormal de los tejidos blandos durante el tratamiento. En casos graves puede haber, como se mencionó antes, recesión del tejido gingival con formación de bolsas. (8)

Cuando se emplean aparatos removibles también se pueden dañar los tejidos, ya que estos aparatos comprimen la encía contra los dientes y los ganchos la lastiman, provocando una inflamación gingival en algunos casos con hemorragia.

Al igual se puede provocar irritación de la encía o del paladar si los aparatos no están bien ajustados y permiten -- que se acumule el alimento entre ellos y los tejidos. (10,23)

Existe un aditamento ortodóncico que causa graves problemas periodontales cuando no se usa cuidadosamente. Estos aditamentos son las bandas elásticas que pueden causar daños -- irreparables a los tejidos periodontales si se deslizan subgingivalmente, ya que pueden provocar pérdida del hueso alveolar y en ocasiones hasta la exfoliación del diente. Es por ésto que se recomienda que cuando sean usadas se aseguren supragingivalmente para prevenir el deslizamiento. También es necesario darle instrucciones explícitas al paciente sobre el cuidado que debe tener con las bandas elásticas y revisarlo frecuentemente mediante citas más cercanas. (2,10,30)

Como ya ha sido mencionado anteriormente todos los aparatos ortodóncicos del tipo que sean retienen placa dentobacteriana y residuos de alimentos y así, por su presencia, aumentan la susceptibilidad a la inflamación gingival, a la descalificación y a la caries.

Cuando se utilizan aparatos removibles las áreas más susceptibles a la caries se hallan en los bordes linguogingivales de los dientes posteriores superiores y alrededor de los ganchos. Si se trata de aparatos fijos, los bordes bucales y-

linguo gingivales de las bandas son las zonas más predispuestas a la caries. La caries no se produce debajo de las bandas cuya forma es correcta y están bien cementadas, aunque sí se puede desarrollar cuando se ha desalojado el cemento de una banda mal ajustada. Incluso el borde gingival de la mejor banda forma una saliente en la que pueden retenerse residuos, y esta área, especialmente en los caninos y premolares, será -- susceptible a la descalcificación. (17)

Por todo lo anteriormente expuesto se deduce que uno de los principales factores que puede causar daños periodontales es la acumulación de alimentos en los aparatos ortodóncicos o en el surco gingival, por lo tanto es de vital importancia el establecer un estricto control personal de placa dentobacteriana, revisar regularmente el estado del periodonto durante el tratamiento ortodóncico, y hacer el tratamiento periodontal ante los primeros signos de enfermedad gingival.

(2,6,8,9,17,19,23)

Afortunadamente los efectos dañinos causados al periodonto por un tratamiento ortodóncico no se considera que sean a largo plazo ya que generalmente las irritaciones mucogingivales, cuando son ligeras, mejoran insistiendo en una buena higiene bucal y curan cuando se retiran los aparatos ortodóncicos causales de la irritación. (9,17,19,28)

B.- LESIONES PROVOCADAS POR FUERZAS EXCESIVAS.

Cuando se aplican fuerzas excesivas a los dientes durante un tratamiento ortodóncico se pueden provocar lesiones tanto en el diente como en sus tejidos de soporte. Las lesiones que más frecuentemente se presentan son:

- 1.- Reabsorción Radicular.
- 2.- Pérdida de la Cresta Alveolar.
- 3.- Lesiones al Ligamento Periodontal.
- 4.- Muerte Pulpar.

1.- Reabsorción Radicular:

Si después de un período largo de hialinización se vuelve necrótico un tejido comprimido en una zona de presión, el proceso de reabsorción socavante es extenso y puede afectar una zona del cemento y de la dentina subyacentes de la raíz, provocandose reabsorciones radiculares. (15)

En pacientes tratados ortodóncicamente es común observar cualquiera de los tres siguientes tipos de reabsorción radicular:

- a) Microreabsorción.
- b) Reabsorción Progresiva.
- c) Reabsorción Idiopática.

a) Microreabsorción:

Este tipo de reabsorción es local, superficial y solo afecta al cemento, es transitoria y se repara por cemento secundario, y el resultado no es más que una cicatriz menor del procedimiento ortodóncico. Se observa únicamente por medio del microscopio, en la mayoría de los dientes que han sido movidos.

b) Reabsorción Progresiva:

Afecta a cantidades crecientes del extremo apical de la raíz con pérdida permanente de la estructura dental. Se inicia en el sitio de presión apical continua e intensa y puede afectar todo el ápice. Este tipo de reabsorción radicular sí puede observarse radiográficamente.

Suele acentuarse en aquellos pacientes predispuestos a la reabsorción en quienes se deben tener controles radiográficos más frecuentes y cuidadosos.

c) Reabsorción Idiopática:

Se desconoce el factor etiológico que la produce y no se relaciona con la aplicación de fuerzas ortodóncicas, sin embargo, los pacientes con este padecimiento sujetos a la terapia ortodóncica suelen agravar más su estado. (1,7,15,18)

Se ha observado que durante la terapia ortodóncica se --

presenta por lo común una reabsorción radicular que puede ir desde una leve depresión en el cemento hasta reabsorciones ex ten sas, tanto en las paredes axiales de la raíz como en el -- ápice.

Lo anterior se puede comprobar en tres estudios realizados por el Dr. Langford, dos de ellos referentes a una expansión rápida del maxilar (24,26), y otro en el que se realizó un movimiento distal en un molar superior (25). Existe también otro estudio de los efectos de la expansión rápida del maxilar realizado por el Dr. Barber (20). En base a estos cuatro estudios se concluye que a menudo se producen reabsorciones radiculares durante los tratamientos ortodóncicos. Estas reabsorciones son de extensión variable dependiendo del tipo de fuerza empleada, así como de su duración y magnitud.

Es decir, que la reabsorción radicular puede variar en función a los factores que la influyen. Estos factores son:

- a) Magnitud de la Fuerza.
- b) Duración de la Fuerza.
- c) Dirección del Movimiento.
- d) Presión Oclusal.
- e) Tamaño de los Dientes.
- f) Edad.

a) Magnitud de la Fuerza:

La aplicación de fuerzas intensas que producen una zona de hialinización por tiempo prolongado, pueden formar espacios lacunares que son seguidos de -- una reabsorción radicular.

b) Duración de la Fuerza:

La duración muy prolongada de una fuerza puede aumentar la reabsorción radicular, ésto se debe a que las fibras periodontales que rodean la porción apical de la raíz se tornan más comprimidas o estiradas, y la -- presión se ejerce entonces contra las zonas reabsorbidas de la raíz. Se observa frecuentemente en los incisivos laterales superiores que se mueven en masa, sin períodos de descanso, -- en una distancia considerable. Sin embargo, si se dá un tiempo de interrupción del movimiento, el cemento celular puede -- reparar la lesión en 30 días.

c) Dirección del Movimiento:

Existen algunos movimientos -- que predisponen más a la reabsorción radicular que otros, éstos pueden ser:

- 1.- Inclinación prolongada, en especial en los dientes -- anteriores.
- 2.- Inclinación distal de los molares que origina reab-- sorción, en particular de las raíces distales de és-

tos. La inclinación gradual de estos dientes por -- fuerzas suaves interrumpidas reducirá la tendencia a la reabsorción radicular.

- 3.- Movimiento continuo de traslación prolongado de pe-- queños dientes, como los incisivos laterales superiores. El movimiento interrumpido o movimiento conti-- nuo con períodos de descanso disminuirán la incidencia de este tipo de reabsorción radicular.
- 4.- Movimiento de intrusión. Es importante iniciarlo con fuerzas de solo 25 gr. Los frecuentes períodos de -- descanso impedirán cualquier reabsorción extensa.
- 5.- Gran torque con arco de canto en los dientes anteriores en los pacientes jóvenes más maduros y en adul-- tos.

d) Presión Oclusal:

Existe mayor predisposición a la reabsorción radicular si los dientes que se están moviendo o que se están tomando como unidades de anclaje importantes, son sometidos a fuerzas extras, como son los puntos de contacto prematuros. Si la carga oclusal persiste provocará un acortamiento de la raíz.

e) Tamaño de los dientes:

Existe mayor tendencia al acortamiento apical en aquellos dientes con raíces pequeñas que -

en molares y premolares, debido a que entre más corta es la raíz, ésta soporta menos las fuerzas ejercidas sobre ella y aumenta la probabilidad de reabsorción.

f) Edad:

La gran mayoría de los autores suponen que hay mayor reabsorción radicular después del tratamiento ortodóncico en adultos que en pacientes jóvenes; sin embargo, es importante considerar que el cemento en muchos aspectos es más resistente a la reabsorción en adultos que en niños, pero existen excepciones, también hay que tomar en cuenta que la cortical alveolar en la región apical es más densa en los adultos y el ligamento periodontal es más angosto que en los niños, lo que predispone más aún a la reabsorción apical a los adultos. (8,9,14,18)

2.- Pérdida de la Cresta Alveolar:

La pérdida de la cresta alveolar está asociada con el empuje excesivo de las fuerzas en dirección lingual. Generalmente la reabsorción en el aspecto radicular del alvéolo se acompaña de una aposición de igual grado que ésta, en el lado labial, manteniéndose así la anchura y la altura de la cresta alveolar. En ciertas ocasiones la reabsorción no se acompaña de una aposición adecuada sobre la superficie labial y la cresta alveolar se pierde irreversiblemente.

Un movimiento de inclinación también puede causar una reabsorción indeseable en áreas de la cresta alveolar marginal.

Esto sucede particularmente en movimientos de inclinación de dientes adultos; a pesar de que se realice un buen torque después de la inclinación, el área ósea reabsorbida no siempre se reconstruirá; y esta pérdida de hueso puede causar formación excesiva de tejido fibroso marginal, lo cual es una condición que predispone a cambios patológicos como una profundización del surgo gingival. (8,9)

3.- Lesiones al Ligamento Periodontal:

Desde el punto de vista periodontal, es importante evitar fuerzas excesivas y movimientos dentarios rápidos en el tratamiento ortodóncico.

La fuerza excesiva puede producir necrosis del ligamento periodontal y del hueso alveolar adyacente, que por lo general se repara. Sin embargo, la destrucción del ligamento periodontal en la cresta del hueso puede generar una lesión irreparable. Si las fibras que están debajo del epitelio de unión son destruidas por la fuerza excesiva y el epitelio es estimulado a proliferar a lo largo de la raíz por los irritantes locales, el epitelio cubrirá la raíz e impedirá la reinsertación de las fibras periodontales durante la reparación. Y la ausencia de estimulación funcional por parte de las fibras periodontales puede producir atrofia de la cresta del hueso alveolar. (6,17)

4.- Muerte Pulpar:

Aunque la pérdida de la vitalidad de los dientes durante el movimiento ortodóncico es poco observada, puede presentarse. Las lesiones pulpares durante el tratamiento ocurren con frecuencia debido a la inclinación excesiva del diente; durante el movimiento en conjunto rara vez aparecen, y prácticamente nunca en casos de movimiento intermitente.

Se ha sugerido que la muerte pulpar puede ocurrir por estrangulación de vasos sanguíneos periapicales, como consecuencia de un ensanchamiento excesivo del ligamento periodontal y la presencia de una zona de hialinización alrededor de las porciones apicales. Además de que existen factores que predisponen a la pérdida de la vitalidad como son: dientes con obturaciones cavitarias profundas sometidos a presiones intensas durante el tratamiento; dientes con antecedentes traumáticos; dientes sometidos a presiones severas antes del período de tratamiento, etc. En estos casos está indicado vigilar frecuentemente el tejido pulpar mediante pruebas de vitalidad.

(3,9,15,17)

C.- LESIONES PROVOCADAS POR TRAUMAS OCLUSALES.

Una complicación más delicada del movimiento ortodóncico, puede ocurrir cuando se movilizan los dientes de tal modo que ya no coinciden la máxima oclusión de los dientes y la rela--

ción céntrica de los maxilares. La desviación subsiguiente de la mandíbula en oclusión adquirida puede pasar inadvertida a no ser que se comprueben cuidadosamente las relaciones oclusales.

Se ha demostrado que el trauma oclusal produce lesiones que incluyen áreas de hemorragia, trombosis, necrosis de los tejidos periodontales, incremento en las áreas de reabsorción ósea, así como reabsorción y fracturas del cemento. Estas lesiones se reparan, a excepción de cuando las fuerzas traumáticas sobrepasan la capacidad de reparación de los tejidos.

Cuando las influencias traumáticas se vuelven más frecuentes o más intensas o en dirección más desfavorable, las áreas de reabsorción ósea son más numerosas y más extendidas y su reparación se torna desordenada e irregular. El incremento en la reabsorción y su irregular reparación conduce a una osteoporosis de la lámina dura. El hueso alveolar se pierde rápidamente y algunas veces la naturaleza intenta compensarlo con una gran formación de hueso de soporte, ésto se observa radiográficamente como una condensación del hueso esponjoso perialveolar. Como consecuencia de esta osteoporosis hay un progresivo ensanchamiento del espacio periodontal, el cual incrementa la movilidad del diente.

En las áreas de tensión aparecen restos de cemento debi-

do a los intensos y repetidos golpes masticatorios; estos restos de cemento son a veces reabsorbidos, a veces permanecen - en el espacio periodontal o bien se unen nuevamente a la raíz por nueva formación de cemento.

Para evitar que se presenten las lesiones antes mencionadas, es muy importante el realizar un ajuste oclusal al finalizar el tratamiento ortodóncico, para lograr la máxima intercuspidización de los dientes cuando el cóndilo de la mandíbula se encuentra en relación céntrica dentro de la cavidad glenoidea. (6,10,17,22)

CONCLUSIONES

Los dientes que están bajo tratamientos ortodóncicos -- reaccionarán favorablemente, al igual que sus tejidos de soporte, cuando las fuerzas que se les apliquen estén controladas en su dirección, magnitud y sentido de aplicación.

Las fuerzas más indicadas en los movimientos ortodóncicos son las ligeras y continuas, ya que con ellas se producirá una reabsorción directa del hueso, evitandose la formación de zonas hialinizadas así como reabsorciones del cemento y -- dentina o en algunos casos pérdidas de la cresta alveolar.

Cuando se realiza un movimiento ortodóncico se deberán tomar en consideración los factores que pueden alterar la respuesta de remodelación ósea y tisular, como por ejemplo, la edad del paciente, grado de celularidad del ligamento, densidad y cantidad de hueso, factores sistémicos, etc., ya que no se pueden seguir estrictamente los patrones establecidos de reacción biológica de los tejidos porque cada paciente reaccionará de diferente manera, y por lo tanto debe ser tratado individualmente.

A pesar de los numerosos estudios que se han realizado -

para conocer las reacciones biológicas de los dientes y sus tejidos durante el movimiento ortodóncico, todavía falta conocer los cambios moleculares que activan la respuesta celular, ya que acerca de ellos solamente existen teorías. Es por esto que el objetivo actual de la Ortodoncia es incrementar cada día más la investigación de lo que aún es teoría y poderlo -- comprobar, para así establecer técnicas que produzcan el movimiento rápido de los dientes, en la dirección deseada, con -- trastornos clínicos y tisulares mínimos para el paciente y -- con una mayor facilidad de operación para el Odontólogo.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Anderson, George McCullough, et. al.
Ortodoncia Práctica.
Tr. Frina H. de Haines.
Buenos Aires; Editorial Mundi; 1963.
pp. 276 - 289.
- 2.- Baer, P. N.; Benjamin, S. D.
Enfermedad Periodontal en Niños y Adolescentes.
Tr. M. González de Grandi.
Buenos Aires; Editorial Mundi; 1975.
pp. 113 - 130.
- 3.- Beresford, J. S.; Walther; Clinch, Lillah M.
Ortodoncia Actualizada.
Tr. María Urlaub de González.
Buenos Aires; Editorial Mundi; 1972.
pp. 432 - 461.
- 4.- Blau, Fred.
El Método Funcional en Ortopedia Dento-Facial.
Tr. Dra. Beatriz G. de Segre.
Buenos Aires; Editorial Mundi; 1969.
pp. 23 - 46.
- 5.- Castrillón, Julio; Luna, Ambrosio; Bulbulián, Johannes;
Ayel, Jean Pierre.
Introducción a la Física.
Tercera Edición.
México; Editorial Enseñanza, S. A.; 1973.
pp. 45 - 175.

- 6.- Glickman, Irving.
Periodontología Clínica.
Tr. M. González de Grandi.
Cuarta Edición.
México; Editorial Interamericana; 1980.
pp. 936 - 948.

- 7.- Goldman, Henry Maurice; Cohen, Walter.
Periodontal Therapy.
Fifth Edition.
U.S.A.; The C.V. Mosby; 1973.
pp. 521 - 527.

- 8.- Graber, T. M.
Ortodoncia, Teoría y Práctica.
Tr. José Luis García.
Tercera Edición.
México; Editorial Interamericana; 1974.
pp. 460 - 494.

- 9.- Graber, T. M.; Swain, B. F.
Current Orthodontic Concepts and Techniques.
Vol. 1. Second Edition.
Philadelphia; W. B. Saunders Company; 1975.
pp. 111 - 229.

- 10.- Grant, Daniel A.; Stern, Irving B.; Everett Frank G.
Periodoncia de Orban, Teoría y Práctica.
Tr. M. González de Grandi.
Cuarta Edición.
México; Editorial Interamericana; 1975.
pp. 503 - 583.

- 11.- Guyton, Arthur C.
Fisiología Humana.
Tr. Dr. Roberto Folch Fabre.
Tercera Edición.
México; Editorial Interamericana; 1972.
pp. 438 - 440.

- 12.- Ham, Arthur W.
Tratado de Histología.
Tr. Dr. Alberto Folch y Pi.
Sexta Edición.
México; Editorial Interamericana; 1970.
pp. 388 - 411.

- 13.- Hotz, R.
Ortodoncia en la Práctica Diaria.
Tr. Dr. Juan Colom Bragulat.
Segunda Edición.
España; Editorial Científico-Médica; 1974.
pp. 99 - 110.

- 14.- Jarabak, Joseph R.; Fizzell, James A.
Aparatología del Arco de Canto con Alambres Delgados.
Tr. Dr. Federico Rosenmeyer.
Vol. 1. Primera Edición.
Buenos Aires; Editorial Mundi; 1975.
pp. 3 - 92; 277 - 378.

- 15.- Lundstrom, Anders.
Introducción a la Ortodoncia.
Tr. Dra. María Urlaub de González.
Primera Edición.
Buenos Aires; Editorial Mundi; 1971.
pp. 198 - 219.

- 16.- Mayoral, José; Mayoral, Guillermo.
Técnica Ortodóncica con Fuerzas Ligeras.
Barcelona; Editorial Labor, S. A.; 1976.
pp. 13 - 28.
- 17.- Morris, Alvin L.; Bohannon, Harry M.
Las Especialidades Odontológicas en la Práctica General.
Tr. Dr. Guillermo Mayoral Herrero.
Cuarta Edición.
España; Editorial Labor; 1980.
pp. 309 - 357.
- 18.- Moyers, Robert E.
Manual de Ortodoncia.
Tr. Dr. Samuel Leyt.
Tercera Edición.
Buenos Aires; Editorial Mundi; 1976.
pp. 426 - 445.
- 19.- Sim, Joseph.
Movimientos Dentarios Menores en Niños.
Tr. Dra. Nora Susana Aristimuño.
Segunda Edición.
Buenos Aires; Editorial Mundi; 1973.
pp. 98 - 105.
- 20.- Barber A. F. and Sims M. R.
Rapid maxillary expansion and external root resorption
in man. A scanning electron microscope study.
Am. J. Orthodontics.
1981 June; 79(6):630.

- 21.- Coatoam, Gary W; Behrents, Rolf G. and Bissada, Nabil F.
The width of keratinized gingiva during orthodontic treatment: Its significance and impact on periodontal status.
J. Periodontology.
1981 June; 52 (6):307.
- 22.- Echeverría, Juan I.
Alteraciones del periodonto al aplicar fuerzas normales o excesivas.
Rev. Española de Ortodoncia.
1981. Vol. XI - Num. 2.
- 23.- Goultshin, Josef and Zilberman, Yerucham.
Gingival response to removable orthodontic appliances.
Am. J. Orthodontics.
1982 Feb; 81 (2):147-49.
- 24.- Langford, S. R.
Root resorption extremes resulting from clinical RME.
Am. J. Orthodontics.
1982 May; 81 (5):371.
- 25.- Langford, S. R. and Sims, M. R.
Upper molar root resorption because of distal movement.
Am. J. Orthodontics.
1981 June; 79 (6):669.
- 26.- Langford, S. R. and Sims, M. R.
Root surface resorption, repair and periodontal attachment following rapid maxillary expansion in man.
Am. J. Orthodontics.
1982 Feb; 81 (2):108.

- 27.- Roberts, W. Eugene; Goodwin Jr. William C. and Heiner, Stanley R.
Respuesta celular a las fuerzas ortodóncicas.
Clínicas Odontológicas de Norteamérica.
Vol. 1 / 1981:3.
- 28.- Sadowsky C. and BeGole E.
LONG-TERM effects of orthodontic treatment on periodontal health.
Am. J. Orthodontics.
1981 Aug; 80 (2):156.
- 29.- Steiner, G. G.; Pearson, J. K. and Ainamo, J.
Changes of the marginal periodontium as a result of labial tooth movement in monkeys.
J. Periodontology.
1981 June; 52 (6):314.
- 30.- Vandersall, David C. and Varble, David L.
The missing orthodontic elastic band, a periodontic-orthodontic dilemma.
J.A.D.A.
1978 Oct; 97 (4):661.
- 31.- Yoshikawa, Ken.
Principios biomecánicos del movimiento dentario.
Clínicas Odontológicas de Norteamérica.
Vol. 1 / 1981:17.