

60



Universidad Nacional Autónoma de México.

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA.

"CONSIDERACIONES BIOMECÁNICAS EN
ORTODONCIA Y ORTOPEDIA CRÁNEOFACIAL."

T E S I N A.

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANA DENTISTA.

PRESENTAN:

**SANDRA ELENA DÍAZ GUZMÁN.
ANABEL GARCÍA LUNA.**

DIRECTOR: C.D. MARIO HERNÁNDEZ PÉREZ.
ASESORES: C.D. ARTURO ALVARADO ROSSANO.
C.D.M.O. FCC JAVIER LAMADRID CONTRERAS.



México, D.F.,

2000.

274294



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.



A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

Le damos las gracias a éste templo del saber, por permitirnos formar parte de él; y dejamos desarrollar como profesionistas; gracias por darnos las armas para ser mejores día con día, dejándonos el legado más preciado: "la educación".

A LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA.

Le damos gracias a la máxima Institución en el estudio de la Estomatología en México, por aceptarnos en sus aulas y permitirnos desarrollar nuestras habilidades en el ámbito odontológico, por lo que podemos sentirnos orgullosas de pertenecer a ella, porque durante ésta trayectoria hemos aprendido a amar nuestra profesión, teniendo como impulso el espíritu que proporciona el pertenecer a la raza universitaria de nuestra *Alma Mater*.



AL DR. MARÍO HERNÁNDEZ PÉREZ.

Le damos las gracias por haber sido nuestra guía en éste trayecto corto pero intenso; proporcionándonos su sabiduría y compartiendo con nosotras parte de su preciado tiempo, para la realización de esta tesina.

AL DR. FCO. JAVIER LAMADRID C.

Por permitimos formar parte del seminario de Ortodoncia, compartiendo con nosotros sus conocimientos y experiencias en tan hermosa especialidad. Gracias por permitimos realizar parte de nuestros sueños.

AL DR. ARTURO ALVARADO ROSSANO.

Le damos las gracias por sus múltiples consejos, por transmitirnos su amor por la Odontología; y por sus exigencias que nos hizo ser mejores.





INTRODUCCIÓN.

CONSIDERACIONES BIOMECÁNICAS EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA CRÁNEOFACIAL.

Dentro del curriculum de la carrera de Cirujano(a) Dentista, se pretende que el egresado esté capacitado para actuar en todos los campos odontológicos incluyendo el de la Ortodoncia y la Ortopedia cráneo-facial.

Con el fin de contribuir al desarrollo de esta área odontológica, se presenta en esta tesina, una breve pero concisa información acerca de todo lo que involucran las consideraciones biomecánicas en Ortodoncia y Ortopedia cráneo-facial.

Desde Oppenheim se conoce que tras aplicar una fuerza al órgano dentario durante un período suficiente de tiempo, se produce movimiento, mediante estímulos mecánicos de aposición y resorción ósea, determinando que tal suceso se manifiesta solo en los tratamientos ortodóncicos.⁽¹¹⁾

Cabe mencionar que los tratamientos ortodóncicos en sí, se basan en presión o tensión sostenida que se le aplica a un órgano dentario, con quien están íntimamente ligados los tejidos periodontales, los cuales sufrirán cierta remodelación.⁽²⁹⁾

Es de gran importancia establecer que no sólo los tratamientos ortodóncicos, producen movimientos dentales, ya que también pueden ser producidos mediante la intervención de la Ortopedia cráneo-facial.⁽²⁹⁾

La Ortopedia cráneo-facial es la rama de la Odontología que se ocupa del estudio de las dignacias y su tratamiento. Corrige los trastornos que son capaces de provocar, mediante una modificación funcional del complejo arquitectónico dento-maxilo-facial más adaptado a la forma y estética. La Ortopedia cráneo-facial produce movimientos dentarios mediante estímulos de transformación tisular por adaptación funcional, mientras que la Ortodoncia los establece por estímulos mecánicos de aposición y resorción ósea.⁽²⁷⁾



De ésta manera se establece que ambas ramas son capaces de producir movimientos dentales, muy independientemente de los medios en que se sustenten.

La importancia del estudio de éste tema, radica en que el egresado de la carrera de Cirujano (a) Dentista, debe conocer los aspectos histológicos de los tejidos de soporte del órgano dentario, así como también la respuesta tisular que resulta durante los eventos de remodelación ósea que tienen lugar durante los tratamientos ortodóncicos y ortopédicos.

Sin embargo la complejidad, involucra una fuerte orientación mecánica y la repetición continua de los procedimientos en la práctica clínica, hacen que éstos aspectos sean olvidados y su importancia minimizada, lo cual constituye un grave error, ya que actualmente se tienen aparatos ortopédicos y técnicas ortodóncicas, que permiten mover los órganos dentarios y el sistema estomatognático, ocasionando de esta manera iatropatogenias, las cuales pueden evitarse si se conocen los aspectos antes descritos.



INTRODUCCIÓN.	I
ÍNDICE.	III
CAPÍTULO I.	
ANTECEDENTES PROTOCOLARIOS.	
1.1. Metodología.	1
1.2. Antecedentes históricos de los movimientos biomecánicos.	3
CAPITULO II.	
SISTEMA DE FUERZAS QUE PERMITEN EL MOVIMIENTO DENTARIO.	
2.1. Mecánica.	12
2.1.1. Leyes de Newton.	12
2.1.2. Centro de resistencia.	13
2.1.3. Centro de rotación.	14
2.1.4. Fulcro.	15
2.1.5. Eje de rotación.	15
2.2. Fuerza.	16
2.2.1. Clasificación de fuerza.	17
2.2.2. Fuentes de la fuerza.	17
2.2.3. Clasificación de las fuerzas de acuerdo a su duración.	18
2.2.4. Magnitud de fuerza.	20
2.3. Vector.	21
2.3.1. Magnitud vectorial.	21
2.3.2. Paralelogramo de fuerzas.	22
2.4. Esfuerzo.	22
2.5. Momento.	22
2.6. Cupla.	23
2.7. Torque.	23
2.8. Centros de resistencia.	27
2.9. Anclaje.	29



CAPITULO III.

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN ORTODONCIA Y
ORTOPEDIA CRÁNEOFACIAL.

3.1. Resistencia.	32
3.2. Elasticidad.	32
3.2.1. Límite de elasticidad.	32
3.2.2. Módulo de elasticidad.	33
3.3. Deformación.	33
3.3.1. Deformación plástica.	34
3.3.2. Deformación elástica.	34
3.4. Tensión.	34
3.5. Presión.	34
3.6. Resiliencia.	34
3.7. Dureza.	34
3.8. Flexibilidad.	35
3.8.1. Módulo de flexibilidad de carga.	35
3.9. Rigidez.	35

CAPITULO IV.

ANATOMÍA DE LOS TEJIDOS PERIODONTALES.

4.1. Cemento Radicular.	37
1.1.1. Definición.	37
1.1.2. Características físicas.	37
1.1.3. Composición química.	37
1.1.4. Funciones.	37
1.1.5. Tipos de cemento radicular.	38
1.1.6. Cementogénesis.	39
4.2. Hueso alveolar.	40
4.2.1. Definición.	40
4.2.2. Propiedades físicas	41
4.2.3. Composición química.	41
4.2.4. Estructura.	44
4.2.5. Irrigación e inervación.	45
4.2.6. Células de tejido óseo.	46
4.2.7. Control sistémico del metabolismo del hueso.	46
4.3. Ligamento periodontal	48
4.3.1. Definición.	48



4.3.2. Fibras principales.	49
4.3.3. Elementos celulares.	50
4.3.4. Irrigación e inervación.	51
4.3.5. Funciones.	52
4.4. Encía	56
4.4.1. Definición.	56
4.4.2. Anatomía.	56
4.4.3. Características microscópicas.	61
4.4.4. Características clínicas de la encía normal.	62

CAPITULO V.

RESPUESTA DE LOS TEJIDOS PERIODONTALES Y ESTRUCTURAS DENTARIAS AL APLICARLES UNA FUERZA EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA CRÁNEOFACIAL.

5.1. Respuesta tisular al movimiento ortodóncico.	64
5.2. Respuesta del ligamento periodontal y el hueso a las fuerzas ortodóncicas mantenidas.	64
5.2.1. Control biológico del movimiento dental.	65
5.2.2. Efectos de la magnitud de las fuerzas.	69
5.3. Efectos de la distribución de las fuerzas y tipos de movimientos dentales.	73
5.4. Efectos perjudiciales en los tejidos periodontales y estructuras dentarias, tras aplicarles una fuerza ortodóncica u ortopédica.	80
5.4.1. Efectos en el cemento radicular.	80
5.4.2. Efecto de la pulpa.	80
5.4.3. Efecto en la dentina.	81
5.4.4. Efecto en el esmalte.	82
5.4.5. Efectos en la encía.	83

CAPITULO VI.

COMPOSICIÓN DE LOS ELEMENTOS ACTIVOS EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA CRÁNEOFACIAL.

6.1. Ligas.	87
6.1.1. Gomas anteroposteriores.	87
6.1.2. Gomas verticales.	88
6.2. Alambres.	89
6.2.1. Alambres de oro.	90
6.2.2. Acero.	90



6.2.3. Cromo-Cobalto.	92
6.2.4. Alambre trenzado.	92
6.2.5. Aleaciones Níquel-Titaneo.	93
6.3. Resortes.	95
6.3.1. Resotes y retenedores.	96
6.3.2. Resorte lineal simple.	97
6.3.3. Resorte lazo simple o doble.	97
6.3.4. Adams.	98
6.4. Tornillos.	98
6.5. Placas.	100
6.5.1. Clasificación de placas.	100
6.5.2. Elementos constitutivos de la placa activa.	100
CONCLUSIONES.	104
PROPUESTAS	105
REFERENCIAS.	106



ÍNDICE DE IMAGENES

IMAGEN	PAG.
IMAGEN 1	4
IMAGEN 2	6
IMAGEN 3	6
IMAGEN 4	14
IMAGEN 5	14
IMAGEN 6	14
IMAGEN 7	15
IMAGEN 8	16
IMAGEN 9	19
IMAGEN 10	21
IMAGEN 11	22
IMAGEN 12	24
IMAGEN 13	25
IMAGEN 14	26
IMAGEN 15	26
IMAGEN 16	27
IMAGEN 17	28
IMAGEN 18	28
IMAGEN 19	29
IMAGEN 20	30
IMAGEN 21	33
IMAGEN 22	36
IMAGEN 23	38
IMAGEN 24	39
IMAGEN 25	42
IMAGEN 26	43
IMAGEN 27	44
IMAGEN 28	49
IMAGEN 29	50
IMAGEN 30	52
IMAGEN 31	57
IMAGEN 32	57
IMAGEN 33	58
IMAGEN 34	59
IMAGEN 35	63
IMAGEN 36	65
IMAGEN 37	67
IMAGEN 38	69
IMAGEN 39	70
IMAGEN 40	74
IMAGEN 41	75
IMAGEN 42	75
IMAGEN 43	76
IMAGEN 44	77



ÍNDICE



IMAGEN 45	78
IMAGEN 46	79
IMAGEN 47	79
IMAGEN 48	80
IMAGEN 49	81
IMAGEN 50	82
IMAGEN 51	82
IMAGEN 52	84
IMAGEN 53	86
IMAGEN 54	86
IMAGEN 55	87
IMAGEN 56	88
IMAGEN 57	90
IMAGEN 58	96
IMAGEN 59	98
IMAGEN 60	99
IMAGEN 61	102
IMAGEN 62	103



METODOLOGÍA.

"CONSIDERACIONES BIOMECÁNICAS EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA CRÁNEOFACIAL".

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Es bien sabido que cuando existen desplazamientos dentales que son ocasionados por aplicación de fuerzas ortodóncicas, se presentan cambios histológicos en el ligamento periodontal y en el hueso alveolar, el cual tiene la capacidad de aposición y reabsorción.

En la práctica Ortodóncica y Ortopédica es probable que se produzcan algunas zonas de necrosis de los elementos celulares del ligamento periodontal, de la misma forma el hueso alveolar es afectado en una reabsorción directa e indirecta.

¿El egresado de la Carrera de Cirujano Dentista conoce realmente, la información más actual de cómo interviene y como afecta el sistema de fuerzas que ejerce un aparato Ortodóncico y Ortopédico sobre las estructuras tisulares cráneo-faciales?

1.2. HIPÓTESIS.

Si se tienen los conocimientos básicos necesarios sobre las Consideraciones Biomecánicas en Ortodoncia y Ortopedia cráneo-facial, entonces conoceremos las respuestas tisulares que derivan cuando se aplica una fuerza a los órganos dentarios ó al sistema estomatognático.

1.3. OBJETIVO GENERAL.

Comprender como se efectúa el movimiento dental, recordando la anatomía de las estructuras de los tejidos de soporte dentario, y los cambios tisulares que se dan al aplicar una fuerza, ya sea en Ortodoncia u Ortopedia cráneo-facial.



1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1. Analizar las fuerzas físicas que permiten el movimiento dentario.
2. Describir las propiedades y composición de los materiales empleados en Ortodoncia y Ortopedia cráneo-facial.
3. Comprender la correlación entre los sistemas de fuerzas y los cambios que se producen en los tejidos periodontales y estructuras dentarias.
4. Identificar los sistemas de fuerzas producidos por los elementos activos ortodóncicos y ortopédicos.

1.5. DISEÑO.

Longitudinal, explicativo, retrospectivo, no experimental.

1.6. RECURSOS.

- Revisión bibliográfica.
- Revisión hemerográfica.
- Revisión electrónica (Med Line, Internet).
- Elaboración de diaporama.
- Retroalimentación ponente-espectador.
- Evaluación de la ponencia (exámen)

1.7. CRONOLOGÍA.

Revisión de protocolo:	11 al 15 de octubre 1999.
Revisión del capítulo I:	18 al 29 de octubre 1999.
Revisión del capítulo II:	18 al 29 de octubre 1999.
Revisión del capítulo III:	18 al 29 de octubre 1999.
Revisión del capítulo IV:	18 al 29 de octubre 1999.
Revisión del capítulo V:	18 al 29 de octubre 1999.
Revisión del capítulo VI:	01 al 05 de noviembre 1999.
Entrega de tesina concluida:	26 de noviembre 1999.



CONSIDERACIONES BIOMECÁNICAS EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA CRÁNEOFACIAL.

CAPÍTULO I.

ANTECEDENTES PROTOCOLARIOS.

1.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LOS MOVIMIENTOS BIOMECÁNICOS.

El desarrollo histórico de los movimientos dentarios empleando una fuerza ya sea física o biológica, ha sido de gran ayuda para comprender los mecanismos de acción-respuesta de los tejidos periodontales y miofuncionales.

HIPÓCRATES (460 a.C.-359 a.C) en Roma, hace mención de la erupción dental⁽²³⁾, claro ejemplo de una fuerza biológica, ya que la estimulación o empuje de la raíz favorece a la erupción dental.

Posteriormente en Grecia, **CELSE** (25 a.C.) afirma que los dientes podían moverse por presión digital.⁽²⁰⁾ Podemos considerar con lo anterior el inicio de lo que hoy consideramos como biomecánica dental.

La etapa del oscurantismo así como el poco interés en el tema influyen en la pérdida de información e investigación, originando un decaimiento en esta área.

Un nuevo impulso estimula la inquietud por indagar así como por crear elementos que permitieran la corrección dental, e integración óptima del sistema miofuncional.

Dos corrientes dan origen al nuevo camino:

Por un lado tenemos la que se define como la *Ortodoncia Americana*, basada en un pensamiento de una anatomía estructural, no funcional.



Es una Ortodoncia puramente morfológica, mecanicista, regida por las Leyes de Newton, con empleo exclusivo de fuerzas físicas.⁽²⁹⁾

Por otro lado tenemos la *Ortodoncia Europea* con un pensamiento de una anatomía regional, fisiopatológica, que estudia las diferencias formacionales orgánicas, cualquiera que sea su naturaleza (anatomofisiológicas integrales), basada en principios de la célula y el medio, estructura y función. Fundamentada en teoría de Roux y Wolff sobre estructura-función-adaptación funcional, regida por los fenómenos de crecimiento y desarrollo y el empleo de fuerzas biológicas.⁽²⁹⁾

Esté auge renovador inicia con **PIERRE FAUCHARD** en 1728. En su obra "Le Chirurgien Dentiste", propuso el uso del bandelette (cintilla), que consistía en tomar a los dientes por medio de ligaduras para llevarlos a su posición correcta.⁽¹⁴⁾

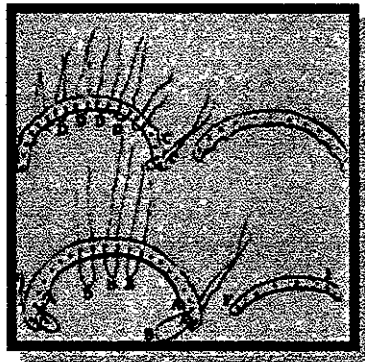


FIGURA 1. Historia ilustrada de la Odontología.

JOSEPH FOX 1803. Diseña un aparato con banda de oro con perforaciones sujetas a bloques de marfil para hacer las correcciones dentarias. Sienta el precedente de que "Para mover un diente se necesita la aplicación de una fuerza."⁽¹⁴⁾

En 1807 **C. J. LINDERER**, clasifica por primera vez las posiciones en que se pueden mover los dientes: hacia adentro, hacia los lados y movimientos de rotación, los cuales pueden ser también combinados.⁽¹⁴⁾



P. J. LEFOULON en 1841 ideó tres tipos de arco:

- Arco vestibular de fuerza concéntrica.
- Arco lingual de fuerza excéntrica.
- Arco lingual para cada hemiarcada unidos por un arco traspalatal para provocar la expansión.⁽¹⁴⁾

En 1841 **ALEJO SCHANGE**, presenta una serie de aparatos correctores que mejoran los existentes en la época. Destaca la necesidad de retención después de terminado el tratamiento, para evitar el movimiento dental nuevamente esto lo conocemos actualmente como memoria dental.⁽¹⁴⁾

COFFIN en 1842. Crea una placa dividida unida por una cuerda de piano doblada en forma de "M" actuando como resorte para producir la expansión.⁽¹⁴⁾

THOMAS M. EVANS en 1852. Presenta una serie de aparatos con bandas de anclaje, a los cuales les solda tubos por vestibular, dando origen a las bandas modernas.⁽¹⁴⁾

El señor **AMOS WESTCOTT** en 1859, emplea aparatos para la expansión de la maxila con barra palatina cuyo enderezamiento producía el ensanche, utilizó tornillos para el movimiento dentario.⁽¹⁴⁾

JOHN NUTTINNG FARRAAR en 1875, fué el precursor del empleo de fuerzas intermitentes, ya que consideraba que se ajustaban mas a las leyes fisiológicas durante el movimiento.⁽¹⁴⁾

No es hasta **EDWARD HARTLEY ANGLE**, que se crea un nuevo panorama en los procesos ortodóncicos. Con él, se implanta el empleo de aparatología tal como es el aparato "edgwise", que aun en nuestros días es empleado, el aparato de pibote y tubo, luego el arco cinta, y posteriormente el arco de canto, bandas y brackets individuales. Hay que recordar que es quien clasifica las maloclusiones.⁽¹⁴⁾

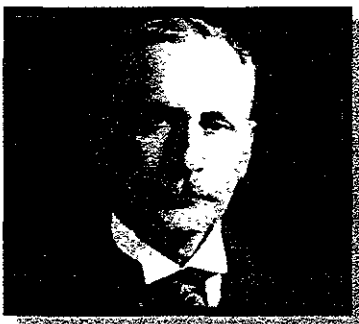


FIGURA 2. Aparatología Ortodóntica Removible. Graber.

Con Angle, el impulso del que carecía la corriente Americana, comienza a vislumbrar un nuevo medio para la obtención de beneficios en pro del mejoramiento del sistema estomatognático integrándolo como sistema indivisible.

CALVIN S. CASE Fue precursor de la mecanoterapia ortodóntica, utilizando los elásticos de goma por primera vez en 1892, destacó la importancia del movimiento radicular, fue uno de los primeros en emplear alambres ligeros de estrecho calibre para la alineación dental.⁽¹⁴⁾ Al igual que Angle lucha por romper el patrón de una Ortodoncia clásica, cerrada a nuevas tendencias.



FIGURA 3. . Aparatología Ortodóntica Removible. Graber.



PAUL W. SIMON. Permite la mecánica de los movimientos dentarios empleando alambres de diámetros más delgados de mayor capacidad elástica así como el uso de fuerzas intermitentes aumentando el concepto biológico aplicado al movimiento dentario.⁽¹⁴⁾

IZARD en 1927, presenta sus primeros trabajos sobre ortopedia dentofacial.⁽¹⁴⁾ Pone interés por procurar una biofuncionalidad en el aparato estomatognático, es evidente que ambas corrientes ponen de manifiesto la inquietud de indagar como efectuar movimientos. El punto que hasta este momento dejan a la deriva, es considerar las reacciones que presenta el periodonto.

El estudio de repercusión de fuerzas comienza con **MARTIN SCHWARS**, quien analiza la cantidad de fuerza empleada y la tolerancia biológica de la misma. También es el creador de las placas con aditamentos como tornillos, arcos vestibulares y resortes.⁽¹⁴⁾

ANDRESEN en 1929, presenta una nueva concepción biológica y en 1935 con la colaboración de **K. HAULP** crea la placa bimaxilar a la que llamaron "activador".⁽¹⁴⁾

HANS P. BIMLER en 1943, presenta sus trabajos en Ortopedia maxilofacial. Se le considera el genio de la Ortopedia funcional de los maxilares.⁽¹⁴⁾

Con **OPPENHEIM** sabemos que, tras aplicar una fuerza durante un período suficiente de tiempo, se producen dos tipos de reacciones:

1. El hueso que se enfrenta y opone al sentido del movimiento tendrá que reabsorberse para permitir el desplazamiento radicular.
2. El lado opuesto deberá seguir al diente tratando de mantener íntegro el espesor periodontal.⁽¹¹⁾



La comprensión y desarrollo de las Consideraciones Biomecánicas a lo largo del tiempo, la podemos observar al igual que el resto de las áreas como un avance paulatino pero seguro, donde el nivel motivacional fue alcanzado al comprender la influencia que ejerce los sistemas de fuerzas en el aparato estomatognático.



CAPÍTULO II.

SISTEMA DE FUERZAS QUE PERMITE EL MOVIMIENTO DENTARIO.

Antes de iniciar el desarrollo del tema es considerable definir los términos Ortodoncia y Ortopedia cráneofacial así como las características que rigen a cada una de estas ramas que no deberían considerarse por separado.

ORTODONCIA.- Este término fue dado a conocer por P.J. Lefoulon en 1840, en la publicación de su libro "Nouveaux traité théoriques et pratiques sur l'art du dentiste". Derivada del prefijo griego "orthos" recto, derecho, normal y "odontos" diente; literalmente significa "diente derecho", por lo que se presta a confusión y a error de interpretación en relación con el eje propio del diente. Teniendo además, el inconveniente de ser un término restrictivo al no comprender la totalidad de lo que se pretende estudiar.⁽²⁹⁾

Desde su aparición en el año de 1900 como la "primera especialidad científica" de la Odontología, los problemas de la Ortodoncia se fundamentan y sustentan en el terreno de la Física. Son el resultado de fuerzas mecánicas y de las fuerzas mecánicas depende su corrección. Por ello, el comprender los fundamentos de la mecánica sigue siendo el punto de partida para comprender la Ortodoncia. Sus aparatos fijos productores de fuerzas mecánicas, representados por arcos, resortes, ligaduras, ligas, regidos por estrictas leyes físicas, circunscriben su interés en 4 áreas esenciales a fin de obtener una mejor terapéutica clínica:

1. - Estudio de los sistemas de fuerzas que permiten el movimiento dentario.
2. - El análisis de los sistemas de fuerzas producidos por los aparatos ortodóncicos,
3. - El comportamiento de los materiales utilizados en los aparatos ortodóncicos. Principalmente los que almacenan y liberan fuerzas, y los que las reciben, las distribuyen y modifican.
4. - La correlación entre los sistemas de fuerzas y los cambios que se producen en los tejidos periodontales y estructuras dentarias.⁽²⁹⁾



La Ortodoncia, ha venido centrando su interés en los arcos de alambre como productores de fuerza para movilizar los dientes. De aquí los conceptos de fuerza para movilizar los dientes. Sean los conceptos de fuerzas, ligeras, continuas, intermitentes y diferenciales, regidos en su totalidad por las leyes de la Fuerza Física, el interés de su estudio radica en la respuesta biológica de los dientes a la aplicación de las mismas, para producir su movimiento y mantenerlos en equilibrio.⁽²⁸⁾

Uno de los problemas más discutidos en Mecánica Ortodóncica es el de la relación de la magnitud de la fuerza empleada y el desplazamiento dentario por unidad de tiempo. Porque siendo fuerzas puramente físicas las que determinan el movimiento Ortodóncico, no se consideran las fuerzas biológicas de los tejidos de soporte del diente que actúan por intermedio de las fibras gingivales, lengua, labios, músculos de la masticación, peribucales. De aquí que cuando se coloca un aparato ortodóncico, el paciente experimente dolor, o molestia. Efectos colaterales indeseables y difíciles de controlar de las fuerzas físicas.⁽²⁸⁾

ORTOPEDIA. El término de Ortopedia, derivado de las voces griegas "orthos" derecho, recto, normal y "paidos" niño o "podos" extremidad, fue dado a conocer en 1741 por N. Andry, Decano de la Facultad de Medicina de París y en su libro "Orthopedie", lo define como "... el arte de prevenir y corregir en los niños las deformidades del cuerpo..." y que éstas deformidades esqueléticas durante la niñez, se debían a desequilibrios musculares; Definiendo como "Ortopedista" a un médico que prescribía ejercicios correctivos. Sus teorías fueron precursoras directas del sistema de gimnasia sueca de P.H. Ling.⁽²⁹⁾

En **ORTOPEDIA CRÁNEOFACIAL**, por el contrario, los problemas biomecánicos se originan, desarrollan y se resuelven en el terreno biológico, al crearse por así decirlo, circuitos cerrados de fuerzas dentro del propio organismo. Lo que exige un conocimiento anatomo-fisiológico del aparato masticatorio como unidad funcional, en sus aspectos cinemáticos, estáticos y dinámicos. Porque en Biología oral las fuerzas que rigen el equilibrio Dento-Maxilo-Facial se encuentran manifestadas por la presión del tejido, la presión atmosférica y la presión muscular.⁽²⁸⁾

En los movimientos ortopédicos, aunque los dientes se encuentren mal colocados o no articulados de una manera correcta, se encuentran en equilibrio fisiológico. Las fuerzas empleadas solo deben provocar desplazamientos compatibles con este equilibrio, respetando al mismo tiempo el equilibrio preexistente, a fin de cambiar la posición de los dientes



porque el movimiento intermitente provocado por los aparatos ortopédicos, depende en gran parte de la fuerza empleada y la duración de su acción. Si la oclusión de los dientes dificulta esta acción los aparatos empleados y las fuerzas que originan, solo serán útiles si actúan en el mismo sentido que los músculos, porque la posición de los dientes no pueden ser independientes de la relación de los maxilares con el cráneo y la cara. ⁽²⁹⁸⁾

Resumiendo lo anterior, lo podemos englobar en la siguiente tabla.

ORTOPEDIA MAXILAR.	ORTODONCIA.
1. - Corrige la función para restablecer la forma.	1. - Corrige la forma para restablecer la función.
2. - Sus fundamentos son del orden biológico.	2. - Sus fundamentos son de orden físico.
3. - Emplea fuerzas biológicas que determinan reflejos neuromusculares sobre los dientes.	3. - Emplea fuerzas mecánicas que determinan desplazamiento en los dientes.
4. - Produce movimientos dentarios mediante estímulos de transformación tisular por adaptación funcional.	4. Produce movimientos dentarios mediante estímulos mecánicos de aposición y resorción ósea.
5. - Emplea aparatos removibles que actúan sobre los dientes, labios, lengua, encías, paladar, piso de la boca, ATM, modificando las funciones de la masticación, deglución, respiración, y fonación del aparato masticatorio.	5. Emplea aparatos fijos que actúan sobre los dientes en particular, modificando en lo individual su posición en la oclusión.
6. - Centra su acción biomecánica sobre la cinemática, estática, y dinámica del aparato masticatorio.	6. - Centra su acción biomecánica sobre la estática de los dientes.
7. - Antepone la función a la estética.	7. - Antepone la estética a la función.

TABLA 1. Sarabia Aguilar Jesus. "Ortodoncia y Ortopedia Maxilar, fundamentos científicos y evolución"



BIOMECÁNICA.

El objetivo del presente capítulo es presentar los factores que intervienen en el proceso de la conformación de un sistema de fuerzas; para evitar caer en la alteración del equilibrio de las fuerzas presentes en la cavidad bucal, o bien impedir la creación de fuerzas que deformen la funcionalidad de las estructuras que conforman el aparato estomatognático

Los principios del análisis de fuerzas son los instrumentos básicos del ingeniero mecánico, al aplicarlos al medio bucal, combinamos la ingeniería con la odontología permitiendo interactuar conjuntamente la creación de una terminología adecuada a nuestro medio.

Iniciamos el recorrido definiendo mecánica.

2.1. MECÁNICA FÍSICA. Es la rama de las ciencias físicas que observa la acción de las fuerzas en un cuerpo. La Mecánica como normalmente se usa en la literatura ortodóncica, se preocupa por la manipulación o técnica del aparato. Desfavorablemente, el índice de correlación entre estas dos interpretaciones a veces es sumamente insignificante.⁽¹⁸⁾

Otro concepto de mecánica es el siguiente:

Mecánica. Es la ciencia que trata de la acción de las fuerzas sobre la forma y movimiento de los cuerpos. En Ortodoncia los cuerpos son los dientes, el ligamento y el hueso. Las fuerzas son producidas por los aparatos ortodóncicos.⁽²¹⁾

El proceso de comprensión en la aplicación de fuerzas a lo largo del tiempo ha sido modificado, y por medio de las leyes de Newton que muestran de una manera ejemplificada dicho proceso, amplían el panorama en este tema a veces tan árido.

2.1.1. LEYES DE NEWTON.

PRIMERA LEY DE NEWTON.

"Un cuerpo continua en estado de reposo o en movimiento uniforme en línea recta, a menos que sea obligado a cambiar su estado por las fuerzas que se ejerzan sobre él".⁽¹⁹⁾



La primera ley de Newton dice que el efecto de una fuerza implica cambiar el movimiento de un cuerpo. También indica que un cuerpo permanecerá en reposo o continuará moviéndose a velocidad constante (en línea recta), a menos que sobre él influya alguna fuerza.⁽¹⁹⁾

SEGUNDA LEY DE NEWTON

"La aceleración de un cuerpo (el cambio de velocidad con el tiempo) tiene la misma dirección, es proporcional a la fuerza que lo produce y es inversamente proporcional a la masa del cuerpo".

Simplemente indica que los efectos de una fuerza dependen no solamente de la magnitud de la fuerza y de la masa del cuerpo, sino también de la dirección en la que actúa. Las unidades con magnitud y dirección se denominan vectores.⁽¹⁹⁾

TERCERA LEY DE NEWTON.

"A cada acción siempre se opone una reacción igual, o las acciones mutuas de dos cuerpos entre sí siempre son iguales, y se dirigen en sentidos opuestos."

Esta ley afirma que cuando un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro, el segundo ejerce una fuerza en igual dirección pero opuesta sobre el primero.⁽¹⁷⁾

Si logramos comprender las leyes que rigen el movimiento entenderemos los múltiples elementos que originan un desplazamiento dental. Con esto queremos decir que todo cuerpo presentará:

- Un centro de resistencia.
- Un centro de rotación.
- Fulcro.
- Un eje de rotación.

2.1.2. CENTRO DE RESISTENCIA. Punto donde, aplicando una fuerza, se obtiene un desplazamiento del cuerpo. En un diente monorradicular está situado hacia apical, a $2/3$ de la distancia existente entre el ápice dentario y la unión esmalte-cemento (figura 4) ⁽²⁴⁾

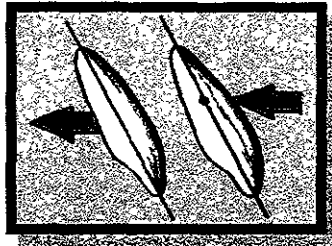


FIGURA 4. Ortodoncia Práctica. Massimo Rossi.

En la práctica, como el centro de resistencia está situado a nivel intraóseo es imposible aplicar una fuerza directa a este punto. ⁽¹¹⁾ Entonces, para obtener un desplazamiento corporal se aplica un par de fuerzas (torque+fuerza lineal) (figura 5). ⁽²⁴⁾

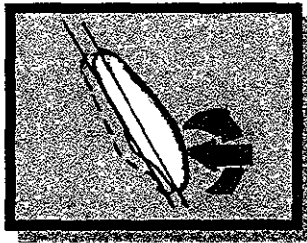


FIGURA 5. Ortodoncia Práctica. Massimo Rossi.

2.1.3. CENTRO DE ROTACIÓN. Punto alrededor del cual gira un diente bajo la acción de una fuerza (figura 6). ⁽²⁴⁾

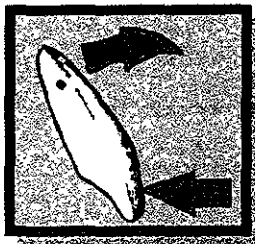


FIGURA 6. Ortodoncia Práctica. Massimo Rossi.



2.1.4. FULCRO. El punto de apoyo de una palanca. El fulcro puede ser también un punto de rotación; pero un punto de rotación no es un fulcro, salvo que sea también un punto de apoyo mecánico. El punto de la raíz de un diente alrededor del cual puede inclinarse el diente es un eje de rotación, no un fulcro.⁽¹⁴⁾

2.1.5. EJE (DE ROTACIÓN). Línea alrededor de la cual gira un cuerpo; no coincide necesariamente con una entidad física (figura 7).⁽¹⁴⁾ Las unidades empleadas en ortodoncia son fuerza y distancia.⁽¹⁰⁾ Por lo que iniciaremos una revisión de lo que es, así como lo que implica una fuerza.

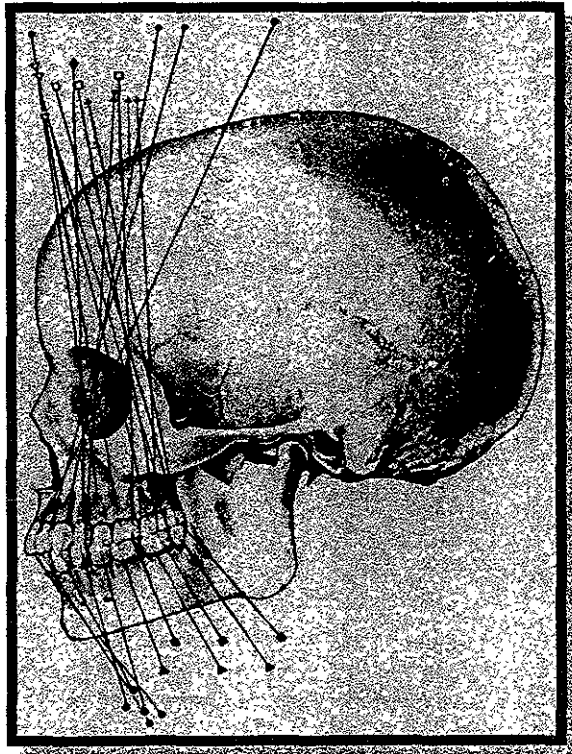


FIGURA 7. Vista lateral del cráneo con alambres ortodóncicos colocados axialmente a lo largo de las raíces de los dientes y hasta el exterior, mostrando la orientación variable de los diferentes ejes. Aparatología Ortodóncica removible. Graber.



2.2. FUERZA. Capacidad de resistir una carga deformante sin sobrepasar los límites arbitrarios de la deformación plástica. Depende tanto de la rigidez como de los límites, pero no presenta relación consistente con ninguno de estos. Usada aquí para describir propiedades de los materiales, tamaño de los alambres y configuración de las vigas. La fuerza es proporcional a la resiliencia de los materiales y al módulo seccional de las vigas (figura 8).⁽¹⁴⁾

Entonces, fuerza es la acción de un cuerpo (alambre) sobre otro cuerpo (diente) que cambia o tiende a cambiar la forma o movimiento de ese segundo cuerpo. Indica un empuje o tracción. En el sistema métrico, la unidad es el gramo o el gramo por milímetro cuadrado, dependiendo si se considera fuerza sola o la fuerza por unidad de superficie (presión).⁽¹⁹⁾ Con lo anterior se concluye que la fuerza es una carga aplicada sobre un objeto que tenderá a desplazarlo a una posición diferente del espacio.

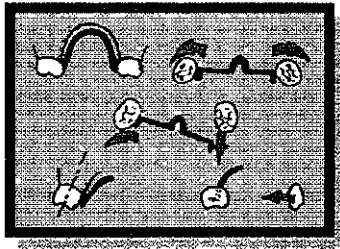


FIGURA 8. Ortodoncia Práctica. Massimo Rossi.

Si se aplica una fuerza ligera (recordar que, a pesar de ser ligeras, los límites de estos valores deben ser considerados de acuerdo a los dientes que van a ser aplicados, del movimiento requerido y del sistema de desplazamiento empleado), se presenta un equilibrio entre resorción y aposición "el diente se desplaza con el hueso" (Fontenelle).⁽²⁴⁾

Si la fuerza aplicada es pesada (fuerzas superiores de 300gr.). La compresión del ligamento periodontal contra la pared del alvéolo determina una isquemia que induce la necrosis (hialinización) de la lámina dura. Este proceso necesita unos 15 días, donde como consecuencia, "el diente se desplaza a través de hueso" (Fontenelle).⁽²⁴⁾



2.2.1. CLASIFICACIÓN DE FUERZAS.

Las dos clases más amplias de fuerzas mecánicas son:

- Dinámicas.
- Estáticas.

Las *fuerzas dinámicas* incluyen los efectos del movimiento y de la inercia, como cuando se produce la colisión de dos bolas de billar. En cualquier momento se puede considerar que las estructuras bucales se encuentran en un estado de equilibrio estático.⁽¹³⁾

Hay que considerar en las *fuerzas estáticas*, las relaciones de las fuerzas tanto en intensidad como en dirección son las mismas que cuando se está produciendo un movimiento.⁽³¹⁾

2.2.2. FUENTES DE LAS FUERZAS.

Las fuerzas sobre los dientes pueden provenir de muchas fuentes en el medio dentario. La respuesta ortodóncica de movimiento de dientes puede ser provocado por cualquier desequilibrio en las fuerzas ambientales.⁽³¹⁾

Las fuerzas sobre los dientes pueden originarse tan cerca como en el ligamento periodontal o tan lejos como por completo fuera del cuerpo. Una clasificación global puede abarcar todas las fuerzas dentarias dentro de dos clases:⁽³¹⁾

- A. Fuerzas intrínsecas: aplicadas a la raíz a través de los tejidos de sostén.
- B. Fuerzas extrínsecas: aplicadas a la corona.
 - 1) Estructuras adyacentes.
 - a) Lengua.
 - b) Musculatura vestibular (labios y carrillos).
 - 2) Función dentaria (oclusión) derivada de los músculos de cierre.
 - a) Axial.
 - b) Excéntrica.
 - 3) Objetos extraños (hábitos).
 - a) Pulgar y otros dedos.



- b) Sostén de cuerpos extraños (instrumentos musicales, elementos para fumar, lápices).
- 4) Fuerzas iatrogénicas (aparatos dentales).
 - a) Protésica.
 - b) Ortodóncica.⁽³¹⁾

FUERZAS INTRÍNSECAS

Las fuerzas intrínsecas son las que surgen dentro de los tejidos de sostén. Son leves, pero continuamente activas, lo cual las torna un factor principal en la determinación de la posición dentaria. Estas fuerzas son el impulso eruptivo que lleva al diente a su posición, la tensión en reposo de las fibras después de la erupción y la presión hidráulica del sistema circulatorio.⁽³¹⁾

FUERZAS EXTRÍNSECAS

Las coronas son las partes activas de los dientes, y están bien diseñadas para la aprehensión y la masticación. Cualquier contacto con la corona de un diente aplicará a éste una fuerza que será transferida a su vez a la raíz y los tejidos de sostén.

Todas las fuerzas extrínsecas, cualquiera que sea su origen, se aplican al diente por medio de la corona. La respuesta de los dientes y los tejidos de sostén será la misma cualquiera que sea el origen.⁽³¹⁾

2.2.3. CLASIFICACIÓN DE LAS FUERZAS DE ACUERDO A SU DURACIÓN.

La cantidad, duración y dirección de la fuerza puede combinarse en varias maneras de acuerdo a la intención del odontólogo y al aparato que se este usando. Una fuerza aplicada a un diente determina las áreas en las que el ligamento periodontal y el hueso alveolar son sometidos a presiones y las áreas sometidas a tracción.⁽²⁴⁾

FUERZAS CONTINUAS. Las fuerzas continuas mantienen aproximadamente la misma magnitud de fuerza durante un tiempo indefinido. Se caracterizan por una intensidad decreciente a medida que existe desplazamiento. Son características de la aparatología fija. Por ejemplo, un resorte de extremo libre, o bien una ansa. (figura 9).⁽²¹⁾

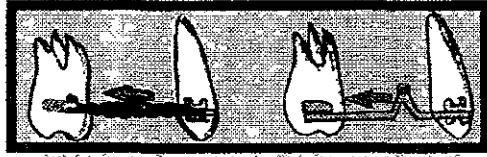


FIGURA 9. Ortodoncia Práctica. Massimo Rossi.

FUERZAS DISIPANTES. Estas fuerzas son continuas pero demuestran una cantidad de una fuerza decreciente en un periodo corto, ejemplo: diente con banda ligada a un arco de alambre.

Ventaja. Periodo de recobro, reorganización y proliferación celular previo a la reapiación de fuerza. ⁽²¹⁾

FUERZAS INTERMITENTES. Estas fuerzas están asociadas con aparatos removibles. La fuerza es activa cuando el aparato esta en la boca, y no existe cuando se retira.

Los aparatos fijos removibles como placas superiores con resortes auxiliares, y los aparatos de tracción extrabucal emplean movimientos intermitentes. ⁽²¹⁾

FUERZAS FUNCIONALES. Estas fuerzas aparecen contra el diente solamente durante la función bucal normal y están asociadas con aparatos removibles sueltos. Así cada vez que el paciente traga, el activador dirige la fuerza de las contracciones musculares contra los dientes. ⁽²¹⁾

La mayoría de los autores distingue entre fuerzas continuas e intermitentes. Un estudio más íntimo, sin embargo, requiere una subdivisión extensa de estos tipos. Además de fuerzas continuas, las fuerzas continuas interrumpidas deben ser incluidas. ⁽¹⁵⁾

Un ejemplo de fuerzas continuas interrumpidas puede ser ilustrado por el ligamiento del diente a un arco labial ligeramente extendido. Este tipo de fuerza es sobre todo favorable cuando puede guardarse una luz considerable. Una área de hialinización también puede crearse en el lado de presión, pero en cuanto se haya eliminado por resorción de hueso la fuerza disminuye como los movimientos del diente. Finalmente es retenido pasivamente por el alambre del arco, durante este



suficiente para la calcificación de estructuras en proceso de reciente formación en el lado de tensión.⁽²²⁾

Las fuerzas intermitentes crearán una reacción favorable del tejido, sobre todo en el lado de presión. El proceso de resorción que sigue a la aplicación de aparatos intermitentes o trasladables es caracterizado por la interrupción de la fuerza activa como el plano de posición.⁽²²⁾

Los aparatos funcionales se moverán más o menos de acuerdo con el movimiento de la mandíbula. Así, en un tratamiento con fuerzas intermitentes las condiciones nutricionales en el lado de presión están favorecidas, a un grado variante, por la circulación sanguínea aumentada frecuentemente, manifestada por un aumento en el número de células.⁽²²⁾

La duración de la aplicación de la fuerza, es un factor de importancia ya que el ligamento periodontal debe tener periodos de recobro para reponer la irrigación al ligamento y promover la proliferación celular. Es decir una fuerza intensa de corta duración puede ser menos perjudicial que una fuerza ligera continua.⁽¹⁶⁾

Una investigación más íntima del problema en cuanto a la fuerza empleada en Ortodoncia revela que algunos de los factores principales son:

- La variación individual en reacción del tejido.
- El tipo de fuerza aplicado.
- Los principios mecánicos involucrados. Se encuentra que estos factores se unen estrechamente.

Ellos separadamente sólo pueden discutirse en la magnitud.⁽¹⁶⁾

2.2.4. MAGNITUD DE FUERZAS. El concepto de magnitud es uno de los conceptos fundamentales en la física, pues es a través de él que pueden introducirse las medidas en esta ciencia. Cada estado particular de una magnitud se llama cantidad, y las cantidades pertenecientes a la misma magnitud se dicen homogéneas. Cuando las cantidades de una magnitud pueden ordenarse de mayor a menor, la magnitud se llama *escalar* o *lineal* (longitud, volumen, presión, energía); si no pueden ordenarse, la magnitud se llama *vectorial* o *compleja* (velocidad y fuerza). La magnitud en Ortodoncia y Ortopedia craneofacial se manejan como ligeras e intensas.



La clave para la comprensión de estas fuerzas dentarias es el proceso analítico de descomponerlas en sus componentes simples y comprensibles, el análisis estático. Esto nos lleva a los conceptos de vectores, momentos y equilibrio estático. ⁽¹⁶⁾

2.3. VECTOR. Un vector representa una acción mecánica en línea recta, tal como empujar o tirar. Más exactamente, es una magnitud dirigida de fuerza que actúa en una línea recta. Como influencia traslatoria dirigida, un vector ejerce efectos también en otras direcciones, lo cual convierte al análisis de los vectores en un instrumento útil en la comprensión de los efectos ortodóncicos. ⁽²¹⁾

Un vector puede ser descrito totalmente por dos parámetros:

1. Dirección.
2. Magnitud o intensidad (puede ser medida en unidades tales como gramos). ⁽²¹⁾

Un vector puede ser representado esquemáticamente por cualquier serie de segmentos de líneas rectas iguales y paralelas. La dirección de la acción se indica por una cabeza de flecha (figura 10). ⁽²¹⁾

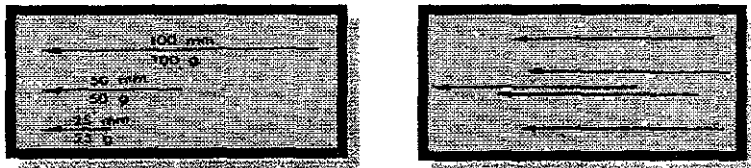


FIGURA 10. A. Un vector puede ser representado por cualquier flecha que indique su dirección. B. En un diagrama de vectores, la longitud de la flecha es proporcional al valor de su fuerza. Cualquier relación entre fuerza y longitud puede ser la utilizada, pero esa relación debe ser la misma para todos los vectores del mismo diagrama. Atlas de principios de Ortodoncia. Thurow Raymond.

2.3.1. MAGNITUD VECTORIAL. Es aquella, que además de poseer un módulo, posee dirección y sentido, ejemplo: desplazamiento, velocidad y fuerza. ⁽²¹⁾

Una *magnitud vectorial* se presenta por medio de una flecha a una cierta escala. La longitud de la flecha representa el módulo del vector, la



línea sobre la cual se encuentra es la dirección del vector y el sentido es el indicado por la flecha. ⁽²¹⁾

El vector resultante de un sistema de fuerzas, es un vector único que produce los mismos efectos en todos los lados. ⁽²¹⁾

El vector equilibrante, de un sistema dado es un vector único capaz de compensar la acción de todos los vectores actuando simultáneamente. Tiene el mismo módulo y dirección que el vector resultante, pero en sentido contrario. ⁽²¹⁾

2.3.2. PARALELOGRAMO DE LAS FUERZAS. Dos fuerzas aplicadas a un cuerpo con dirección distinta producen un desplazamiento en el sentido y la intensidad indicada por el trazado de un paralelogramo (figura 11). ⁽²⁴⁾

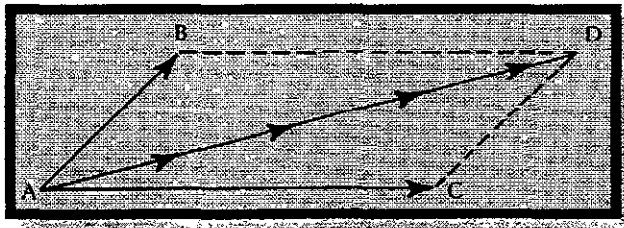


FIGURA 11. Ortodoncia Práctica. Massimo Rossi.

2.4. ESFUERZO. Fuerza aplicada a una estructura mecánica. La aplicación de esfuerzo produce deformación dentro de la estructura. El esfuerzo puede proceder de fuera o de fuerzas que actúan dentro del material (como las producidas al calentar, enfriar o endurecer con el trabajo). ⁽¹⁴⁾

2.5. MOMENTO: Es una tendencia de una fuerza a causar rotación de un cuerpo alrededor de un eje fijo. ⁽²¹⁾

Momento es la influencia rotatoria que determina que el objeto al cual se la aplica rote, se vuelque o gire. El valor de un momento es el producto del valor de la fuerza (como gramos) multiplicado por el valor lineal (como centímetros). ⁽²¹⁾



Se requieren dos mediciones para determinar la cifra única que expresa el valor de un momento. El valor de la fuerza es la fuerza aplicada y el valor lineal es la longitud del brazo del momento (brazo de palanca). Esto puede ser determinado de cualquiera de las siguientes maneras:⁽²¹⁾

1. Si se identifica un fulcro o eje, el momento es igual al valor de la fuerza multiplicado por la distancia más corta (perpendicular) de la línea de esa fuerza al eje.
2. Cuando un momento está basado en una cupla, no hay necesidad de identificar un eje o fulcro. Se establece una cupla cuando fuerzas iguales en magnitud pero de dirección opuesta se aplican en dos líneas diferentes en el mismo plano. El momento de la cupla, que mide el efecto rotacional de las fuerzas paralelas, es igual al valor de una de las fuerzas, multiplicado por la distancia entre las líneas de acción (el brazo del momento de la cupla).⁽²¹⁾

2.6. CUPLA. Son dos fuerzas iguales operando sobre un objeto en direcciones paralelas, pero en sentidos opuestos.⁽²¹⁾

2.7. TORQUE. Torque es la fuerza que permite al ortodoncista controlar las inclinaciones axiales de dientes y ponerlos en posiciones armónicas que son tan deseables para un resultado muy bien terminado. Torque es la fuerza que da el mando del operador encima de los movimientos de raíces de dientes. Es la fuerza que le ayuda a provocar un cambio deseable de puntos, a su vez es auxiliar para provocar cambios faciales deseables en sus pacientes.⁽²²⁾

Torque es meramente el torcimiento del alambre de canto. La fuerza de torque se crea cuando el alambre hace un esfuerzo. Hay dos tipos de torque:

- (1) Torque pasivo que no tiene ninguna acción o fuerza en el diente cuando está comprometido.



- (2) Torque activo que tiene una acción definida o fuerza en el diente cuando está comprometido (figura 12).

Se nombra la fuerza de torque según la acción en la corona del diente. Hay *torque lingual* que tiende a inclinar la corona del diente lingualmente, y labialmente las raíces, hay *torque labial* que tiende a inclinar la corona hacia labial y las raíces lingualmente. ⁽²²⁾

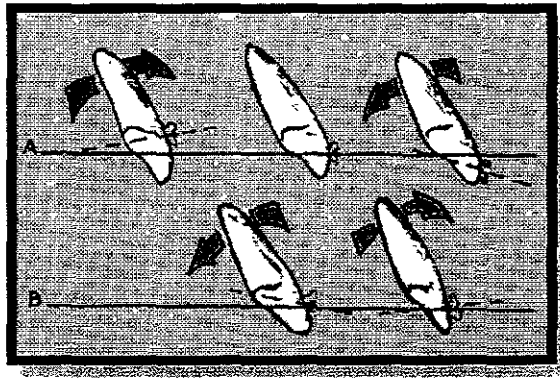


FIGURA 12. A) Bracket (o cánulas) colocados más gingivalmente aumentan el valor de torque negativo incorporado (debe recordarse que los dientes posteriores presentan una inclinación radículo-vestibular inversa a la de los anteriores). B) Se obtiene un torque negativo con un bracket aplicado en un diente más plano con respecto a un análogo más prominente. Ortodoncia Práctica. Massimo Rossi.

Con el fin de asegurar una correcta inclinación en sentido vestibulolingual y vestibulopalatino es necesario cierto grado de torque de los órganos dentarios; para obtenerlo, el ortodoncista utiliza arcos de tipo rectangular (rara vez en forma cuadrada). ⁽²⁴⁾

La torsión inducida por el empuje que éstos ofrecen en las ranuras, a través del retorno elástico y el roce de los cantos con las paredes produce el movimiento dentorradicular.

En el pasado el torque era determinado por el ortodoncista, presando el alambre; actualmente, se utilizan brackets pretorqueados con torque diferenciado y la utilización de arcos rectos. ⁽²⁴⁾



El torque es muy importante para llevar hacia atrás los dientes anteriores, por ejemplo, los superiores en una Clase II con extracciones, puesto que permite el desplazamiento en masa de los incisivos (figura 13).⁽²⁴⁾

De no ser así, se obtendría una inclinación que, si no es corregida en una segunda fase con torque de resortes como los utilizados en la técnica de Begg, es antiestética e inestable.⁽²⁴⁾

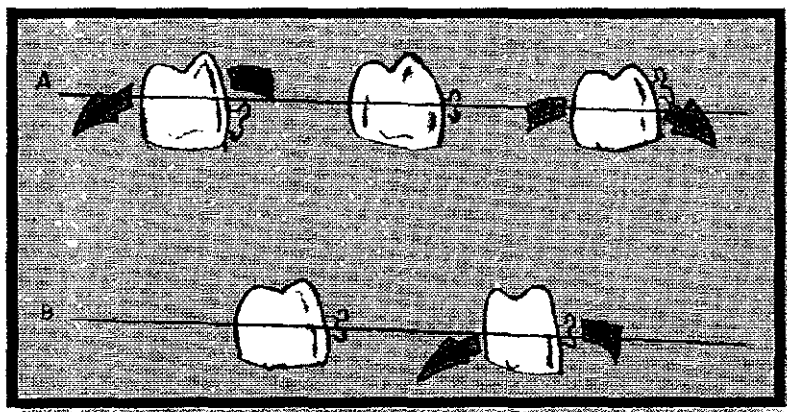


FIGURA 13. A) Un posicionamiento más o menos oclusal (o gingival) determina un cambio del valor del torque colocado. El mismo bracket colocado más hacia oclusal presenta un torque positivo mayor que el colocado más hacia gingival sobre el mismo diente. B) Un bracket colocado a la misma altura tiene un torque positivo en un diente prominente más que en uno plano. Ortodoncia Práctica. Massimo Rossi.

También aquí es importante la dimensión del alambre con respecto a la ranura, puesto que a cada pulgada menos con respecto a las dimensiones de la misma, le corresponde menos grados de torque restituído.⁽²⁴⁾

Con este fin debe recordarse la investigación de Creekmore en donde se demuestra que con una ranura de 0.22" x 0.28", un alambre de 0.19" x 0.25" se determina un torque de 4.3° superior al determinado por un alambre de 0.18" x 0.25". Los grados se convierten en 8 con un alambre de 0.215" x 0.25". Debe reconocerse a Burstone, el mérito de ser el primer profesional que razonó analíticamente la biomecánica entre brackets ortodóncicos.⁽²⁴⁾



Es memorable el artículo por él escrito, acerca de los efectos que produce un dobles en V de hilo ortodónico entre dos dientes (figura 14) y aquél que describe las seis geometrías que caracteriza dos attaches colocados en forma distinta en dos dientes contiguos (figura 15).⁽²⁴⁾

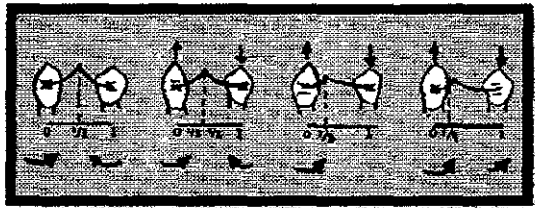


FIGURA 14. Un alambre de ortodónico con pliegue en V se coloca entre dos brackets. Si el pliegue se encuentra ubicado a la mitad de la distancia, se obtienen dos movimientos rotatorios, iguales y contrarios. Si se desplaza hacia un diente a una distancia comprendida entre $1/3$ y $1/2$, el diente hacia donde se desplaza está afectado no sólo por un movimiento rotatorio sino, también, por una fuerza extrusiva. El otro diente está afectado por una fuerza intrusiva conservando por un tiempo un movimiento rotatorio contrario, pero de menor intensidad. Cuando el pliegue está a $1/3$ de la distancia, la situación es similar a la del que fue descrito anteriormente, exceptuando la desaparición, en el segundo diente del movimiento rotatorio. A $1/4$ o menos de distancia, siempre sobre el segundo diente, reaparece un momento rotatorio en la misma dirección de aquél, pero más importante y afecta al diente colocado hacia donde se desplaza el pliegue. Ortodoncia Práctica. Massimo Rossi.

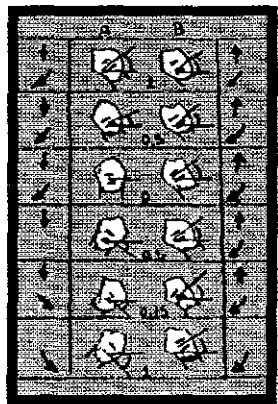


FIGURA 15. Efectos similares a los que se obtienen plegando un alambre entre dos brackets con igual inclinación, se logran al colocar un alambre recto entre dos brackets inclinados. Si las ranuras (slot) forman un mismo ángulo con el plano horizontal, se forma la primera combinación y las piezas dentarias están afectadas por un movimiento rotatorio de igual intensidad y dirección. A esto se combina una fuerza



extrusiva para una pieza dentaria e intrusiva para la otra. Ahora, imaginando no mover el bracket derecho y rotar el de a izquierda en el sentido de las manecillas del reloj hasta que la ranura (slot) forme un ángulo de 0° , es decir, paralelo al plano horizontal de referencia; es posible lograr que las primeras tres situaciones sean similares. Cambian los valores de fuerza y movimiento, en cualquier caso, las resultantes son situaciones parecidas a las descritas en la de pliegues en V. En la cuarta situación (ángulo izquierdo negativo con un valor que es la mitad del derecho), desaparece el movimiento rotatorio (situación similar a la tercera de pliegue en V). En la quinta situación (ángulo izquierdo negativo con valores de un 75% del derecho), reaparece a la izquierda un movimiento rotatorio en sentido opuesto y se logra un esquema similar a la segunda de pliegue en V. En la sexta situación (ángulo izquierdo negativo con valor igual al derecho), se logran sólo movimientos rotatorios de igual intensidad y dirección opuesta como en la primera situación de pliegue en V. Ortodoncia Práctica. Massimo Rossi.

2.8. CENTROS DE RESISTENCIA MAXILAR.

Según Teuscher, no sólo los dientes sino también la maxila presenta un centro de resistencia, siendo unido en forma no rígida, sino con un sistema sutural en las estructuras circundantes. ⁽¹⁸⁾

Por lo tanto el tercio medio de la cara presenta dos centros de resistencia, uno a nivel del proceso alveolar superior entre el tercio apical de los premolares, el otro en un área romboidal colocadas en la proximidad de la sutura cigomática (figura 16). ⁽²⁴⁾

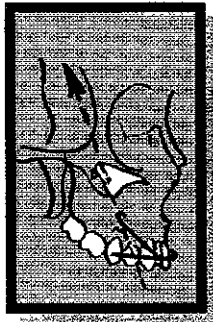


FIGURA 16. Ortodoncia Práctica. Massimo Rossi.

Para que no haya rotaciones involuntarias, el vector de una fuerza extraoral aplicada deberá pasar entre dos centros de resistencia. ⁽²⁴⁾

Si el vector pasa por detrás de los centros de resistencia se determina una rotación con tendencia al sentido de las manecillas del reloj, la cual es favorable en los casos de mordida abierta esquelética (figura 17). ⁽²⁴⁾



FIGURA 17. Ortodoncia Práctica. Massimo Rossi.

Si el vector pasa entre los dos centros de resistencia, el plano palatino tiende a rotar en el sentido del reloj mientras que el plano oclusal lo hace en la dirección contraria, fenómeno deseado en una mordida profunda (figura 18).⁽²⁴⁾



FIGURA 18. Ortodoncia Práctica. Massimo Rossi.

Si el vector pasa por encima de los dos centros de resistencia, es posible encontrar una rotación en el sentido contrario al de las manecillas del reloj del plano oclusal y palatino que mejoran una mordida profunda obstaculizada por la propulsión anterior de la mandíbula. Es posible, entonces tener un efecto negativo a pesar de la función del activador (figura 19).⁽²⁴⁾



FIGURA 19. Ortodoncia Práctica. Massimo Rossi.

2.9. ANCLAJE.

Al aplicar fuerzas a un sistema constituido por dos dientes o grupos de dientes. Existen tres posibilidades:

1. **ANCLAJE MÍNIMO (A).** Los dos componentes se desplazan libremente. Por ejemplo, una fuerza aplicada entre dos órganos dentarios de igual superficie radicular determina un análogo desplazamiento de ambos (figura 17).
2. **ANCLAJE MEDIO (B).** Se esfuerza la resistencia ofrecida por un componente del sistema, una de los órganos dentarios se desplaza menos (figura 17).
3. **ANCLAJE MÁXIMO (C).** Se refuerza al máximo uno de los componentes del sistema. Se desplaza una solo diente (figura 20).⁽²⁴⁾

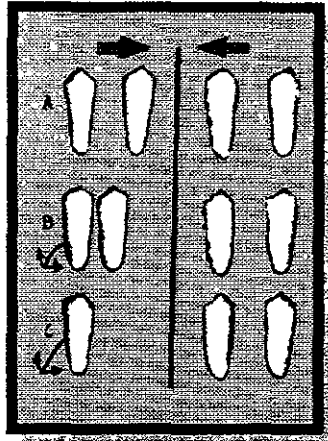


FIGURA 20. Ortodoncia Práctica. Massimo Rossi

Para disponer de un sistema de anclaje es necesario considerar la técnica de desplazamiento programada si es del tipo friccionante, el roce se produce entre alambre y ranura, por lo tanto, para movilizar un órgano dentario es necesario una fuerza de notable magnitud. Y, si es requerido, mayor anclaje. ⁽²⁴⁾

De acuerdo al alambre empleado y brackets, cambia el roce, puesto que está esencialmente involucrado con dos factores. La aspereza de las superficies en contacto (mientras más lisas y pulidas, menor es el roce) y la presión que ejercen, entre sí, alambre y bordes de bracket. Por lo tanto, los materiales a utilizar son determinantes; por ejemplo, el TMA (beta-titanio) ofrece mayor roce, logrando absorber 5/6 de la fuerza aplicada mientras que el acero logra sólo la mitad. La porcelana aumenta la fricción del 30-50%. ⁽²⁴⁾

A todos estos factores deben agregarse otros elementos como la colocación de torque no deseado, ligaduras muy estrechas, utilización apropiada del hilo en la ranura del bracket (cuanto sean más adecuadas las dimensiones, mayor será el roce) ⁽²⁴⁾



Los dientes ofrecen distintos tipos de anclaje, de acuerdo a su superficie. Son claros ejemplos los sistemas utilizados para aumentar el anclaje:

- La unión de varios dientes.
- Tracción extraoral (Teo) superior.
- Lip bumper.
- Barra palatina.
- Resorte intermaxilar.
- Resortes de uprighting.
- Raíces en la cortical ósea.⁽²⁴⁾



CAPÍTULO III.

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES EMPLEADOS EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA CRÁNEOFACIAL.

En presente capítulo se hace una reseña simple de las características que rigen el mundo de los materiales en cuanto a su manifestación o respuesta ante agentes externos.

Para poder hablar de estos materiales en especial los alambres, los cuales son "la base fundamental de la Ortodoncia", es imprescindible conocer los siguientes términos.

3.1. RESISTENCIA. Relación entre el trabajo necesario para romper el alambre y el seccionamiento del mismo.⁽²⁴⁾

3.2. ELASTICIDAD. Es la propiedad de un material que le permite al ser deformado por una carga, recuperar su forma inicial. Para describir las fuerzas de un mecanismo elástico deben medirse dos características o propiedades básicas. Estas son:

1. **Rigidez.** Es una relación de fuerza/distancia que mide la resistencia a la deformación. Se expresa como la cantidad de fuerza necesaria para ejercer un determinado tipo de deformación a una determinada distancia en cierto material.
2. **Amplitud de trabajo.** Es una medición lineal de la distancia a la que puede ser deformado un material sin exceder sus límites.

Estas propiedades básicas son aplicables no sólo a los materiales elásticos sino también a mecanismos construidos con uno o varios de ellos.⁽²¹⁾

3.2.1. LÍMITE DE ELASTICIDAD. Fuerza máxima que puede ser aplicada a un alambre sin que éste se deforme permanentemente.



3.2.1. MÓDULO DE ELESTACIDAD. Razón entre la tensión por unidad y la carga por unidad, generalmente expresado en libras por pulgada cuadrada. Es un índice de rigidez.⁽¹⁴⁾ En pocas palabras es la relación entre la intensidad de la fuerza y la deformación consecuente.⁽²⁴⁾

3.3. DEFORMACIÓN. Es la carga o momento elástico máximo, es la mayor fuerza o momento que puede aplicarse a un miembro sin producir deformación permanente. Los miembros activos y reactivos deben de planearse de manera tal que no produzcan deformación si se hacen activaciones para alcanzar los niveles óptimos de fuerzas. De esta manera no ocurrirán deformaciones permanentes o fracturas (figura 21).⁽²¹⁾

Existen dos tipos de deformación:

- θ Deformación plástica.
- θ Deformación elástica.

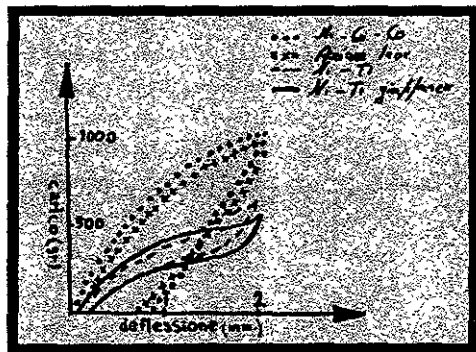


FIGURA 21. Para producir una deformación de acero o aleación NiCrCo de 2 mm, se debe aplicar una carga cada vez mayor hasta superar los 1,000g. Eliminando la carga se obtiene una recuperación parcial de la posición original: el metal se ha deformado en forma parcial restituyendo una fuerza decreciente. Para la aleación NiTi japonesa, una carga inferior a los 500 gramos es suficiente para producir un plateau de deformación de hasta 2 mm. Eliminando la carga se obtiene un retorno constante en sus niveles iniciales: el metal ha sufrido una deformación mínima restituyendo una fuerza constante. En otras palabras, este diagrama permite llegar a la conclusión de que la aleación NiTi superelástica restituye la misma fuerza, así la deformación sea a una distancia mínima o mayor. Clínicamente, considerando el elevado límite elástico, estos alambres pueden ser utilizados en condiciones de notable desnivel dentario, desarrollando, durante el alineamiento fuerzas ligeras y continuas. Ortodoncia Práctica. Massimo Rossi.



3.3.1. DEFORMACIÓN PLÁSTICA. Cambio de forma, producido por una fuerza externa que sobrepasa el límite elástico (proporcional) del material. La forma original no será recuperada al eliminar tal fuerza. La deformación plástica es un cambio permanente de forma.⁽¹⁴⁾

3.3.2. DEFORMACIÓN ELÁSTICA. Cambio de forma, provocado por una fuerza mecánica, dentro del límite elástico (proporcional, de un material). La forma original se recupera al eliminar la fuerza deformante.⁽¹⁴⁾

3.4. TENSIÓN. Es un cambio en la forma o tamaño de un cuerpo que responde a una fuerza aplicada. Ejemplo: un resorte sufre tensión cuando es estirado, un alambre se tensa cuando es doblado.⁽²¹⁾

3.5. PRESIÓN. Es la resistencia molecular interna a la acción deformante de fuerzas externas. Presión es equivalente, en cuerpos rígidos a la resistencia del cuerpo.⁽¹⁴⁾

3.6. RESILENCIA. La capacidad de un material para almacenar energía elástica. Depende de los efectos combinados de rigidez y límites de trabajo. La resiliencia de una propiedad del material mismo y no está relacionada con el tamaño o la forma.⁽¹⁴⁾

3.7. DUREZA. Es la medida de la máxima carga que puede aceptar determinado material antes de deformarse permanentemente o romperse.⁽²¹⁾

3.8. FLEXIBILIDAD. Término no específico que denota facilidad para doblar. Puede indicar poca rigidez, poca fuerza, poca amplitud de carga o poca fragilidad, ya sean solos o en combinación.⁽¹⁴⁾



3.8.1 MÓDULO DE FLEXIBILIDAD DE CARGA. En el campo de la elasticidad, el desplazamiento es proporcional a la carga. Cuanto más bajo es el módulo, es decir, la carga aplicada para determinar la flexibilidad, la fuerza desarrollada para desplazar un diente es constante. Éstas características varían en función de:

1. **SECCIÓN Y FORMA DEL ALAMBRE.** El módulo de flexibilidad varía con la cuarta potencia del diámetro de un alambre redondo y con la tercera potencia de la longitud de uno rectangular. Por ende, al reducir el seccionamiento del alambre se reduce el módulo de flexibilidad de carga. Por esta razón, al reducir el seccionamiento del alambre se reduce el módulo de flexibilidad por carga, pero así mismo, el límite de elasticidad, por lo que aumenta el riesgo de deformaciones; esto puede suceder, por ejemplo durante la masticación.⁽²⁴⁾
2. **LONGITUD DEL ALAMBRE Y DISTANCIA ENTRE LOS BRACKETS.** El módulo de flexibilidad por carga varía en forma inversamente proporcional a la tercera potencia de la longitud del alambre en un recorrido sencillo con un extremo libre. Por este motivo, es importante la distancia entre los ataches así como la elección del sistema (friccionante o no).⁽²⁴⁾
3. **MODELADO DEL ALAMBRE.** La elasticidad del arco aumenta, aumentando la longitud del alambre. Esto se puede obtener aumentando la distancia entre los brackets o insertando ansas. Lo dicho hasta este momento, se refiere especialmente a los alambres de acero inoxidable y aleaciones Ni-Cr-Co (níquel-cromo-cobalto).⁽²⁴⁾

3.9. RIGIDEZ. Resistencia a la deformación elástica. Al doblar o torcer, la rigidez es una medida de la cantidad de fuerza necesaria para producir una deformación específica. La rigidez de un alambre es proporcional al momento de inercia de su sección transversal. No existe una relación constante entre rigidez y fuerza o límites de trabajo.⁽¹⁴⁾



CAPÍTULO IV.

ANATOMÍA DE LOS TEJIDOS PERIODONTALES.

Es bien sabido, que ante la aplicación de fuerzas ortodóncicas u ortopédicas se produce un cuadro general de reacciones tisulares, en las que obviamente, están íntimamente involucrados los tejidos periodontales que conforman al órgano dentario.⁽³¹⁾

El objetivo de éste capítulo es describir los elementos anatómicos que conforman al cemento, hueso alveolar, ligamento periodontal y encía. Para que posteriormente se comprenda con mayor claridad, los cambios histológicos que acompañan al desplazamiento dental, tras aplicarle una fuerza ortodóncica u ortopédica.

A continuación se describirá como están constituidos cada uno de los tejidos periodontales, como base fundamental que ayude a comprender e interpretar posteriormente los fenómenos histológicos que se desarrollan en la periferia del diente al aplicarle fuerzas ortodóncicas u ortopédicas (figura 22).

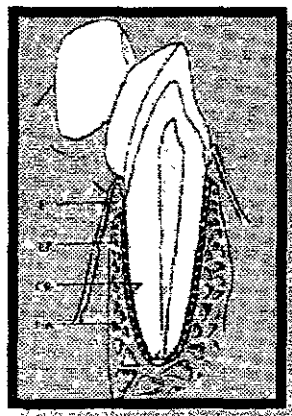


FIGURA 22. Histología y embriología dentaria. Abramovich.



4.1. CEMENTO RADICULAR.

4.1.1. DEFINICIÓN.

El cemento es un tejido calcificado especializado que recubre las superficies radiculares del órgano dentario.⁽¹⁸⁾

Tiene muchos rasgos en común con el tejido óseo; pero 1) no posee vasos sanguíneos ni linfáticos; 2) no tiene inervación, y 3) no experimenta un remodelado fisiológico, sin embargo es más resistente a la reabsorción que el hueso. El cemento se caracteriza por un depósito continuo durante toda la vida.⁽¹⁸⁾

4.1.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.

- Único Color blanco a nacarado.
- Permeabilidad mayor en el cemento celular que en el acelular.
- Dureza semejante a la del hueso alveolar.
- Avascular y puede ser reabsorbido.
- tejido dentario mineralizado que tiene células incluidas.⁽¹⁸⁾

4.1.3. COMPOSICIÓN QUÍMICA.

Contenido Orgánico. (50 – 55%)	Contenido inorgánico. (45 – 50%)
<input type="checkbox"/> Colágena	<input type="checkbox"/> Calcio – fosfato (cristales de hidroxiapatita)
<input type="checkbox"/> Mucopolisacáridos	<input type="checkbox"/> Flúor, sodio, potasio, hierro, azufre, entre otros. ⁽³⁾
<input type="checkbox"/> Agua. ⁽³⁾	

4.1.4. FUNCIONES

a) *Anclaje del diente en su alvéolo.* El cemento forma parte de la articulación alvéolo-dentaria, sirviendo para amarrar a las fibras principales del ligamento periodontal.⁽³⁰⁾



b) *Reinserción de las fibras periodontales.* Tanto durante su traslación hasta alcanzar el sitio correspondiente en el arco dentario, como durante toda la vida funcional, el diente realiza desplazamientos que tienen como consecuencia la reimplantación o implantación de nuevas fibras par continuar con su función de mantener al diente en su alvéolo⁽¹⁸⁾

c) *Compensar al desgaste del diente por atrición.* Simultáneamente con la pérdida de sustancia adamantina, se forman nuevas capas de cemento a nivel del ápice de la zona de bifurcación de las raíces, con el objeto de mantener al diente en el plano de oclusión⁽¹⁸⁾

d) *Contribuye al proceso de reparación tras las lesiones a la superficie radicular.* La cementogénesis, especialmente en la región apical, se realiza lentamente durante toda la vida del diente, pero a ritmos irregulares, debido a que en la región cervical, ésta es más lenta, e inclusive puede llegar a cesar por completo⁽¹⁸⁾

4.1.5. TIPOS DE CEMENTO RADICULAR.

Se conocen dos tipos de cemento radicular:

- 1) *Cemento primario o acelular,* que se forma en conjunción con la formación radicular y erupción dentaria; y se encuentra ubicado en la porción cervical (figura 23).⁽¹⁸⁾

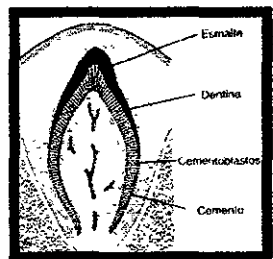


FIGURA 23. Embriología médica. Langman.



- 2) Cemento secundario o acelular, que se forma después de la erupción dentaria y en respuesta a las exigencias funcionales. Se ubica por fuera del anterior y su elaboración puede realizarse durante toda la vida. Es más abundante en el ápice (figura 24).⁽¹⁸⁾

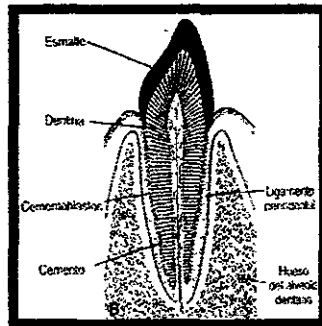


FIGURA 24. Embriología médica. Langman.

4.1.6. CEMENTOGÉNESIS.

La formación del cemento comienza al igual que el hueso y la dentina con la mineralización de la trama de fibrillas colágenas dispuesta irregularmente, en la sustancia fundamental interfibrilar o matriz denominada cementoide o precemento.⁽¹⁸⁾

Así que, es importante establecer que tanto el cemento celular como acelular se componen de la matriz interfibrilar⁽⁴⁾ calcificada y de las fibrillas de colágena, antes mencionadas.⁽¹⁸⁾

El cemento secundario, a diferencia del primario, posee células, como los *cementoblastos*, que son células encargadas de la síntesis de la matriz orgánica del cemento, es decir, tienen como función formar el cemento.

Se encuentran tapizando la superficie radicular⁽³⁾. Dichos cementoblastos generan tanto el cemento celular como el acelular. Algunas de estas células se incorporan al cementoide, que es la matriz orgánica del cemento compuesta por fibras de colágena y mucopolisacáridos, entre otros.⁽¹⁸⁾



Dichos componentes; una vez incorporados, se calcifican para formar cemento. Las células incorporadas al cemento se denominan cementocitos, los cuales residen en lagunas en el cemento celular. Están unidas entre sí por procesos citoplasmáticos que pasan por canaliculos en el cemento. Los cementocitos, así mismo, por la vía de sus prolongaciones citoplasmáticas están unidos a los cementoblastos de la superficie. La presencia de los cementocitos permite el transporte de nutrientes a través del cemento, y contribuye al mantenimiento de la vitalidad de este tejido mineralizado.⁽¹⁸⁾

Dos son las fuentes de las fibras colágenas del cemento:

- ❑ *Fibras de Sharpey*, forman el llamado sistema fibroso extrínseco del cemento, producidas por los fibroblastos del ligamento periodontal. Se insertan en dirección perpendicular u oblicua a la superficie del cemento.⁽¹⁸⁾
- ❑ *El sistema fibroso intrínseco* es producto de los cementoblastos y está compuesto por fibras orientadas más o menos paralelas al eje longitudinal de la raíz.⁽¹⁸⁾

La porción de las fibras principales que reside en la superficie radicular se calcifica. La mineralización se produce por depósito de cristales de hidroxiapatita, primero dentro de las fibras, después en la superficie de las fibras y, finalmente, en la matriz interfibrilar. Generalmente, el cemento acelular está más mineralizado que el celular. Algunas veces sólo se calcifica la periferia de las fibras de Sharpey del cemento celular y deja un núcleo sin calcificar.⁽¹⁸⁾

4.2. HUESO ALVEOLAR.

4.2.1. DEFINICIÓN.

Las apófisis alveolares se forman junto con la formación y erupción de los dientes y se reabsorben gradualmente tras la pérdida de los dientes. De este modo, las apófisis alveolares son estructuras dependientes de los dientes junto con el cemento radicular y las fibras del ligamento periodontal, el hueso alveolar constituye el tejido de sostén de los dientes y distribuye y



resuelve las fuerzas generadas en la masticación y otros contactos dentarios.⁽¹⁸⁾

4.2.2. PROPIEDADES FÍSICAS.

- Dureza: es menos duro que los tejidos dentarios mineralizados.
- Peso específico: 2 a 2,02.

Radiopacidad. Cuando se observa una radiografía, se comprueba que los tejidos dentarios son más radiopacos que el hueso. En éste, aparecen zonas radiolúcidas que corresponden a los espacios medulares. La cortical interna o hueso fasciculado o lámina dura, muestran una radiopacidad muy marcada con respecto al resto del tejido óseo. La ausencia de esta lámina radiopaca indica que ha sido remplazada por algún trastorno de índole inflamatorio o tumoral.⁽¹⁸⁾

4.2.3. COMPOSICIÓN QUÍMICA.

Contenido Orgánico. (33%)	Contenido Inorgánico. (67%)
<input type="checkbox"/> Colágeno	<input type="checkbox"/> Hidroxiapatita.
<input type="checkbox"/> Glucoproteínas	<input type="checkbox"/> Calcio.
<input type="checkbox"/> Mucopolisacáridos	<input type="checkbox"/> Carbonato de calcio.
<input type="checkbox"/> Otros ⁽¹⁸⁾	<input type="checkbox"/> Fluoruro de calcio.
	<input type="checkbox"/> Fosfato de calcio ⁽¹⁸⁾

El hueso es un tejido conectivo mineralizado especializado que contiene un 33 % de matriz orgánica, la cual incluye el 28% de colágena tipo I y el 5% es proteína no colágena. Además contiene osteonectina, osteocalcina y una proteína morfogenética del hueso. La matriz esta impregnada por hidroxiapatita pobremente cristalizada y deficiente en calcio.⁽¹⁾

El hueso es un importante reservorio de minerales, está controlado por factores hormonales, localmente, por fuerzas mecánicas en el movimiento de los dientes y por condiciones de tipo piezoeléctrico. El hueso resiste las fuerzas compresivas mucho mejor que las fuerzas tensionales. De acuerdo a estos factores el hueso es una estructura que está en continua remodelación, sujeto a la interacción de los elementos celulares, y a su vez



por diferentes factores tanto locales como sistémicos. La acción conjunta de estos elementos tienen como consecuencia que el hueso alveolar se renueve constantemente, mediante los fenómenos de reabsorción y formación, intercaladas con etapas de reposo tisular. ⁽¹⁾

4.2.4. ESTRUCTURA.

El cuerpo de la maxila y mandíbula puede ser dividido en: *hueso basal* y *hueso alveolar*, de acuerdo con el plano que pasa por debajo de los alvéolos, donde se alojan las raíces de los dientes (figura 25). ⁽¹⁾



FIGUR 25. Anatomía clínica. Moore.

Embriológicamente el hueso alveolar, deriva junto con el cemento y el ligamento periodontal del folículo dental, el cual junto con el órgano y la papila dentaria constituyen las estructuras participantes en el desarrollo embrionario del diente. ⁽¹⁾

La apófisis alveolar, es la región ósea que forma y sostiene a los alvéolos dentarios. Se compone de tres tejidos óseos especializados diferentes. ⁽¹⁸⁾

- a) La *pared interna* de los alvéolos denominado hueso alveolar propiamente dicho, es un hueso delgado, compacto que presenta un aspecto cribiforme debido a la gran cantidad de perforaciones que presenta, las cuales sirven para el paso de vasos sanguíneos, nervios y linfáticos. ⁽¹⁸⁾



- b) *Hueso esponjoso*, está formado por una pared tridimensional de trabéculas óseas, que delimitan un laberinto de espacios intercomunicantes. ⁽¹⁸⁾
- c) *Tablas vestibular y lingual*, que son de hueso compacto. El tabique interdental, consta de hueso esponjoso y de sostén, encerrado dentro de límites de hueso compacto. Los orificios de la lámina cribiforme, se corresponden con los canales de Volkman. El hueso alveolar, se forma durante el crecimiento fetal, por osificación intramembranosa. ⁽³⁾ El hueso alveolar, como todos los tejidos conectivos, consta de células, fibras y sustancia intercelular como es un tejido mineralizado, la fase mineral coexiste en íntimo contacto con los elementos antes mencionados. El componente mineral representa aproximadamente el 60% y está constituido principalmente por calcio, fosfatos, carbonatos, nitratos y cantidades menores de otros iones, como sodio, magnesio y flúor. Estos cristales se combinan para formar cristales ultramicroscópicos de hidroxiapatita y otras sales fosfocálcicas. La matriz orgánica por su parte se compone principalmente de colágena tipo I. ⁽²⁾ Y en un 90% de un 10% de proteínas no colágenas. También contiene osteonectina, osteocalcina, agua y lípidos (figura 26). ⁽²⁾



FIGURA 26. Embriología médica. Langman.

Las superficies óseas maduras, compactas y esponjosas, son histológicamente parecidas. Están compuestas por laminillas de las cuales se han descrito tres tipos:

- Circunferenciales.
- Concéntricas.
- Intersticiales.



- a) Laminillas circunferenciales, rodean todo el hueso adulto formando su perímetro. ⁽²⁾
- b) Laminillas concéntricas, conforman una gran parte del hueso compacto constituyendo el tejido osteoide. La unidad morfofuncional del hueso es el osteoma, constituido por los conductos de Havers, (cubiertos por una sola capa de osteoblastos). Cada conducto aloja un capilar que tiene como función principal la nutrición y la defensa del tejido óseo. Los conductos de Havers se encuentran interconectados por los conductos de Volkman. ⁽²⁾
- c) Laminillas intersticiales, se encuentran interpuestas entre las laminillas concéntricas adyacentes y son fragmentos de laminillas concéntricas preexistentes. ⁽²⁾

4.2.5. IRRIGACIÓN E INERVACIÓN.

El hueso alveolar, se encuentra ricamente irrigado por las ramas terminales de las arterias maxilares, al mismo tiempo presenta una gran inervación y una red linfática encargada del drenaje intraóseo. Rodeando al hueso compacto se encuentra una membrana de tejido conectivo osteogénico ricamente vascularizado, llamado periostio. ⁽¹⁸⁾

En la parte interna de éste, se encuentra la mayor densidad celular siempre orientada hacia la superficie ósea, a nivel de la superficie alveolar. La capa externa de hueso está penetrada por las fibras de Sharpey, que se insertan en el periostio, y se extienden dentro de las laminillas circunferenciales. Por la parte interna, tanto el hueso esponjoso como el hueso compacto se encuentran cubiertos por un tejido constituido por una sola capa de células óseas denominadas endostio, que separa la superficie del hueso de la médula ósea ubicada en su interior (figura 27). ⁽¹⁸⁾

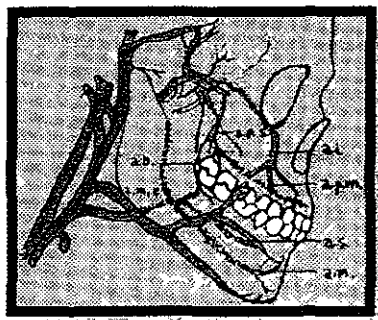


FIGURA 27. Periodontología clínica. Lindhe.



4.2.6. CÉLULAS DEL TEJIDO ÓSEO.

En el hueso se distinguen varios tipos celulares como: osteoclastos, osteoblastos, osteocitos, células bordeantes y células de la inversión; que son responsables de la reabsorción, formación y mantenimiento del metabolismo y remodelado óseo.

1) **Osteoclastos (OC).** Elemento activo involucrado en los procesos de reabsorción ósea en el organismo. Se sugiere que el origen de los OC, son las células sanguíneas mononucleares (fagocitos mononucleares) que se fusionan para formar el osteoclasto multinucleado. Por lo general los OC contienen entre 5 y 10 núcleos. Los OC se observan cerca de la superficie ósea, en las llamadas lagunas de Howship. Su función es la de reabsorber hueso, su tamaño es variable, llegan a alcanzar los 100 nm de diámetro. La superficie adyacente, el citoplasma del OC adyacente al hueso presenta un borde rugoso o borde en cepillo, que representa el lugar específico en donde se lleva a cabo la degradación del hueso, no tiene organelos, pero es rica en fosfatasa ácida que es un marcador altamente sensible de la función osteoclástica; y se conoce como zona dura. El osteoclasto es el responsable de la remoción de la sustancia mineral del hueso; mientras que el macrófago, se encarga de la remoción de la matriz colágena del hueso. ⁽¹⁸⁾

2) **Osteoblastos (OB):** Los osteoblastos, son células formadoras de hueso. Su función principal es la síntesis de una matriz osteoide que subsecuentemente se mineraliza para formar tejido óseo nuevo, una función fundamental de los OB es la de controlar la acción de los OC. ⁽¹⁰⁾

Los OB son células mononucleares, cuando se encuentran en actividad, contienen en su citoplasma cantidades importantes de fosfatasa alcalina, cuando disminuyen las fases de alta actividad secretora de los OB, sufren ciertos cambios morfológicos y metabólicos para convertirse en células bordeantes o de revestimiento. El OB sintetiza diversas proteínas que constituyen el tejido osteoide. Estos son en su mayoría colagénicos, aunque es posible también encontrar mucopolisacáridos y mucoproteínas. La formación ósea implica una aposición, por parte de los OB, de una matriz orgánica que, antes de mineralizarse, queda cubierta de glucoproteínas que son producidas por los OB. ⁽¹⁰⁾

3) **Osteocitos:** Son células que derivan directamente de los OB que son capaces de seguir formando el hueso, así como también de reabsorberlo; ⁽²⁰⁾ los osteocitos tienen reducido el volumen citoplasmático, la cantidad y tamaño de los organelos. Los osteocitos son OB que han quedado



atrapados dentro de la matriz ósea mientras esta ha sido segregada. ⁽²¹⁾
El número de OB que se convierten en osteocitos está directamente relacionado con la rapidez de la formación de hueso, los osteocitos no pierden su capacidad de ser activados para formar hueso. Por otra parte, reabsorben lentamente la matriz inmediatamente circundante, con la que mantienen la homeostasis de su laguna. ⁽¹⁸⁾

- 4) **Células de la inversión:** Son las células precursoras de los OB que empiezan a llegar al sitio donde hubo reabsorción ósea efectuada por los OC (lagunas de Howship). ⁽²⁾
- 5) **Células bordeantes:** También llamadas células de revestimiento. Se encuentran en la parte interna del periostio y corresponden a la zona de mayor densidad celular siempre orientadas en la periferia ósea. ⁽²²⁾. Se trata del grupo de osteoblastos poco activos que no se convirtieron en osteocitos durante el proceso de la alta actividad osteogénica. Son células aplanadas, con núcleos densos y citoplasma reducido pero muy extendido. Se comunican con otras células bordeantes y con los osteocitos vecinos por medio de sus prolongaciones citoplasmáticas. En cuanto a su función, estudios de Matthews y Col. ⁽¹⁾ sugieren que son células bordeantes las encargadas del control del fluido extracelular del hueso, con lo que son directamente las responsables de la regulación del metabolismo fosfo-calcio, por su localización es probable que jueguen un importante papel en la nutrición de los osteocitos vecinos. ⁽³¹⁾

4.2.7. CONTROL SISTÉMICO DEL METABOLISMO DEL HUESO.

A nivel sistémico, hay tres hormonas principales que inciden en el metabolismo del hueso. La paratohormona (PTH), la calcitonina (CT) y el metabolismo del hueso activo de la vitamina D3 (1,25 dihidroxivitamina D3). ⁽⁵⁾

La vitamina D3 y la paratohormona PTH, tienen una acción semejante y sinérgica que está dirigida a la estimulación de la reabsorción, la CT, por el contrario tiene un efecto antagónico, ya que inhibe la función osteoclástica. ⁽⁵⁾

Aunque hay otras hormonas que también intervienen en el control del metabolismo óseo, la acción coordinada de éstas 3 hormonas mantienen la hemostasia del hueso, al mismo tiempo que controla directamente los niveles de calcio y fósforo en los líquidos corporales. Como todo el



esqueleto, el metabolismo del hueso alveolar está controlado, a nivel sistémico por acción de las 3 hormonas principales del metabolismo óseo. ⁽⁴⁾

□ **Hormona Paratiroidea (PTH).**

Hormona secretada por la glándula paratiroidea (cadena de polipéptidos, con un peso molecular de 9,500 y a su vez por 84 aminoácidos), ⁽²³⁾ intervienen en los mecanismos tendientes a mantener los niveles de calcio iónico en los líquidos extracelulares. Para elevar la concentración de calcio plasmático, la PTH va a actuar a 2 niveles: ⁽⁴⁾

1. A nivel del tubo gastrointestinal, favoreciendo la formación de 1,5 dihidroxiavitaminas D₃. ⁽⁴⁾
2. A nivel del hueso estimulando la reabsorción ósea y como consecuencia, la movilización del calcio desde el hueso hacia el plasma sanguíneo. El efecto de la PTH, se traduce en una serie de modificaciones de los OC. que revelan su activación a corto plazo, se observa un crecimiento del tamaño del OC., así como de su borde en cepillo y su zona clara, mientras que a lo largo la PTH provoca un aumento en el número de OC. en la zona de reabsorción, el OB regula la reabsorción y no el OC., ya que carece de receptores para la PTH.

Los OC no son activados por los mediadores de la reabsorción ósea en ausencia de OB. Aparentemente los OB son los encargados de controlar localmente la acción osteoclástica, por medio de la estimulación directa de estas células. En presencia de PTH, los OB provocan la desaparición del osteoide que pudiera quedar sobre la superficie ósea, con la que queda expuesta la sustancia mineralizada del hueso, en ese momento los OC. reconocen la zona a reabsorber, la parte orgánica del hueso empieza a ser metabolizada por diversas sustancias de origen osteoblástico especialmente la plasmina y la colagenasa. Los OB secretan un activador plasminogénico que estimula la conversión del plasminógeno en plasma, el cual degrada directamente los constituyentes del tejido conectivo. La PTH y la PGE₂ actúan a través del AMPc, mediante los receptores osteoblásticos. ⁽⁵⁾

□ **Tirocalcitonina (CT).**

Es una hormona secretada por las células parafoliculares de la tiroidea, (polipéptido grande con peso molecular de 3000 y tiene una cadena



de 32 aminoácidos), su efecto es contrario al de la PTH y ocurre en 3 tipos diferentes. ⁽⁵⁾

1. Efecto inmediato: disminución de la actividad osteoclástica. ⁽⁵⁾
2. Efecto mediato: puede observarse en el lapso de una hora y se traduce en un aumento de la actividad osteoblástica durante algunos días. ⁽⁵⁾
3. Efecto prolongado: consiste en la prevención de la formación de nuevos OC a partir de células osteoprogenitoras. El medio por el cual la CT inhibe la reabsorción ósea es el de paralización del OC, quien pierde su movilidad por cambios en su citoesqueleto célula. ⁽⁵⁾

□ **Vitamina D3 (1,25 dihidroxivitamina D3).**

Es una hormona esteroidea formada a partir de la vitamina D por medio de riñón, derivadas de la acción de la PTH, que convierten a la sustancia original en el metabolito activo que es el 1,25 dihidroxicolecalciferol. ⁽⁵⁾

La vitamina D3, produce un marcado aumento de la absorción de calcio a nivel intestinal. ⁽⁵⁾

La célula blanco de la 1,25 dihidroxivitamina D3 es él (OB), ya que solo este tipo celular y no él (OC), tiene en su membrana receptores específicos para ella; su acción depende de la presencia de OB.

La acción principal de esta hormona es la de estimular la reabsorción ósea. Esta acción es sinérgica con la PTH. A nivel de la formación ósea, la vitamina D3 juega papeles diversos pero su acción es fundamental en la maduración esquelética. ⁽⁵⁾

4.3. LIGAMENTO PERIODONTAL.

4.3.1. DEFINICIÓN.

El ligamento periodontal (peri: alrededor de; odonto: diente) es una capa de tejido conectivo fibroso que rodea al diente y le sirve de anclaje en el hueso. Como la mayor parte de los ligamentos tiene un componente colágeno importante. ⁽¹⁸⁾



El espacio del ligamento periodontal tiene forma de reloj de arena y es angosto hacia la mitad de la raíz. La presencia del ligamento periodontal es esencial para la movilidad de los dientes. La movilidad dentaria está determinada en gran medida por el ancho, la altura y calidad del ligamento (figura 28).⁽¹⁸⁾

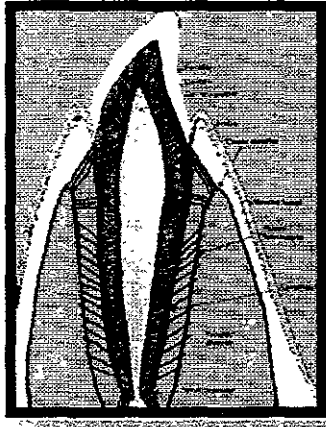


FIGURA 28. Periodontología clínica. Lindhe.

4.3.2. FIBRAS PRINCIPALES.

Los elementos más importantes del ligamento periodontal son las fibras principales, que son de colágena y están dispuestas en haces, los extremos de las fibras principales que se insertan en el cemento y en el hueso, se denominan fibras de Sharpey.⁽¹⁸⁾

Las fibras principales se distribuyen en los siguientes grupos: transeptales, de la cresta alveolar, horizontal, oblicuo y apical.⁽¹⁸⁾

* **Grupo transeptal.** Estas fibras se extienden interproximalmente, sobre la cresta alveolar y se insertan en el cemento de los dientes vecinos.⁽¹⁸⁾

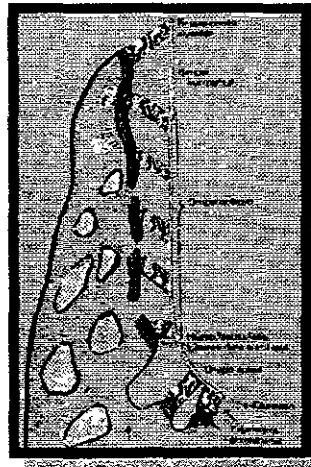
* **Grupo de la cresta alveolar.** Estas fibras se extienden oblicuamente desde el cemento, inmediatamente por debajo del epitelio de unión, hasta la cresta alveolar. Su función es equilibrar el empuje coronario de las fibras más apicales, ayudando a mantener al diente dentro de su alvéolo y a resistir los movimientos laterales del diente.⁽¹⁸⁾



* **Grupo horizontal.** Estas fibras se extienden perpendicularmente al eje mayor del diente, desde el cemento hasta el hueso alveolar. Su función es parecida a las del grupo de la cresta alveolar. Resisten las fuerzas laterales con respecto al diente. ⁽¹⁸⁾

* **Grupo oblicuo.** Estas fibras constituyen el grupo más grande del ligamento periodontal y se extienden desde el cemento en dirección coronaria y en sentido oblicuo respecto al hueso. Soportan el choque de las fuerzas masticatorias y las transforman en tensión sobre el hueso alveolar. ⁽¹⁰⁾

* **Grupo apical.** El grupo de fibras se ramifica desde el cemento hacia el hueso en el fondo del alvéolo. No lo hay en raíces incompletas (figura 29). ⁽¹⁰⁾



FIGRUA 29. Periodontología clínica. Lindhe.

4.3.3. ELEMENTOS CELULARES.

Los elementos celulares del ligamento periodontal son los fibroblastos, células endoteliales, cementoblastos, osteoblastos, osteoclastos, macrófagos de los tejidos y cordones de células epiteliales denominadas "restos epiteliales de Malassez" o "células epiteliales en reposo". ⁽¹⁰⁾

□ **Fibroblastos.** Son las células más abundantes del ligamento. Es una célula grande con un extenso citoplasma que contiene todos los



organelos asociados con la síntesis y secreción de proteínas. Se encuentran alineados a lo largo de la dirección de los haces de fibras. Las colágenas de los haces fibrosos se remodelan continuamente, gracias a los fibroblastos. Se admite que en condiciones favorables pueden transformarse en osteoblastos o en cementoblastos. ⁽¹⁸⁾

- **Restos epiteliales.** Se consideran remanentes de la vaina de Hertwing, que se desintegran durante el desarrollo de la raíz, una vez formado el cemento sobre la superficie dental. ⁽¹⁰⁾

Los restos epiteliales se distribuyen en el ligamento periodontal de casi todos los dientes cerca del cemento, y son más numerosos en el área de la región apical y en la región cervical. Su cantidad disminuye con la edad, por degeneración o desaparición, o se calcifican y se convierten en cementículos. Los restos proliferan al ser estimulados y participan sustancialmente en la formación de quistes periapicales y radiculares laterales. ⁽¹⁰⁾

- **Macrófagos.** Los macrófagos o histiocitos son células estrelladas o fungiformes y a menos que se hallen en estado de fagocitosis activa, se les distingue con dificultad de un fibroblasto. El papel del macrófago es el de ingerir el tejido dañado o material extraño en vacuolas fagocíticas que se fusionan intracitoplasmáticamente, con los lisosomas para iniciar la degradación del material ingerido. ⁽¹²⁾

Este material puede persistir dentro de las células durante un tiempo y el color castaño resultante puede aparecer clínicamente como un hematoma.

- **Leucocito Polimorfonuclear tipo neutrófilo.** Tiene forma redonda, con un núcleo característico lobular, contiene lisosomas y gránulos específicos. Tiene la función fagocitosis y muerte celular. En condiciones agudas el leucocito polimorfonuclear es la célula dominante, mientras en condición más crónica, como la enfermedad periodontal, se asocian por los linfocitos, blastocitos, monocitos y macrófagos. ⁽¹²⁾

4.3.4. IRRIGACIÓN E INERVACIÓN.

- 1) La irrigación se deriva de las arterias alveolares superior e inferior y llega al ligamento periodontal desde 3 orígenes: vasos apicales que penetran el hueso alveolar y vasos anastomosados de la encía. El aporte sanguíneo no es homogéneo. (figura 30). ⁽¹⁰⁾



FIGURA 30. Periodontología clínica. Lindhe.

- 2) **Inervación.** El ligamento periodontal se halla ricamente inervado por fibras nerviosas sensoriales capaces de transmitir sensaciones táctiles, presión y dolor por las vías del trigémino. Los haces nerviosos pasan al ligamento periodontal desde el arca periapical y a través del conducto del hueso alveolar. Los haces nerviosos siguen el curso de los vasos sanguíneos y se dividen en fibras mielinizadas independientes, que últimamente pierden su capa de mielina y finalizan como terminaciones nerviosas libres o estructuras alargadas en forma de huso. Los últimos son receptores propioceptivos y se encargan del sentido de la localización cuando el diente hace contacto. ⁽¹⁰⁾

4.3.5. FUNCIONES DEL LIGAMENTO PERIODONTAL.

Entre las funciones del ligamento periodontal se pueden mencionar:

- 1) **Función física.** Las funciones físicas del ligamento periodontal abarcan lo siguiente: transmisión de las fuerzas oclusales al hueso; inserción del diente al hueso; mantenimiento de los tejidos gingivales y sus relaciones adecuadas con los dientes; resistencia al impacto de las fuerzas oclusales (absorción del golpe) y provisión de una "envoltura de tejido blando" para proteger los vasos y nervios de las lesiones producidas por las fuerzas mecánicas. ⁽¹⁰⁾



RESISTENCIA AL IMPACTO DE LAS FUERZAS OCLUSALES (ABSORCIÓN DEL GOLPE). Se han considerado tres teorías relacionadas con el mecanismo del soporte del diente. ⁽¹⁰⁾

- 1) **La teoría tensional** del diente adscribe a las fibras principales del ligamento periodontal la mayor responsabilidad en el soporte del diente y en la transmisión de las fuerzas al hueso. Cuando una fuerza se aplica a la corona, las fibras principales se dirigen primeramente en línea recta, transmitiendo las fuerzas al hueso alveolar y causando una deformación elástica del alvéolo óseo; finalmente, cuando el hueso alveolar vuelve a sus límites se transmiten al hueso basal. Algunos investigadores encuentran insuficiente esta teoría para explicar casos experimentales. ⁽¹⁰⁾

- 2) **La teoría del sistema viscoelástico** considera que el desplazamiento del diente está controlado por el movimiento del fluido y que las fibras tienen solamente un papel secundario. Cuando las fuerzas se transmiten al diente, el fluido extracelular pasa desde el ligamento periodontal a los espacios estrechos del hueso a través de la forámina de la capa cortical. A continuación, la depresión de los fluidos tisulares absorbe los manojos de fibras y los adelgaza. Esto lleva a la estenosis de los vasos sanguíneos; la presión arterial vuelve a causar un paso desde los vasos y el ultrafiltrado hacia los tejidos, con lo que se vuelven a reprecionar los fluidos tisulares. ⁽¹⁰⁾

- 3) **La teoría tixotrópica** indica que el ligamento periodontal tiene el comportamiento biológico de un gel tixotrópico. La respuesta fisiológica del ligamento periodontal puede ser explicada por los cambios en la viscosidad del sistema biológico. ⁽¹⁰⁾

TRANSMISIÓN DE LAS FUERZAS OCLUSALES AL HUESO. La disposición de las fibras principales es parecida a la de un puente suspendido o una hamaca. Cuando se ejerce una fuerza axial sobre el diente, hay una tendencia al desplazamiento de la raíz dentro del alvéolo. Las fibras alteran su forma ondulada distendida y adquieren su longitud completa para soportar la mayor parte de esa fuerza axial. ⁽¹⁰⁾



Cuando se aplica una fuerza horizontal u oblicua hay dos fases características de movimiento dental: la primera está dentro de los confines del ligamento periodontal y la segunda produce un desplazamiento de las tablas óseas vestibular y lingual. El diente gira alrededor de un eje que puede ir cambiando a medida que la fuerza va aumentando. La parte apical de la raíz se mueve en dirección opuesta a la región coronaria. En áreas de tensión, los haces de fibras principales están tensos y no ondulados. En áreas donde hay presión, las fibras se comprimen, el diente se desplaza y hay una de formación concomitante del hueso en dirección del movimiento de la raíz. ⁽¹⁰⁾

En dientes unirradiculares el eje de rotación se localiza algo apical al tercio medio de la raíz. El ápice radicular y la mitad coronaria de la raíz clínica, han sido señalados como otras localizaciones del eje de rotación. El ligamento periodontal, cuya forma es la de un reloj de arena, es más estrecho en la región del eje de rotación. En dientes multirradiculares, el eje de rotación está en el hueso entre las raíces. ⁽¹⁰⁾

Guardando la relación de la migración mesial de los dientes, el ligamento periodontal es más delgado en la superficie mesial de la raíz que en la superficie distal. ⁽¹⁰⁾

FUNCIÓN OCLUSAL Y ESTRUCTURA DEL LIGAMENTO PERIODONTAL.

De la misma manera que el diente depende del ligamento periodontal, para que éste lo sostenga durante su función, el ligamento periodontal depende de la estimulación que le proporciona la función oclusal para conservar su estructura. Dentro de los límites fisiológicos, el ligamento periodontal puede adaptarse al aumento de función mediante el aumento de su espesor, el engrosamiento de los haces fibrosos y el aumento del diámetro y la cantidad de las fibras de Sharpey. Las fuerzas oclusales que exceden de lo que el ligamento periodontal es capaz de soportar, producen una lesión que se denomina *traumatismo de la oclusión*. ⁽¹⁰⁾

Cuando la función disminuye o no existe, el ligamento periodontal se atrofia; adelgaza y las fibras se reducen en cantidad y densidad, perdiendo su orientación y, por último, ordenándose paralelamente a la superficie dental. Por añadidura, el cemento no se altera de espesor y se incrementa la distancia entre la unión amelocementaria y la cresta alveolar. ⁽¹⁰⁾



La destrucción del ligamento periodontal y del hueso alveolar por enfermedad periodontal, rompe el equilibrio entre el periodonto y las fuerzas oclusales. Cuando los tejidos de soporte disminuyen como consecuencia de la enfermedad, aumenta la carga sobre los tejidos restantes. Las fuerzas oclusales, que son favorables para el ligamento periodontal intacto, pueden entonces convertirse en lesivas. ⁽¹⁰⁾

1. **Fijación:** El doble anclaje de las fibras principales del ligamento periodontal entre hueso y cemento, actúan como un importante factor que inmoviliza relativamente al diente con respecto a su alvéolo. Las distintas orientaciones que tienen las fibras principales están destinadas a ponerse a las fuerzas que tienden a movilizar al diente. ⁽¹⁾
2. **Articulación:** Como las fibras del ligamento periodontal no están tensas, sino onduladas, el diente tiene un pequeño espacio que puede utilizar en sus desplazamientos. Los autores la denominan articulación, toman esa denominación precisamente de esta capacidad del diente de realizar desplazamientos con respecto a su alvéolo. ⁽¹⁾
3. **Cementógena:** La zona cementógena del ligamento periodontal es la encargada de elaborar nuevas laminillas de cemento. Antes de que el diente entre en oclusión se forma lentamente cemento acelular, después de entrar en oclusión el cemento que se forma más rápidamente: es el cemento celular. En condiciones fisiológicas el cemento no es reabsorbido. ⁽¹⁾
4. **Osteógena:** La zona osteógena del ligamento periodontal no sólo elabora nuevas laminillas óseas sino que continuamente reabsorbe parte de las existentes. Por esta razón, en la zona osteógena se encuentra osteoblastos alternando en algunos sitios con osteoclastos destinados a la remoción de laminillas óseas. Esta actividad se manifiesta durante toda la vida funcional. Las resorciones son más intensas en los sitios sometidos a presiones y la acción osteógena es más intensa en los sitios sometidos a tracciones. Estos hechos explican los fenómenos que ocurren cuando por razones ortodóncicas se debe lograr la traslación de un diente. ⁽¹⁾
5. **Nutritivas:** Entre los vasos que recorren al ligamento periodontal están los destinados al propio ligamento o vasos propios, y aquellos destinado a alcanzar a la encía, al hueso alveolar y los que al capilarizarse, posibilitan la nutrición del cemento. ⁽¹⁾



6. **Sensorial:** Entre los diferentes tipos de receptores que se encuentran en el ligamento periodontal se hallan los destinados a las percepciones dolorosas y propioceptivas. ⁽¹⁾
7. **Mecanismo hidrodinámico:** Cuando el espacio periodontal es sometido a una presión mantenida provocada por la oclusión, dicho espacio se comprime. Para que esto ocurra, el líquido que constituye la sustancia (líquido crevicular) fundamental que se encuentra entre las fibras debe desplazarse a través de las formas óseas hacia los espacios medulares. Como este mecanismo es lento, no se realiza cuando se produce una compresión brusca del ligamento periodontal. Asimismo, el líquido vuelve a ubicarse en su lugar primitivo lentamente cuando cesa la presión. ⁽¹⁾

4.4. ENCÍA.

4.4.1. DEFINICIÓN.

Es la parte de la mucosa bucal, que cubre los procesos alveolares y rodea al cuellos de los dientes. Es un epitelio plano estratificado queratinizado con papilas de tejido conectivo muy numerosas que penetran por su base. Se une a la superficie del diente por medio de la inserción epitelial de Gottlieb, que se retrae gradualmente con el transcurso del tiempo desplazándose hacia la raíz. Se divide en: encía marginal, insertada e interdental. ⁽¹⁾

4.4.2. ANATOMÍA.

ESTRUCTURA Y FUNCIÓN.

Como ya se mencionó, la encía es la parte de la membrana mucosa bucal que cubre los procesos alveolares, y las porciones cervicales de los dientes; se divide de modo tradicional en *encía libre* e *insertada*, esta división es una línea imaginaria, que va del fondo del *surco gingival* a la superficie gingival visible opuesta a él; la encía insertada se extiende hacia apical, desde el punto de *unión mucogingival*; apical a esta línea, la mucosa alveolar se continúa sin demarcación en la membrana mucosa del carrillo, labio y piso de la boca (figura 31). ⁽¹²⁾

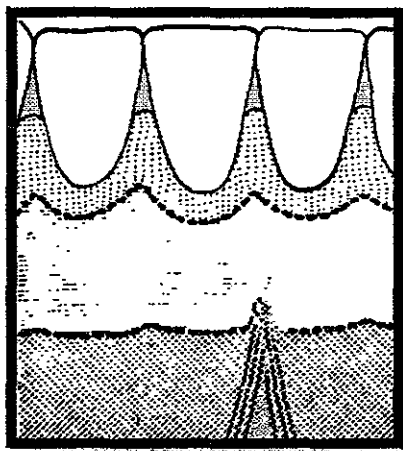


FIGURA 31. Relaciones anatómicas de la encía normal. Periodontología, Tomo I; Genco.

Es importante notar que el surco gingival, como se observa en corte histológicos de tejidos disecados, no es igual al determinado por el sondeo clínico. En dientes erupcionados, el margen gingival se localiza en el esmalte aproximadamente de 0.5 a 2 mm, coronal al cuello (figura 32) ⁽¹²⁾

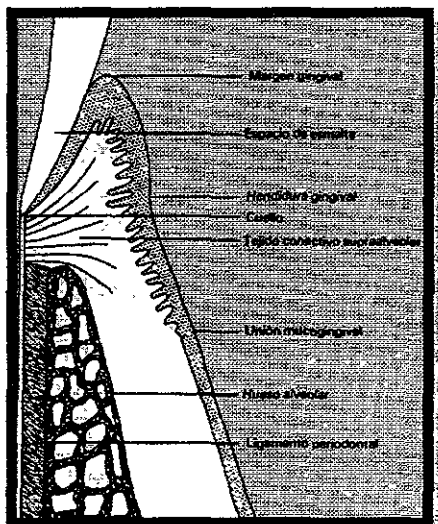


FIGURA 32. Relaciones anatómicas del periodonto marginal. Periodontología, Tomo I; Genco.



En dientes humanos este margen tiene una terminación en forma de filo de cuchillo contra el diente, pero redondeado; es frecuente encontrar un surco superficial entre el margen gingival y la superficie dental, éste es la entrada a, el orificio del surco gingival. Desde el punto de vista clínico un surco sano no excede los 2 o 3 mm; en todo caso, la profundidad de éste se obtiene midiendo con una sonda periodontal, y puede diferir de los surcos en cortes histológicos, ya que la profundidad del *surco gingival histológico*, en sitios normales, es una fracción insignificante del grosor total de la encía insertada. Se sugiere que el uso de los términos calificativos *libre e insertada* en referencia a la encía se descontenta, ya que el sondeo periodontal no refleja con exactitud la profundidad del surco histológico; las lecturas serian más exactas al describirlas con el término de *profundidad de sondeo* del surco gingival en lugar de *profundidad del surco*. El término *bolsa* se reserva para surcos con alteración patológica, la profundidad del sondeo excede los 3 mm. ⁽¹²⁾

En un diente bien desarrollado y erupcionado, el surco gingival está cubierto hacia coronal con el *epitelio del surco*, una extensión no queratinizada del *epitelio bucal* dentro del surco; el fondo se forma con la superficie coronal del *epitelio de unión*, y éste une al tejido conectivo gingival con la superficie del esmalte, desde el *cérvix* o el cuello del diente y con el fondo del surco gingival; la longitud del epitelio de unión rara vez excede de 2 a 3 mm (figura 33) ⁽¹²⁾

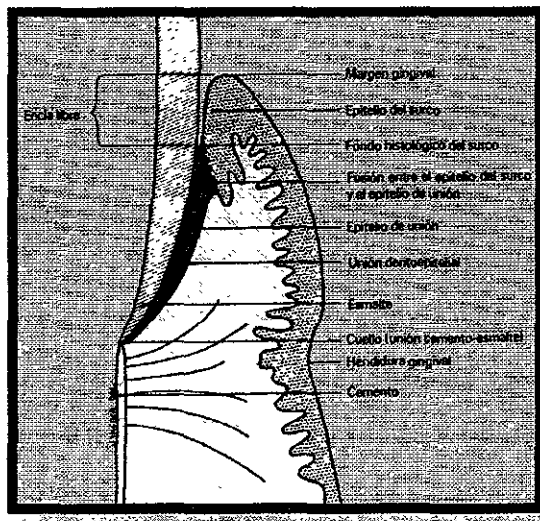


FIGURA 33. Relaciones histológicas de la encía marginal. Periodontología; Tomol; Genco.



El margen de la encía describe un curso ondulado alrededor de las cuatro superficies de los dientes, y el de las superficies interdentes constituye la parte de la encía más oclusal. La inclinación de la forma arqueada varía de acuerdo con el curso de la unión cemento esmalte (CEJ) en los dientes; anteriores la papila gingival es la extensión interdental de la encía, su forma y tamaño se determinan por las relaciones de contacto de los dientes adyacentes, el curso de la CEJ y el ancho de las superficies interdentes; en dientes anteriores tiene forma de pirámide; su base es un plano horizontal imaginario que atraviesa la región de la CEJ; de esta base las partes vestibular y lingual de la encía marginal y las superficies mesial y distal unidas al diente forman los lados inclinados de la pirámide; las cuatro superficies se juntan en la punta de la papila. En las regiones de premolares y molares, la papila es más redondeada en dirección vestibulo-lingual; en algunos casos la encía interdental consiste en dos papilas: una vestibular y una lingual o palatina al punto o área de contacto; esta configuración de la encía se conoce como silla de montar o col, en la dimensión vestibulo-lingual. Esta depresión en forma de silla de montar se encuentra con frecuencia en niños. En el periodonto normal, la punta de la papila interdental es la parte de la encía que se localiza más cerca de la superficie incisal u oclusal del diente. ⁽¹¹⁾

La *hendidura gingival* es un surco superficial que corre paralelo y a una distancia de 0.5 a 2 mm del margen de la encía, y se encuentra en las superficies vestibular y lingual de ésta. La presenta menos del 50% de las encías normales; su presencia o ausencia no depende, en todo caso, de la localización del margen gingival en el esmalte, ya que se presenta a menudo en dientes donde éste se confina a varios niveles apical a la CEJ. Las medidas indican que la distancia del margen gingival a la hendidura corresponden a la distancia de la extensión apical del epitelio de unión (figura 34). ⁽¹²⁾

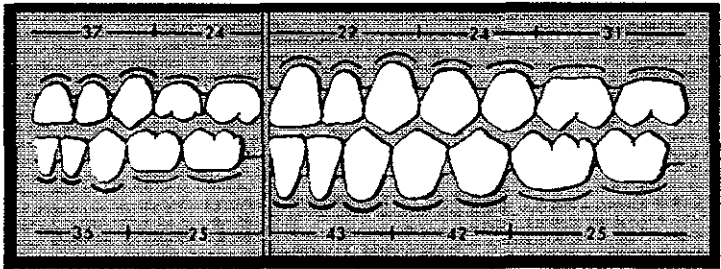


FIGURA 34. Frecuencia de aparición (% de la hendidura gingival en los diferentes dientes, en dentición decidua (izquierda) y permanente (derecha). (De Ainame J y Løe H: J Periodontology 37:5, 1966). Periodontología, Tomo I; Genco.



La presencia o ausencia, así como la localización de la hendidura, dependen de la colocación definida de las fibras colágenas supraalveolares en forma de abanico, que del cemento a la encía; no hay correlación entre la presencia de la hendidura gingival y los efectos mecánicos de la masticación. Se cree que la configuración especial del sistema de fibras surge cuando existe cierto número de relaciones dimensionales entre las diferentes características del periodonto marginal. El hecho de que la hendidura persista durante inflamación ligera y moderada y que menos del 50% de todas las encías normales la presenten, indican que no está relacionada de modo directo con la salud de la encía marginal; en consecuencia, la presencia de esto no es criterio para una encía normal (Ainamo y Løe, 1966) ⁽¹²⁾

Las superficies lingual y vestibular de una encía marginal incluyen la punta de la papila interdental cubierta por epitelio queratinizado o paraqueratinizado, firmes, con puntilleo y de color rosa. La encía se extiende desde el margen gingival al nivel de la unión mucogingival. Comprende un revestimiento epitelial y tejido conectivo supraalveolar. El epitelio gingival tiene tres componentes: bucal, del surco y de unión; el centro del tejido conectivo se une con la encía al cemento y al hueso alveolar. ⁽¹²⁾

El ancho de la encía varía de 1 a 9 mm excepto la del paladar duro, que está cubierta en su totalidad por mucosa masticatoria. La encía es más ancha alrededor de los incisivos superiores e inferiores y decrece hacia la región de caninos y segmentos laterales. La zona más delgada de la encía se encuentra en la región de los primeros premolares superiores e inferiores, y por lo regular en conexión con frenillos e inserciones musculares. La variación es aproximadamente la misma en dientes permanentes y deciduos. ⁽¹²⁾

La encía es firme y resistente debido a la fuerte unión de fibras del tejido conectivo supraalveolar al cemento y al hueso, está cubierta por epitelio queratinizado y paraqueratinizado, la superficie presenta pequeñas depresiones y elevaciones que le dan apariencia de cáscara de naranja. ⁽¹¹⁾

Este puntilleo varía dentro de lo normal con la edad, es menos sobresaliente en la niñez que en la edad adulta; es más frecuente en la superficie vestibular que en la lingual. ⁽¹²⁾

La mucosa alveolar está bien diferenciada de la encía insertada en la unión mucogingival; cubre la parte basal de los procesos alveolares y se



continúa sin demarcación en el arco vestibular o piso de boca. En contraste con la encía insertada, la mucosa alveolar está unida de manera laxa al periostio, por lo tanto es móvil; presenta una superficie lisa, cubierta por epitelio no queratinizado y más roja que la encía insertada. ⁽¹²⁾

4.4.3. CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS.

□ **Encía marginal o libre.**

Consta de un núcleo central de tejido conectivo, cubierto de epitelio escamoso estratificado. El epitelio de la cresta y de la superficie externa de la encía marginal es queratinizado paraqueratinizado, o de los dos. El tejido conectivo de la encía marginal es fibroso denso y contiene un sistema de fibras importantes de haces de fibras colágenas denominadas fibras gingivales como son: las fibras gingivodentales; estas son de la superficie vestibular, lingual interproximal. Las circulares, van a través del tejido conectivo de la encía marginal e interdental y rodean al diente a modo de anillo. Las transeptales, situadas interproximalmente, a la vez forman haces horizontales, que se extienden entre el cemento y el diente vecino. Los elementos celulares del tejido conectivo gingival es el fibroblasto. Además los mastocitos, plasmocitos, linfocitos, neutrófilos y macrófagos. ⁽¹²⁾

□ **Encía insertada o adherida.**

Se compone de epitelio escamoso estratificado y un estroma subyacente de tejido conectivo. El epitelio está diferenciado en:

- 1) Una capa basal columnar o cuboide.
- 2) Una capa espinosa compuesta de células poligonales.
- 3) Un estrato granular de capas múltiples que se componen de células aplanadas con gránulos de queratohialina, basófilos prominentes en el citoplasma y núcleo hiper cromático, algo contraído.
- 4) Una capa córnea que puede ser queratinizada, paraqueratinizada o ambas, unidas por desmosomas. ⁽¹²⁾

□ **Encía interdental o Interpapilar.**

Cada papila interdental consta de un núcleo central de tejido conectivo de colágeno, cubierto de epitelio escamoso estratificado, finalmente queratinizado. En el momento de la erupción y durante el período posterior, el col se encuentra cubierto de epitelio reducido del esmalte derivado de los dientes cercanos. Este es destruido en forma gradual y



reemplazado por epitelio escamoso estratificado de las papilas interdentes adyacentes.⁽¹²⁾

4.4.4. CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS DE LA ENCÍA NORMAL, EN EL ADULTO.

Está bien establecido, que desde el punto de vista clínico una encía normal presenta siempre un nivel bajo de inflamación crónica y que es muy vago el límite entre encía normal y con patología; en consecuencia, el término *encía clínicamente sana* parece ser un concepto arbitrario, y lo que parece una encía normal para un examinador no lo es para otro.⁽¹²⁾

Los resultados de experimento recientes indican que una encía sana en sentido estricto, a nivel clínico, tiene que mostrar ausencia de inflamación cuando se examina en preparaciones microscópicas (Schroeder, 1973); en estas muestras el epitelio del surco está libre casi por completo de células inflamatorias, y el tejido conectivo subyacente no presenta leucocitos u otras células sanguíneas en sitios extravasculares. Para lograr una encía libre de inflamación como ésta, se tiene que instituir un programa de higiene bucal, reglamentado en extremo.⁽¹¹⁾

La contraparte clínica a esta situación de normalidad inducida, es una encía que cumple con el criterio cualitativo de encía sana como color, superficie, forma, consistencia y surco gingival (figura 35).⁽¹²⁾

Color. El color de una encía sana, es por lo regular rosa pálido; el aspecto pálido se compara al rojo de la mucosa bucal que se debe al grosor y esta queratinizado de la superficie del epitelio. El color se puede modificar por la presencia de pigmentación en personas de color oscuro y por el flujo sanguíneo a través de los tejidos.⁽¹²⁾

Superficie. La superficie de la encía en seco debe ser rugosa y granulada; presenta una superficie irregular, con puntilleo que parece cáscara de naranja, el grado de puntilleo varía de manera considerable dentro de la clasificación normal.⁽¹²⁾

Forma. La forma de la encía depende del contorno y tamaño de las áreas interdentes, las cuales a su vez dependen de la forma y posición de los dientes. La punta de la papila es la parte más incisal u oclusal de la encía. El margen gingival es delgado, tiene una terminación contra el diente en forma de filo de cuchillo y en la mayor parte de los dientes humanos es redondeado.⁽¹²⁾



Consistencia. A la palpación con un instrumento romo, la encía debe ser firme, resistente y ligada con firmeza a los tejidos duros subyacentes; la encía marginal, aunque es movable, tiene que estar adaptada a la superficie del diente. ⁽¹²⁾

Surco gingival. La profundidad del sondeo del surco gingival varia de 1 a 3 mm; al sondear con un instrumento romo no debe haber hemorragia. La encía normal presenta un flujo no detectable del líquido del surco. ⁽¹²⁾

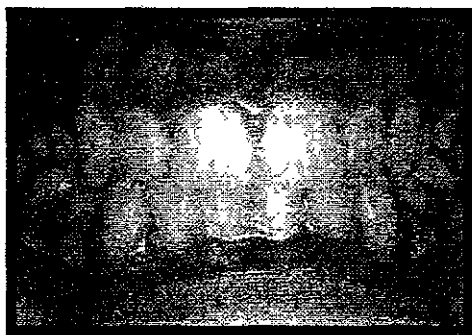


FIGURA 35. Ortodoncia práctica. Massimo Rossi.



CAPÍTULO V.

RESPUESTA DE LOS TEJIDOS PERIODONTALES Y ESTRUCTURAS DENTARIAS AL APLICARLES UNA FUERZA EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA CRÁNEOFACIAL.

Una vez determinada la conformación anatómica de los tejidos periodontales se retomará esa información para comprender los cambios que sufren dichos elementos al aplicarles una fuerza.

En el presente capítulo se da una breve pero relevante información a cerca del comportamiento de los tejidos periodontales y estructuras dentarias al aplicarles una fuerza, tanto en Ortodoncia, como en Ortopedia cráneo-facial.

Así como también los tipos de movimientos dentales existentes, que son una de las bases más importantes en la Biomecánica ortodóncica, ya que a través de estos movimientos dentales el ortodoncista y ortopedista, logran muchos éxitos terapéuticos en su práctica diaria cuando son correctas y oportunamente bien aplicadas.

5.1. RESPUESTA TISULAR AL MOVIMIENTO ORTODÓNCICO.

El movimiento ortodóncico y ortopédico cráneo-facial, es un fenómeno local, en donde cada célula y cada fibra responden a su propio ámbito local. Esto se basa en que debido a la plasticidad del hueso, permite que se adapte a las fuerzas funcionales y de desarrollo, siempre y cuando se le aplique una presión prolongada al diente, produciendo una movilización del mismo al remodelarse el hueso que lo rodea. El hueso desaparece selectivamente de unas zonas y va añadiéndose a otras, es decir, que responde a la presión con reabsorción y a la tensión con aposición ósea. Esencialmente, el diente se desplaza a través del hueso, arrastrando consigo su aparato de anclaje, al producirse la migración del alvéolo dental. Dado que la respuesta ósea está medida por el ligamento periodontal; el movimiento dental es fundamentalmente un fenómeno de dicho ligamento (figura 36).⁽²¹⁾

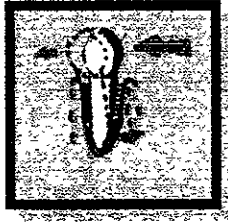


FIGURA 36. Ortodoncia práctica. Massimo Rossi.

Es importante mencionar, que no se sabe a ciencia cierta como una fuerza ligera es capaz de estimular la reabsorción ósea, sin embargo hay varias hipótesis atractivas para explicar cómo la fuerza aplicada sobre la corona del diente es capaz de estimular la puesta en marcha de los fenómenos reabsortivos. ⁽¹⁴⁾

5.2. RESPUESTA DEL LIGAMENTO PERIODONTAL Y EL HUESO A LAS FUERZAS ORTODÓNCICAS MANTENIDAS.

La respuesta a una fuerza mantenida sobre los dientes dependerá de la magnitud de la misma; las fuerzas intensas dan lugar a la rápida aparición de dolor, a necrosis de los elementos celulares del ligamento periodontal (LPD) y al fenómeno de "reabsorción basal" del hueso alveolar cercano al diente afectado. Las fuerzas de menor intensidad son compatibles con la supervivencia de las células del LPD y con una remodelación del alvéolo dental mediante una "reabsorción frontal", relativamente indolora. En la práctica ortodóncica, es probable que se produzcan algunas zonas de necrosis del LPD y de reabsorción basal, a pesar de continuo esfuerzos para evitarlo. ⁽²¹⁾

5.2.1. CONTROL BIOLÓGICO DEL MOVIMIENTO DENTAL.

Antes de comentar detalladamente la respuesta a las fuerzas ortodóncicas, conviene analizar como se mencionó anteriormente, el mecanismo de control biológico que traducen el estímulo de la aplicación de una fuerza mantenida en una respuesta de movimiento ortodóncico de los dientes. Los cuales están sustentados en dos teorías principales. ⁽²¹⁾

- A) La electricidad biológica (bioeléctrica).
- B) La presión-tensión del LPD que afecta el flujo sanguíneo.



La teoría bioeléctrica atribuye el movimiento dental a cambios en el metabolismo óseo controlados por las señales eléctricas que se generan cuando el hueso alveolar se flexiona y deforma. La teoría de la presión-tensión achaca el movimiento dental a cambios celulares producidos por mensajeros químicos, que se piensa se generan por alteraciones en el flujo sanguíneo a través del LPD ⁽²¹⁾

Ciertamente, la presión y la tensión dentro del LPD podrían alterar el flujo sanguíneo, reduciendo (presión) o aumentando (tensión) el diámetro de los vasos sanguíneos. ⁽²¹⁾ Ambas teorías, se describen a continuación con mayor detenimiento.

A) *Teoría bioeléctrica.*

Se pensaba que las señales eléctricas que podrían iniciar el movimiento dental en su primer momento eran de tipo piezoeléctrico. La piezoelectricidad es un fenómeno observado en muchas sustancias cristalinas por el que la deformación de la estructura cristalina produce un flujo de corriente eléctrica al desplazar los electrones de una parte de la red cristalina a otra. ⁽²¹⁾

No sólo es piezoeléctrica la estructura cristalina del mineral óseo, también lo es el colágeno, y los potenciales generados por la tensión en las muestras de hueso disecado pueden atribuirse a la piezoelectricidad. ⁽²¹⁾

Las señales piezoeléctricas tienen dos características poco habituales:

- 1) Una decadencia muy rápida (es decir, cuando se aplica la fuerza, se crea una señal piezoeléctrica como respuesta, que baja rápidamente a cero, aunque se mantenga la fuerza) ⁽²¹⁾
- 2) La producción de una señal equivalente, de dirección opuesta, cuando la fuerza deja actuar (figura 37). ⁽²¹⁾

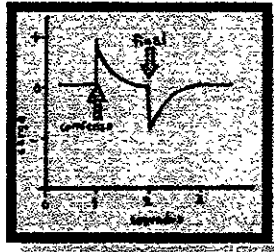


FIGURA 37. Cuando se aplica una fuerza a una estructura cristalina (como el hueso o el colágeno), se produce un flujo de corriente que decae rápidamente. Al dejar de aplicarla, se observa un flujo de corriente contrario. Este efecto piezoeléctrico se debe a la migración de los electrones en la red cristalina. Ortodoncia, teoría y práctica, Proffit

Ambas características se explican por la migración de los electrones en el seno de la red cristalina al distorsionarse con la presión. Cuando se deforma la estructura cristalina, los electrones emigran de un punto a otro y se observa un cambio eléctrico. Mientras la fuerza siga actuando, la estructura cristalina permanece estable y no se observan más fenómenos eléctricos. Sin embargo, cuando deja de actuar, el cristal recupera su forma original y se observa un flujo inverso de electrones. Con esta disposición, una actividad rítmica daría lugar a una interacción constante de señales eléctricas, mientras que la aplicación y liberación de fuerzas ocasionales sólo produciría señales eléctricas ocasionales. ⁽²¹⁾

Los iones de los líquidos que bañan el tejido óseo vivo interactúan con el complejo campo eléctrico generado al deformarse el hueso, provocando cambios de temperatura además de señales eléctricas. Como consecuencia de ello, se pueden detectar corrientes de convección y de conducción en los líquidos extracelulares, corrientes que se ven afectadas por la naturaleza de los líquidos. Los pequeños voltajes observados reciben el nombre de "potencial de corriente". Dichos voltajes, aunque diferentes de las señales piezoeléctricas del material disecado, tienen en común un rápido comienzo y alteración al actuar sobre el hueso tensiones cambiantes. ⁽²¹⁾

También existe un efecto piezoeléctrico inverso. La distorsión de la estructura cristalina y la aparición de una señal eléctrica no sólo se debe a la aplicación de fuerza; la aplicación de un campo eléctrico puede hacer que un cristal se deforme, generando fuerza al hacerlo. ⁽²¹⁾

Las señales generadas por las tensiones tienen importancia en el mantenimiento general del esqueleto. Sin esas señales, se pierde mineral



óseo y se produce atrofia general del esqueleto. Las señales que genera la deformación del hueso alveolar durante la masticación normal tienen seguramente la misma importancia para el mantenimiento del hueso alrededor de los dientes. Por otra parte, las fuerzas mantenidas de este tipo, se emplean para inducir la movilización ortodóncica de los dientes y no producen señales importantes generadas por las tensiones. Cuando se aplican esas fuerzas, se crea una señal muy breve; cuando se eliminan, aparece la señal inversa. Sin embargo, mientras se mantenga la fuerza no ocurrirá nada. ⁽²¹⁾

Se puede observar un segundo tipo de señal eléctrica endógena en el hueso sometido a una tensión, que se conoce como "*potencial bioeléctrico*". Las células metabólicamente activas del hueso o el tejido conjuntivo (en zonas de crecimiento o remodelación activas) producen cargas electronegativas que suelen ser proporcionales a su actividad: las células y zonas inactivas suelen ser casi eléctricamente neutras. Aunque se desconoce la función de este potencial bioeléctrico, se puede modificar la actividad celular añadiendo señales exógenas. Presumiblemente, los efectos se producen a nivel de las membranas celulares. La despolarización de las membranas genera impulsos nerviosos y contracciones musculares, pero los cambios en los potenciales de membrana también generan otras respuesta celulares. Es probable que las señales eléctricas externas influyan en los receptores de membrana, la permeabilidad de la membrana o en ambos. ⁽²¹⁾

Quizá podríamos concluir que, aunque las señales generadas por las tensiones no explican el movimiento de los dientes, las influencias eléctricas y electromagnéticas pueden modificar la remodelación ósea de la que depende la movilización dental, por lo tanto, tienen utilidad terapéutica. ⁽²¹⁾

B) *Teoría presión-tensión del LPD.*

La teoría de la presión-tensión (la teoría clásica del movimiento dental) sostiene que el estímulo para la diferenciación celular y, en última instancia, para el movimiento dental depende más de señales químicas que eléctricas. No cabe duda de que los mensajeros químicos son importantes en la cascada de acontecimientos que dan lugar a la remodelación del hueso alveolar y al movimiento dental, dado que esta teoría explica razonablemente bien el curso de los acontecimientos (figura 38). ⁽²¹⁾

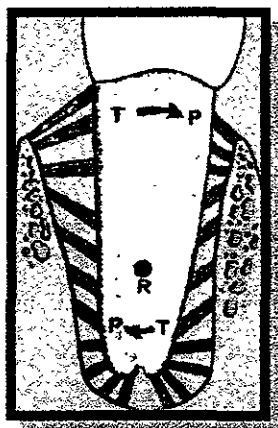


FIGURA 38. Periodontología clínica de Glickman. Carranza.

Según esta teoría, la alteración del flujo sanguíneo en el seno del LPD se debe a la presión mantenida que obliga al diente a cambiar de posición en el espacio del LPD, comprimiendo el ligamento en unos puntos tensándolo en otros. El flujo sanguíneo disminuye donde el LPD queda comprimido, y suele mantenerse o aumentar en los puntos de tensión del LPD. Si se tensan excesivamente algunas regiones del LPD, el flujo sanguíneo puede disminuir de forma pasajera. Las alteraciones del flujo sanguíneo inducen rápidos cambios en el entorno químico. Los niveles de oxígeno disminuirán en la zona comprimida, pero podrían aumentar en el lado sometido a tensión, y también cambiaría la proporción relativa de otros metabolitos en cuestión de minutos. Estos cambios químicos, actuando directamente o estimulando la liberación de otras sustancias biológicamente activas, estimularían más adelante la diferenciación y la actividad celular. En esencial, este concepto del movimiento dental comprende tres fases. ⁽²¹⁾

- 1) Las alteraciones del flujo sanguíneo asociadas con la presión en el seno del LPD;
- 2) La formación y/o liberación de mensajeros químicos; y
- 3) La activación celular. ⁽²¹⁾

5.2.2. EFECTOS DE LA MAGNITUD DE FUERZAS.

Cuanto más intensa sea la presión mantenida, mayor será la reducción del flujo sanguíneo a través de las zonas comprimidas de LPD,



hasta el punto de que los vasos quedan totalmente colapsados y deja de fluir la sangre por ellos (figura 39).⁽²¹⁾

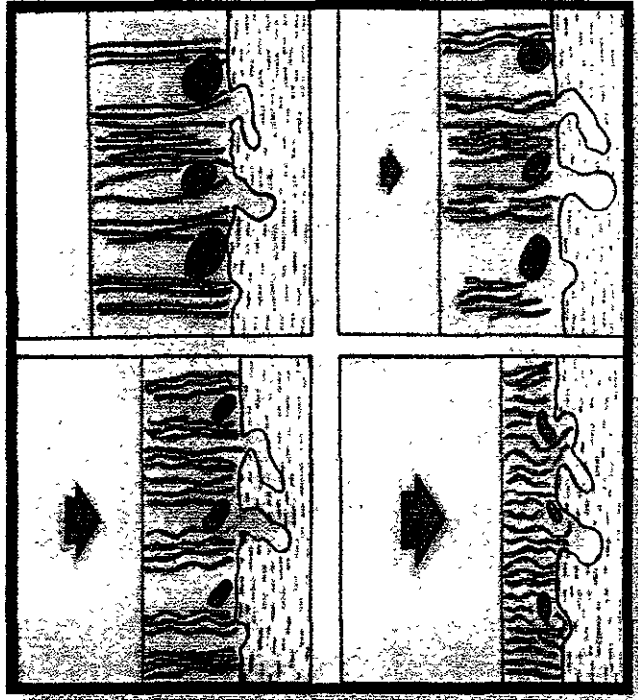


FIGURA 39. Representación esquemática de la creciente compresión de los vasos sanguíneos al aumentar la presión en el seno del LPD. Con una determinada magnitud de presión constante, los vasos sanguíneos quedan totalmente ocluidos y se produce una necrosis aséptica del tejido del LPD. Ortodoncia, teoría y práctica, Proffit.

Cuando se aplica sobre un diente una fuerza ligera, pero prolongada, el flujo sanguíneo a través del LPD parcialmente comprimido disminuye tan pronto como los líquidos salen del espacio del LPD y el diente se mueve en su alvéolo (es decir, en unos segundos). Al cabo de algunas horas, como mucho, el cambio producido en el entorno químico induce un patrón de actividad celular diferente.⁽²¹⁾



Respuesta fisiológica a la aplicación de una presión mantenida sobre un diente.		
TIEMPO.		
Presión leve.	Presión intensa.	Respuesta.
	< 1 seg.	El líquido del LPD no se comprime, el hueso alveolar se flexiona, se genera una señal piezoeléctrica.
	1-2 seg.	Se exprime el líquido del LPD, el diente se mueve dentro del espacio del LPD.
3-5 seg.		Los vasos sanguíneos del LPD quedan parcialmente comprimidos en el lado de la presión y dilatados en el lado de la tensión: distorsión mecánica de las fibras y células del LPD.
Minutos.		Se altera el flujo sanguíneo, empieza a cambiar la tensión del oxígeno, se liberan prostaglandinas y citocinas.
Horas.		Se producen cambios metabólicos: mensajeros químicos modifican la actividad celular, cambian los niveles enzimáticos.
~ 4 horas.		Aumentan los niveles detectables de AMPc, comienza la diferenciación celular en el LPD.
~ 2 días.		Comienza el movimiento dental al remodelar los osteoblastos/osteoclastos el alvéolo óseo.
	3-5 seg.	Los vasos sanguíneos del LPD quedan ocluidos en el lado de la presión.
	Minutos.	Se interrumpe el flujo sanguíneo a la zona comprimida del LPD.
	Horas.	Muerte celular en la zona comprimida.
	3-5 días.	Diferenciación celular en los espacios medulares adyacentes, comienza la reabsorción basal.
	7-14 días.	La reabsorción basal elimina la lámina dura adyacente al LPD comprimido, se produce el movimiento del diente.

TABLA 2. Ortodoncia, teoría y práctica, Proffit.

Si se lleva un aparato removible menos de 4-6 horas cada día, no producirá efectos ortodóncicos. Por encima de ese umbral de utilización se consigue la movilización dental. ⁽²¹⁾



Hasta hace poco tiempo se sabía muy poco de lo que sucedía durante las primeras horas de actuación de una fuerza mantenida sobre un diente, entre el comienzo de la presión y la tensión sobre el LPD y la aparición de segundos mensajeros al cabo de unas horas. Experimentos recientes han demostrado que los niveles de prostaglandinas aumentan en el LPD poco tiempo después de aplicar la presión, y parece claro que la prostaglandina E es un importante mediador de la respuesta celular. Existen pruebas de que las células liberan prostaglandinas cuando experimentan una deformación mecánica (es decir, la liberación de prostaglandinas puede ser una respuesta la presión, y no secundaria).⁽²¹⁾

Para que un diente se mueva, deben formarse osteoclastos que puedan eliminar el tejido óseo de la zona adyacente a la parte comprimida del LPD. También se requiere la presencia de osteoblastos para formar nuevo tejido óseo en el lado sometido a tensión y para remodelar las zonas reabsorbidas en el lado de la presión. La prostaglandina E tiene la interesante propiedad de estimular la actividad osteoclástica y osteoblástica, por lo que resulta especialmente adecuada como mediador del movimiento dental. La inyección de parathormona puede inducir la aparición de osteoclastos.⁽²¹⁾

Estas células atacan la lámina dura adyacente, eliminando hueso mediante el proceso de "reabsorción frontal", y el movimiento dental comienza poco después. Al mismo tiempo, pero con algún retraso, de tal forma que el espacio del LPD aumenta de tamaño, los osteoblastos (reclutados localmente a partir de células progenitoras del LPD) forman tejido óseo en el lado de la tensión e inician la actividad remodeladora en el lado de la presión.⁽²¹⁾

El desarrollo de los acontecimientos es diferente si la fuerza mantenida que actúa sobre el diente es lo bastante intensa como para ocluir totalmente los vasos sanguíneos y cortar el suministro de sangre a una zona del LPD. Cuando así sucede, en vez del estímulo de las células de la zona comprimida del LPD para que se conviertan en osteoclastos, se produce una necrosis aséptica en la zona comprimida. Debido a su aspecto histológico tras la desaparición de las células, se denominaba tradicionalmente *hialinizada* a esa zona avascular. Representa la pérdida inevitable de todas las células al interrumpirse totalmente el aporte sanguíneo. Cuando se produce este fenómeno, células procedentes de regiones adyacentes intactas deben encargarse de remodelar el hueso adyacente a la zona necrosada.⁽²¹⁾

Tras una demora de varios días, elementos celulares de zonas adyacentes intactas del LPD empiezan a invadir la parte necrosada (hialinizada), y lo que es más importante, aparecen osteoclastos en los



espacios adyacentes de médula ósea que empiezan a atacar la base ósea inmediatamente adyacente a la zona necrosada del LPD. Este proceso recibe el adecuado nombre de *reabsorción basal*, dado que el ataque se efectúa desde la parte inferior de la lámina dura. Cuando se producen la hialinización y la reabsorción basal, se retrasa inevitablemente el movimiento dental.⁽²¹⁾

Cuando se evitan las zonas de necrosis en el LPD, no sólo mejora el movimiento dental, sino que también disminuye el dolor. Por consiguiente, queda claro que es mejor evitar las fuerzas ortodóncicas excesivas. En la práctica, el movimiento dental se suele producir de forma más escalonada, debido a la inevitable formación de zonas de reabsorción basal. No obstante, las fuerzas excesivas no tienen ninguna utilidad.⁽²¹⁾

5.3. EFECTOS DE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS FUERZAS Y TIPOS DE MOVIMIENTOS DENTALES.

La aplicación de presión constante a la corona de un diente provocará un cambio de posición. Si la fuerza aplicada es de duración e intensidad suficientes y si el camino no se encuentra obstaculizado por la oclusión o por otro diente.⁽⁶⁾

Por otra parte, la distribución de las fuerzas en el LPD (y por consiguiente, la presión) difiere en función de los diferentes tipos de movimiento dental, habrá que especificar el tipo de movimiento dental, además de la cuantía de la fuerza a la hora de determinar los niveles de fuerzas óptimos para el tratamiento ortodóncico y ortopédico. A continuación se describen los diferentes tipos de movimiento dental.

Tipos de movimientos dentarios:

- a). Inclinación.
- b). Movimiento en cuerpo (traslación).
- c). Movimiento radicular.
- d). Rotación.



- e). Extrusión.
- f). Intrusión.
- g). Traslación. ⁽³¹⁾

Los movimientos dentarios se denominan de acuerdo a la dirección de la aplicación de la fuerza.

a) INCLINACIÓN.

La forma más sencilla de movimiento ortodóncico es la inclinación. Los movimientos de inclinación se consiguen aplicando una fuerza unida (p. ej. , un resorte que actúa desde un aparato removible) contra la corona del diente. Al hacerlo, el diente bascula alrededor de su "centro de resistencia", un punto situado aproximadamente a mitad de camino hacia la raíz. ⁽³¹⁾

Cuando el diente bascula así, el LPD queda comprimido cerca del ápice radicular, en el mismo lado del resorte, y en el borde del hueso alveolar en el lado contrario al del resorte. El LPD sufre la presión máxima a nivel del reborde alveolar y en el ápice de la raíz. Al acercarse al centro de resistencia, la presión va disminuyendo progresivamente, y es mínima al llegar al mismo (figura 40). ⁽³¹⁾

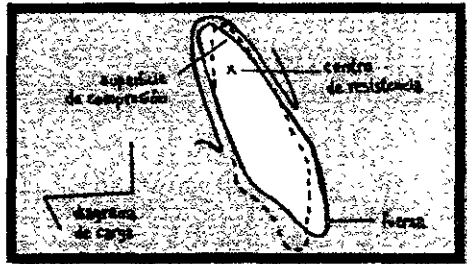


FIGURA 40. La aplicación de una fuerza sobre la corona de un diente produce una rotación alrededor de un punto situado aproximadamente a mitad de trayecto hacia la raíz. Se siente una presión intensa en el ápice radicular y el borde del hueso alveolar, pero la presión disminuye a cero en el centro de resistencia. Por consiguiente, el diagrama de carga consta de dos triángulos, como se ha representado aquí. Ortodoncia, teoría y práctica, Proffit.

Al inclinar un diente, sólo se actúa sobre la mitad de la superficie del LPD en la que podría actuarse el "diagrama de carga" que consta de dos triángulos, que cubren la mitad de la superficie total del LPD. Por otra parte,



la presión en esas dos zonas en las que se concentra es elevada en relación con la fuerza que se aplica sobre la corona. De ahí que las fuerzas empleadas para inclinar los dientes deben ser bastante bajas. Las fuerzas de inclinación no deben superar los 50 g, aproximadamente. ⁽³¹⁾

INCLINACIÓN (tipping) NO CONTROLADA. Una fuerza aplicada a la superficie vestibular determina un desplazamiento de la corona en el sentido de la fuerza y el ápice en el sentido opuesto con centro de rotación cercano al punto de resistencia (figura 41). La inclinación incontrolada puede ocurrir en cualquier plano. ⁽¹²⁾

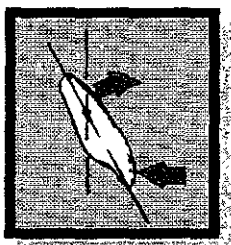


FIGURA 41. Ortodoncia Práctica. Massimo Rossi.

INCLINACION (tipping) CONTROLADA. La inclinación controlada de un diente se produce cuando éste se inclina sobre un centro de rotación localizado en su ápice. Es el tipo de movimiento dentario que se produce cuando se aplican una fuerza y un momento sobre la corona, moviendo la corona en una dirección con suficiente momento para prevenir el desplazamiento de la raíz hacia la dirección opuesta. No se limita al plano lateral; se puede producir en un plano mesiodistal o frontal (figura 42). ⁽¹²⁾

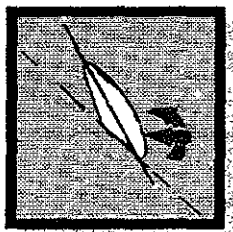


FIGURA 42. Ortodoncia Práctica. Massimo Rossi.



b) MOVIMIENTO EN MASA O CUERPO.

Si se aplican dos fuerzas simultáneamente sobre la corona de un diente, éste se puede mover en masa (trasladarse), (es decir, el ápice radicular y la corona se desplazan la misma distancia en la misma dirección). En este caso, toda la superficie del LPD soporta la misma carga (figura 43).⁽¹³⁾

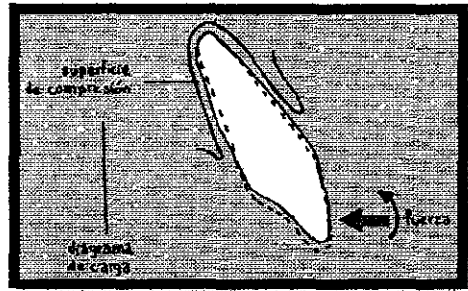


FIGURA 43. Para la traslación o movimiento global de un diente, es necesario que la carga actúe uniformemente en el espacio del LPD desde el borde alveolar hasta el ápice, generando un diagrama de carga rectangular. Para ejercer la misma presión en el LPD para un movimiento en masa, habrá que aplicar sobre la corona del diente el doble de la fuerza necesaria para su inclinación. Ortodoncia, teoría y práctica, Proffit.

Está claro que para producir la misma presión sobre el LPD y, por consiguiente, la misma respuesta biológica, se necesitará el doble de fuerza para el desplazamiento en masa que el empleado en la inclinación. Para mover un diente de tal forma que se incline en parte y en parte se traslade, sería necesarias fuerzas intermedias entre las que se requieren para la inclinación y la traslación puras.⁽³¹⁾

Fuerzas óptimas para la movilización ortodóncica de los dientes.	
Tipo de movimiento.	Fuerza * (g).
Inclinación.	50-75
Movimiento en masa (traslación).	100-150
Enderazamiento radicular.	75-125.
Rotación.	50-75.
Extrusión.	50-75.
Intrusión.	15-25.

TABLA 3. *Los valores dependen en parte del tamaño del diente; los valores más bajos son adecuados para los incisivos y los más altos para los dientes posteriores con raíz múltiple. Ortodoncia, Teoría y Práctica, Proffit.



Entonces en el movimiento en masa o cuerpo se producirá con una fuerza aplicada en el centro de resistencia, pero es clínicamente imposible. Se obtiene con una combinación vestibular M/f de 10/1. Centro de rotación hacia infinito (figura 44).⁽²⁴⁾

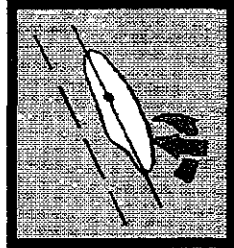


FIGURA 44. Ortodoncia Práctica. Massimo Rossi.

c) MOVIMIENTO RADICULAR O RETRACCIÓN RADICULAR. Se produce cuando el diente afectado se mueve sobre un centro de rotación localizado en el borde incisal del diente o cerca de él. Como puede suponerse, en este tipo de movimiento radicular se produce mucha reabsorción de hueso (figura 45).⁽²⁴⁾

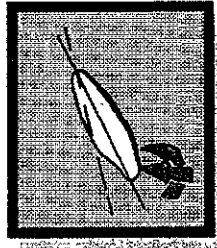


FIGURA 45. Ortodoncia Práctica. Massimo Rossi.

d) ROTACIÓN.

En teoría, las fuerzas necesarias para producir la rotación de un diente alrededor de su eje longitudinal podrían ser mucho mayores que las requeridas para producir otros movimientos dentales, ya que se podrían distribuir por todo el LPD en vez de hacerlo sobre una estrecha franja vertical. Sin embargo, en la práctica es casi imposible aplicar una fuerza rotacional de forma que el diente no se incline también en el alvéolo, y



cuando esto sucede, se genera una zona de compresión igual que en cualquier otro movimiento de inclinación. Por este motivo, las fuerzas adecuadas para la rotación son parecidas a las que se precisan para la inclinación.⁽³¹⁾

La rotación pura se produce cuando un diente rota sobre su centro de rotación. La corona se mueve hacia un lado y la raíz, hacia el lado opuesto. En sentido estricto, la rotación pura se produce cuando el centro de rotación se encuentra en el eje longitudinal del diente (figura 47).⁽²⁴⁾

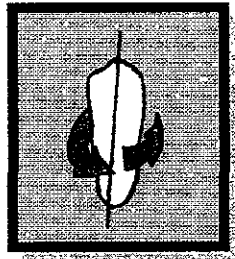


FIGURA 47. Ortodoncia Práctica. Massimo Rossi.

e) EXTRUSIÓN.

La extrusión y la intrusión también son casos especiales. En teoría, los movimientos de extrusión no producirían zonas de compresión en el LPD, sólo tensiones. Al igual que en la rotación, ésta es probablemente más una posibilidad teórica que práctica, ya que si el diente se inclinase algo durante la extrusión, se formarían zonas de compresión. Aunque se pudiesen evitar esas zonas de compresión, las intensas fuerzas de tensión pura serían indeseables, a menos que tratásemos de extraer el diente y no de arrastrar el hueso alveolar junto con el mismo. Las fuerzas de extrusión, como las de rotación, deben ser aproximadamente de la misma magnitud que las de inclinación.⁽³¹⁾

f) INTRUSIÓN.

Se consideró durante muchos años que era prácticamente imposible conseguir la intrusión ortodóncica de los dientes. En años recientes, se ha demostrado la posibilidad clínica de conseguirlo y ha quedado claro que para hacerlo hay que controlar estrechamente la magnitud de las fuerzas, aplicando fuerzas muy leves sobre los dientes. Para la intrusión se requiere



fuerzas de poca intensidad, ya que éstas se concentran en una zona muy pequeña del ápice dental. Al igual que con la extrusión, es probable que el diente se incline algo durante el proceso de intrusión, a pesar de lo cual el diagrama de fuerzas indica una gran concentración de fuerzas en el ápice. Sólo será posible lograr la intrusión si se aplican fuerzas muy leves.⁽³¹⁾ Concluiremos que la intrusión pura o extrusión pura son una fuerza aplicada a lo largo del eje mayor del diente (figura 46).⁽²⁴⁾

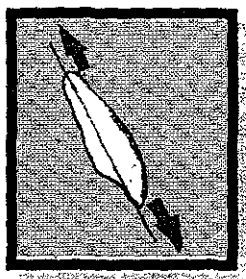


FIGURA 46. Ortodoncia Práctica. Massimo Rossi.

g) TRASLACIÓN.

La traslación de un diente tiene lugar cuando el centro de rotación de su movimiento se localiza en el infinito. Todos los puntos del diente se mueven de forma paralela y en línea recta en la dirección de la fuerza. En consecuencia, la traslación consiste en el desplazamiento de todo el diente, moviéndose todos los puntos de la corona de forma paralela y en línea recta.⁽²⁴⁾

Cantidad de aplicación de la fuerza. La magnitud de la fuerza determina en alguna medida la duración de la hialinización. Cuando se aplican fuerzas excesivamente intensas, resultará un periodo de hialinización inicial más prolongado, al igual que la formación de zonas hialinizadas secundarias. La interrupción de las fuerzas pesadas moderarán la velocidad de hialinización. La cantidad de fuerza optima varía con el tipo de movimiento dentario; por ejemplo: si se va a evitar la hialinización durante la intrusión de dientes deben usarse, la fuerzas más ligeras. Un poco más de fuerza es útil para la extrusión.⁽²⁴⁾

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA



5.4. EFECTOS PERJUDICIALES EN LOS TEJIDOS PERIODONTALES Y ESTRUCTURAS DENTARIAS, AL APLICARLES UNA FUERZA ORTODÓNICA Y ORTOPÉDICA.

5.4.1. EFECTO EN EL CEMENTO RADICULAR.

La superficie de la raíz generalmente posee una capa cementoide orgánico acelular sobre el cemento. Al aplicar presiones ortodónicas, esta capa cementoide protectora 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 (figura 48).⁽²¹⁾

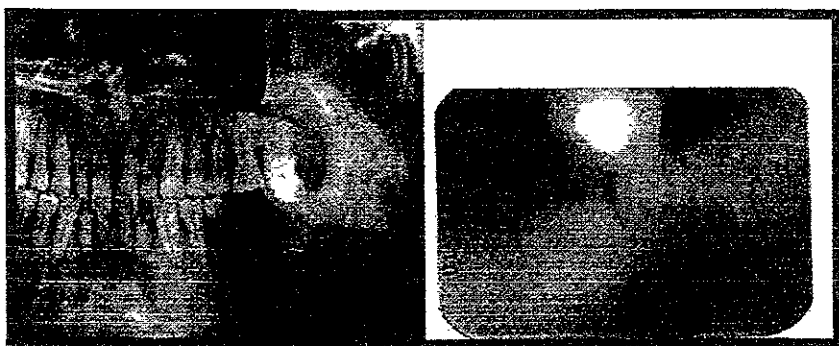


FIGURA 48. Ortodoncia práctica. Massimo Rossi.

5.4.2. EFECTO EN LA DENTINA.

Con presiones grandes, la solución de continuidad de la capa cementoide y al darse la resorción del cemento irán seguidas por resorción de la dentina en algunos casos.⁽⁶⁾

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 de la dentina es solo una zona socavada bajo el cemento, los cementoblastos penetran a la depresión y reparan el daño a la dentina, con una sustancia parecida al cemento (figura 49).⁽⁶⁾

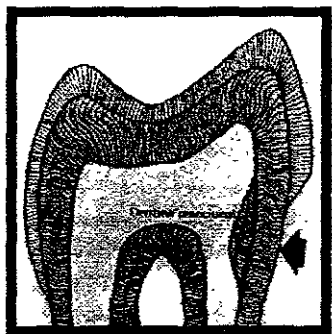


FIGURA 49. Ortodoncia, teoría y práctica, Proffit.

5.4.3. EFECTO EN LA PULPA.

Aunque las reacciones de la pulpa al tratamiento ortodóncico son mínimas, debido al empleo de fuerzas leves, ⁽⁶⁾ puede producirse una respuesta inflamatoria leve y transitoria de la misma, es decir, hiperemia del tejido pulpar, al menos al inicio del tratamiento. Esto podría contribuir a molestias que suelen experimentar los pacientes durante algunos días al activar los aparatos, como son: el dolor, sensibilidad térmica, etc., aunque ésta leve pulpitis no tiene consecuencias a largo plazo. ⁽²¹⁾

Ocasionalmente, se publican casos de pérdida de la vitalidad dental durante el tratamiento ortodóncico. Suelen haber una historia de traumatismo dental previo, aunque también puede deberse a un mal control de fuerzas ortodóncicas. Si un diente está sometido a una serie de movimientos bruscos, permite la reabsorción basal y cambios cada vez mayores. En un movimiento brusco, lo importante es que del ápice radicular pueden interrumpirse los vasos sanguíneos que entran en el conducto pulpar. Entonces puede presentarse degeneración total o parcial de la pulpa, y el diente obscurecerá debido a la hemorragia y a la necrosis. ⁽²¹⁾

Los experimentos indican que durante el tratamiento ortodóncico existe menor sensibilidad a las pruebas eléctricas de vitalidad pulpar. La reacción tisular pulpar puede llegar a normalizarse (cuando es reversible), después de haber terminado el tratamiento ortodóncico (figura 50). ⁽⁶⁾

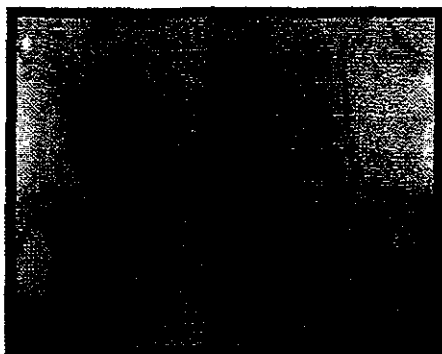


FIGURA 50. Ortodoncia práctica. Massimo Rossi.

5.4.4. EFECTO EN EL ESMALTE.

En el esmalte no se observan cambios tisulares como resultado del movimiento dentario por sí mismo.

La descalcificación que se presenta alrededor de las bandas causada por restos de alimentos que no son eliminados y el grabado de la superficie del esmalte pueden ser observados a simple vista en muchos casos. ⁽⁶⁾ Así, como también pequeñas fracturas del esmalte ocasionado por el empleo de fuerzas excesivas. También cabe mencionar que al término de los tratamientos ortodóncicos, el ortodoncista suele retirar la resina que queda adherida a la estructura adamantina, con la ayuda de aparatos mecánicos rotatorios, con los cuales, la mayoría de las veces suelen desgastar más de lo debido la estructura del esmalte, provocando más adelante sensibilidad dentaria a los pacientes (figura 51). ⁽¹³⁾

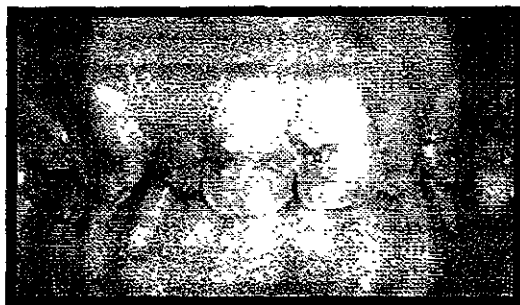


FIGURA 51. Ortodoncia práctica. Massimo Rossi.



5.4.5. EFECTOS EN LA ENCÍA.

El ortodoncista con frecuencia es acusado de descuidar los tejidos gingivales al mover los dientes. Los aparatos, ortodóncicos generalmente interfieren el ejercicio normal de los tejidos y el masaje que ocurre durante la masticación, deglución y habla.⁽²¹⁾

Con la colocación de los múltiples aparatos ortodóncicos y ortopédicos, se le dificulta al labio limpiar los restos de bolo alimenticio del surco o fondo de saco mucogingival y la encía por la obstrucción mecánica de los aparatos. El alimento permanece alojado en la hendidura gingival y alrededor de los aparatos ortodóncicos. La periferia de las bandas ortodóncicas penetran abajo del margen de la encía, y las bandas, junto con los restos de alimentos actúan como factores de irritación constante. Debido a la falta de ejercicio, estasis circulatorio, irritación constante con los aparatos, así como al material en putrefacción; No es raro que los tejidos gingivales se formen hiperémicos, edematosos e hinchados. El color rosa es reemplazado por un color violáceo y estos tejidos sangran fácilmente, si no se toman medidas energéticas, la papila interdentaria en proliferación se torna fibrosa y permanece agrandada, después de retirar la influencia irritante de los aparatos. En casos graves puede haber recesión del tejido gingival o formación de bolsas periodontales.⁽⁶⁾

La gran mayoría de los ortodoncistas no están familiarizados con el sondeo rutinario del surco gingival y menos con su interpretación. Tampoco ocurren frecuentemente a las radiografías periapicales. Estos es una verdadera desventaja para tener un control de salud periodontal durante el tratamiento de ortodoncia. Y su impacto en la longevidad dental del individuo, si la buena noticia es que los dientes han quedado a lineados, que la mala, no sea que se perderán en el mediano plazo por daño periodontal.⁽²⁵⁾

El sondear el surco gingival y su interpretación son la base de la odontología moderna. Para realizar un correcto sondeo es necesario estar familiarizados con dos aspectos fundamentales.⁽²⁵⁾

1. Topografía de bolsas periodontales, en bifurcaciones o trifurcaciones.
2. El papel del ligamento gingival de la fisiología periodontal tanto del periodonto sano como del mermado.⁽²⁵⁾



El sondeo es un arte apoyado en la experiencia y en el conocimiento de la patología periodontal. Un ortodoncista que maneje eficientemente y con conocimiento de causa la sonda periodontal será un elemento clínico confiable para el control de la salud periodontal durante el tratamiento de Ortodoncia (figura 52).⁽²⁵⁾



FIGURA 52. Ortodoncia práctica. Massimo Rossi.



CAPITULO VI.

COMPOSICIÓN DE LOS ELEMENTOS ACTIVOS EN ORTODONCIA Y ORTOPEdia CRÁNEOFACIAL.

Las fuerzas que mueven los dientes durante la terapéutica ortodóncica u ortopédica proceden, por lo general, del paciente (fuerzas funcionales, hábitos, etc.) o del ortodoncista. La misión de estos componentes es, básicamente, almacenar la fuerza que se introduce al activarlos y liberarla posteriormente, de un modo determinado, sobre los dientes; y estimular de este modo, los cambios hísticos que permiten el movimiento dentario. A estos componentes los llamamos en conjunto elementos activos. Son elementos con propiedades elásticas, que proporcionan la capacidad de almacenamiento y liberación de fuerzas, cuya selección y diseño permite controlar las características de las fuerzas que se aplican sobre los dientes. De ésta manera se puede regular la intensidad, la duración y la dirección de las fuerzas.⁽⁹⁾

Por su composición pueden ser clasificados en dos grupos:

1. Poliméricos. En este primer grupo encontramos los elásticos de caucho, que en general son llamados elásticos, y los materiales elastoméricos, que pueden encontrarse disponibles en variadas configuraciones
2. Metales. En este segundo grupo se incluyen los alambres para la confección de los arcos y otros componentes, como son los resortes o muelles, tornillos y retenedores.⁽⁹⁾

Los tratamientos de las maloclusiones y alteraciones miofuncionales, se pueden efectuar empleando los diferentes procedimientos mecánicos que nos brinda la aparatología. Existen en Ortodoncia y Ortopedia cráneo-facial básicamente dos tipos de aparatología disponible a saber:

- Aparatología fija. La cual consiste en la utilización de bandas y tubos, que se cementan a los molares superiores e inferiores, en forma permanente; así como también se emplean otros elementos como los brackets y alambres, que también se cementan a los dientes hasta la terminación del tratamiento ortodóncico (figura 53) ⁽²⁶⁾

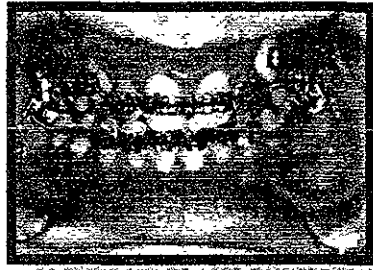


FIGURA 53. Ortodoncia práctica. Massimo Rossi.

- ❑ Aparatología removible. La cual consiste en la utilización de placas activas de acrílico con sus aditamentos de alambre, ganchos, tornillos e inclusive resortes, que se insertan en conjunto en la boca y el paciente puede retirarlas a su voluntad (figura 54).⁽²⁶⁾

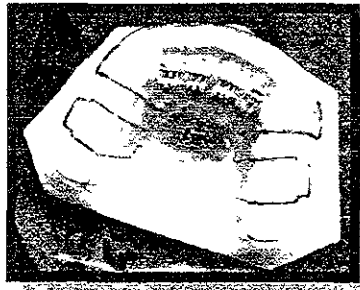


FIGURA 54. Ortodoncia práctica. Massimo Rossi.

Es muy importante conocer y comprender más ampliamente la composición de cada uno de los elementos que conforman a dicha aparatología. Así como también, la función que ejerce cada elemento activo (ligas, alambres, resortes, tornillos y placas) en los tratamientos ortodóncicos y ortopédicos en general.

MODOS DE ACTIVACIÓN DE LOS ELEMENTOS ORTODÓNCICOS Y ORTOPÉDICOS.

Tres son las formas básicas de activación de un material o mecanismo elástico.



1. Axial. Tiene en teoría, dos formas: el estiramiento y la compresión. La primera es el modo de activación típica de los elásticos y otros materiales poliméricos y poco importante en los metales. La activación, en este modo, tienen lugar a lo largo de su eje longitudinal.
2. Flexión. En este modo de activación, la aplicación de la carga, y por lo tanto, la deformación, se hace perpendicularmente al eje longitudinal del elemento elástico.
3. Torsión. Aquí la carga se aplica de modo que se producen una deformación alrededor del eje longitudinal del elemento elástico. ⁽⁹⁾

Estas dos últimas formas de activación son las típicas cuando el mecanismo está formado por metales. Pueden, cada una de ellas aislada, ser la forma de activación de un mecanismo ortodóncico u ortopédico. ⁽⁹⁾

6.1. LIGAS O GOMAS.

Las gomas o elásticos han sido un auxiliar valioso de todo tratamiento ortodóncico por muchos años. Su uso combinado con la cooperación del paciente, brinda al clínico la posibilidad de corregir discrepancias anteriores y verticales. Son usadas principalmente con arcos de alambre rectangulares (figura 55). ⁽⁹⁾

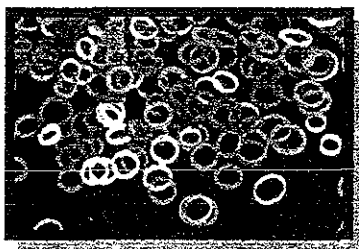


FIGURA 55. Catálogo Dentaurum 1998.

6.1.1. GOMAS ANTEROPOSTERIORES.

- GOMAS CLASE I. Se extienden dentro de cada arco (gomas intraarcos) y se usan principalmente para cerrar espacios, ayudando a las cadenas elastómeras. Se extienden del molar superior al canino superior (figura 56). ⁽⁹⁾
- GOMAS CLASE II. Se extienden desde los molares inferiores a los



caninos superiores (gomas interarco). Son usadas principalmente para producir cambios dentarios anteroposteriores; o sea, ayudan a obtener una relación canina clase I desde una relación clase II (figura 56).⁽⁹⁾

- ☐ **GOMAS CLASE III.** Son lo opuesto a las gomas de clase II: se extienden desde los molares superiores a los caninos inferiores y son usadas en los tratamientos de los casos clase III. Promueven la extrusión de los dientes posteriores superiores y el volcamiento de los anteriores superiores, junto con la inclinación lingual de los anteriores inferiores (figura 56).⁽⁹⁾

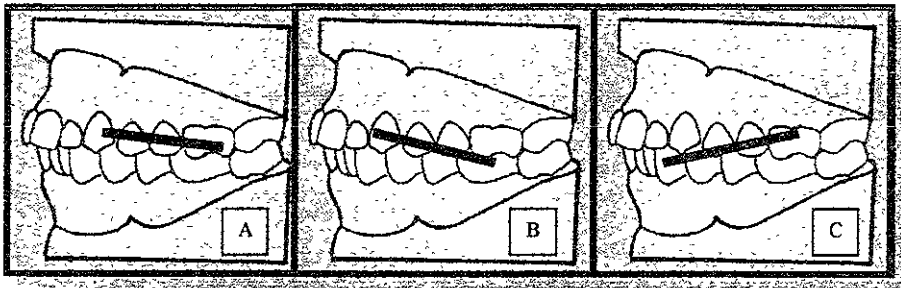


FIGURA 56. La aplicación de las gomas puede ser intermaxilar. A. Tracción de Clase I. B. Tracción de Clase II. C. Tracción de Clase III. Ortodoncia práctica. Massimo Rossi.

6.1.2. GOMAS VERTICALES.

- ☐ **GOMAS TRIANGULARES.** Ayudan en el mejoramiento de la intercuspidad canina clase I y aumentan anteriormente la relación de overbite cerrando las mordidas abiertas. Se extienden de caninos superiores a caninos y primeros premolares inferiores.⁽⁹⁾
- ☐ **GOMAS EN CAJA.** Tienen una configuración de caja y pueden ser usadas en una variedad de situaciones para provocar la extrusión dentaria y mejorar la intercuspidad. Más comúnmente incluyen al canino e incisivo lateral superior hasta el primer premolar y canino inferior o hasta canino e incisivo lateral inferior. También pueden ser extruidos todos los premolares de un solo lado.⁽⁹⁾
- ☐ **GOMAS ANTERIORES.** Usadas para mejorar la relación de overbite de los dientes incisivos. las mordidas abiertas de hasta 2 mm pueden ser



- GOMAS ANTERIORES.** Usadas para mejorar la relación de overbite de los dientes incisivos. las mordidas abiertas de hasta 2 mm pueden ser corregidas con estas gomas, pueden extenderse desde los incisivos laterales inferiores a los incisivos laterales o centrales superiores, o desde los caninos inferiores a los laterales superiores.⁽⁹⁾
- GOMAS ASIMÉTRICAS.** Por lo general son clase II en un lado y clase III en el otro, son usadas para corregir asimetrías dentarias.⁽⁹⁾
- GOMAS DE FINALIZACIÓN.** Son usadas al final del tratamiento para la consolidación final.⁽⁹⁾

Las fuerzas de las gomas en Ortodoncia se expresan en onzas (1 oz = 28.35g) y se desarrollan cuando la goma se distiende por el triple del diámetro.⁽²⁴⁾

La experiencia clínica hace coincidir con esta indicación, aunque existen informes comerciales diversos (algunos indican el doble en lugar del triple). Se aconseja, por lo tanto, que el operador escrupuloso verifique con un dinamómetro el tipo de goma utilizado.⁽²⁴⁾

La aplicación intraoral, se verifica una sensible pérdida de fuerza (aproximadamente el 10%) después de la primera hora de aplicación. Posteriormente, existe una pérdida del 20% en los tres días sucesivos.⁽²⁴⁾

Conviene, por esta razón, no usar las mismas gomas por más de tres días. Por otra parte, las gomas intramaxilares, pueden cambiarse cada 10-15 días ⁽²⁴⁾

6.2. ALAMBRES.

En la actualidad se dispone de diferentes tipos de materiales en la fabricación de alambres. El acero sigue siendo el más utilizado, entre otras razones por su economía, ya que otros son difíciles de hallar en el comercio como son las aleaciones de oro. En la actualidad podemos encontrar los siguientes tipos de aleaciones (figura 57) ⁽²¹⁾

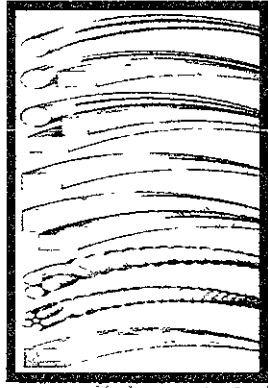


FIGURA 57. Catálogo Dentaurum 1998.

6.2.1. ALEACIONES DE ORO. Presenta el siguiente contenido en metales que intervendrán en su comportamiento: el contenido de platino es uno de los factores que influyen.

- 55-65% de oro, aunque pueden llegar a sólo 15%
- 11-18% de cobre.
- 10-25% de plata.
- 5-10% de paladio.
- 5-10% de platino.
- 1-2% de níquel.⁽²¹⁾

Su comportamiento no es demasiado diferente al acero, una diferencia es que se endurece más lentamente por el trabajo, que el acero. Por ello, son menos quebradizos y fáciles de conformar. Su módulo de elasticidad es aproximadamente 15,000,000 p.s.i., que debe compararse con el módulo de elasticidad media del acero, que es de 25,000,000 p.s.i.. Por lo tanto libera fuerzas más ligeras que el acero.⁽²¹⁾

6.2.2. ACERO. Comienza a emplearse en los años 40 y fueron sustituyendo a las aleaciones de oro. Uno de los pioneros en su uso fue Atkinson, que lo aplico a los brackets de técnica universal.⁽²¹⁾

Los aceros empleados en ortodoncia u ortopedia pertenecen al grupo de los austeníticos y, principalmente al tipo AISI 302 y 304. Su composición típica contiene:



- Hierro
- 17-19% de cromo
- 8-10% de níquel
- 0 15% de carbono
- 2% de magnesio
- 1% de silicio.
- Cantidades indicadas de azufre y fósforo.

Esta composición típica sufre diversas variaciones que hace que puedan existir diferencias entre los procedentes de distintos fabricantes. Se encuentra comercialmente en todas las secciones y tamaños, en varias durezas dependiendo de las características de la manufactura.⁽²¹⁾

Se endurece ligeramente por el trabajo, por lo que acepta configuraciones complicadas como resorte. El tratamiento por calor puede ser de dos tipos en lo que respecta al uso clínico del acero. Uno llamado "recocido o matar el alambre", requiere unos 1,000 °C, y hace que el material pierda totalmente sus características elásticas. El otro, "liberación de tensión", se hace a menor temperatura y supone reajustes en las relaciones intergranulares sin pérdida de las propiedades de dureza.⁽²¹⁾

Los efectos del tratamiento de liberación de tensiones dependen de la temperatura y del tiempo que esta temperatura se aplique al alambre, puede ser controlado ajustando cualquier factor.⁽²¹⁾

Lo más deseable serían temperaturas relativamente bajas, 200-350°C, durante periodos largos de tiempo. La mayoría de los beneficios del tratamiento pueden obtenerse sometiendo al alambre a 400-450°C, durante unos minutos. En la actualidad, los alambres nos llegan con tratamiento por calor que ha eliminado las tensiones derivadas de la fabricación. Ello hace que efectuarlo en la clínica después de la confección de arcos, no sea tan importante o imprescindible, como en el pasado.⁽²¹⁾

El acero permite la soldadura por puntos, tanto a la llama como también eléctrica. Los alambres de acero inoxidable, son más rígidos que cualquier otro tipo de alambre. Por otra parte, debe tomarse en cuenta, como regla general que una porción de alambre es más rígida cuanto más gruesa y/o corta sea (generando en proporción fuerzas de grado mayor); por esta razón es que cuando se desea utilizar alambres de acero inoxidable en las primeras fases del tratamiento para alinear dientes, se deben modelar algunas ansas (aumentar la longitud del alambre) o utilizar secciones más pequeñas. Pero, en este último caso, se deforman fácilmente con las fuerzas



masticatorias. Se pueden soldar, doblar y determinar menor roce en las partes mecánicas de fricción.

Su principal aplicación está dada en las fases intermedias de los tratamientos donde existe una mecánica de desplazamiento (por ejemplo, retracción canina) y en las fases finales ⁽²¹⁾

6.2.3. CROMO-COBALTO. Presentan propiedades elásticas semejantes a las del acero. En consecuencia, el diseño de los arcos y las magnitudes de activación son parámetros que se encuentran en los mismos márgenes. Su composición nominal es: ⁽²¹⁾

- 40% de cobalto
- 2% de cromo.
- 15% de níquel.
- 7% de molibdeno.
- 16% de acero.

La diferencia se encuentra en su respuesta al tratamiento por calor y en la facilidad de confección de los diseños que hayamos seleccionado. Se puede obtener en varios temple, en los blandos de los cuales la facilidad de trabajo es sólo comparable a la de algunas aleaciones de oro. Una vez conformado, el tratamiento térmico lleva sus propiedades elásticas a los más amplios márgenes de amplitud de trabajo del acero. El tratamiento térmico no produce liberación de tensiones, como el acero, sino un cambio en las propiedades elásticas del material. En la práctica podemos utilizarlo en dos formas, es decir, con tratamiento térmico o sin él.

Se endurece con el trabajo en frío más rápidamente que el acero, se puede soldar con soldadura, aunque la técnica debe ser cuidadosa, como en el acero, y su resistencia a la oxidación es excelente. ⁽²¹⁾

Los alambres de cromo-cobalto, son producidos en cuatro temple de progresiva elasticidad, la cual puede ser aumentada con el tratamiento térmico. En muchos aspectos, las propiedades mecánicas son similares a la de los alambres de acero inoxidable. Presentan algunas ventajas con respecto a los de acero: mayor resistencia a la fatiga y distorsión, así como, mayor función por un retorno elástico más prolongado. Es posible realizar soldaduras pero con mucho cuidado y utilizando aleaciones de bajo punto de fusión para no producir sobre-calentamiento y no perder resistencia a la tracción y otras propiedades. ⁽²¹⁾

6.2.4. ALAMBRE TRENZADO. Esta compuesto por varios alambres de acero inoxidable trenzado de tal forma que constituyen secciones redondas o



rectangulares. Son más elásticos que los alambres de acero compacto o de beta-titanio y las propiedades elásticas son relativamente independientes del diámetro. Se indican en las fases iniciales del tratamiento, cuando se requiere un alineamiento; constituyen una alternativa más económica, aunque no tan eficiente, a los costosos alambres de NiTi⁽²⁴⁾

6.2.5. ALEACIONES DE TITANIO. Dentro de este grupo encontramos tres variedades, el **NÍQUEL-TITANIO**, el **BETA-TITANIO** y el **NI-TI JAPONÉS**, que es una muy reciente aportación. Nitinol es un nombre comercial tomado de sus principales componentes, níquel-titanio.

Contiene aproximadamente 52% de níquel, 45% de titanio y 3% de cobalto. Posee un módulo de elasticidad muy bajo, 4,800,000 p.s.i., y puede resistir deflexiones muy amplias sin deformación permanente y a un manteniendo una alta capacidad de retorno y la posición original.⁽²⁴⁾

Tiene el inconveniente de ser difícilmente conformable. Podrían hacerse hélices u otros dobleces, siempre que se siguiese un radio amplio, pero se endurece por el trabajo en frío y se hace muy quebradizo. Por otra parte, pierde gran parte de su capacidad de retorno.⁽²⁴⁾

El alambre **BETA-TITANIO** es una aleación que contiene, aproximadamente, 11% de molibdeno, 6% de circonio, 4% de estaño, con titanio en una estructura, llamada fase cúbica. Esta estructura se establece a temperaturas por encima de 880°C, es estable a temperatura ambiente gracias a la adición de molibdeno o columbio y proporciona al material características elásticas peculiares. Su módulo de elasticidad es aproximadamente el doble que el del Nitinol y algo menos de la mitad del acero.⁽²⁴⁾

En cuanto a ductibilidad, es semejante a la del acero, aunque pueden hacerse dobleces tan agudos como en éste. De cualquier manera, se pueden confeccionar arcos con resortes, cuando sea necesario, teniendo algo de cuidado. No se puede soldar con soldadura, pero sí por puntos. Es resistente a la oxidación y posee una alta capacidad de retorno elástico⁽²⁴⁾

Comercialmente definido Tma (titanio-molibdeno), presenta características intermedias entre el acero inoxidable y las aleaciones NiTi. Puede ser doblado dos veces más con respecto a un análogo de acero sin deformarse irreversiblemente, en otras palabras, es más elástico que el acero y menos que la aleación NiTi. Pueden ser modelados para realizar topes y ansas y se pueden soldar. Desarrolla en las mecánicas de



deslizamiento, un mayor roce con los brackets. Son útiles en aquellos casos en donde se requiere una fuerza menor a la desarrollada por el acero pero superior al de las aleaciones NiTi. Por ejemplo, en las fases intermedias de los tratamientos en donde se prevén ansas de cierre ⁽²⁴⁾

Los alambres en NiTi se caracterizan por una notable elasticidad, los cuales son especialmente indicados en las fases iniciales del tratamiento para alinear, nivelar, rotar en forma muy superior o como lo realiza el acero. La utilización de secciones rectangulares permite además, la obtención de torque o torsión desde las primeras fases del tratamiento. El tratamiento es más rápido, menor tiempo clínico, poca incomodidad por parte del paciente y sin deformaciones por parte de las fuerzas masticatorias. Por otra parte, las características metalúrgicas no permiten un notable modelado y se fractura fácilmente si se modela sobre un margen afilado.

De acuerdo con esto, no es posible construir ansas o topes como en un arco realizado en acero. Además, no se pueden soldar, como por ejemplo, en ganchos ⁽²⁴⁾

NiTi Japonés. Se diferencia de los anteriores por una característica peculiar que es poseer una propiedad que se ha llamado superelasticidad. Consiste en que los valores de fuerza son casi los mismos, independientemente del porcentaje de deformación durante cierto margen de deflexión. ⁽²⁴⁾

La diferencia consiste en que mientras en la mayoría de los metales la aplicación de una fuerza externa produce una deformación con deslizamiento de la estructura cristalina, el NiTi japonés, en el margen de deformación entre 2 y 8% las fuerzas producen una transformación progresiva de la fase austenítica a la martensítica y hasta que esta transformación se completa la respuesta no es lineal, como lo es fuera del citado margen ⁽²⁴⁾

Las aleaciones de NiTi, a pesar de ser más elásticas que las de acero o CrCo, presentan una curva, carga deflectora similar, donde el NiTi se deforma con fuerzas menores (y restituye fuerzas menores) pero la activación y restitución con las fuerzas tienen una marcha bastante brusca. Además, aunque mucho menos que el acero y CrCo, el NiTi sufre cierta deformación permanente. Desde al punto de vista metalúrgico, estas aleaciones se encuentran en fase austenita (aleación hierro-carbono del acero). ⁽²⁴⁾

En el NiTi japonés, con la aplicación de una fuerza mínima y constante, se obtiene una notable y progresiva deformación, pasando de una fase austenita a una fase martensita (aleación hierro-carbono de los aceros



Con aumento de la temperatura (37°C) se verifica un retorno de la fase martensita a la austenita, siempre con características prevalentes hacia un plateau. Al final, el retorno de la curva está en su punto de partida y el arco recobra su forma (memoria de forma).⁽²⁴⁾

Estas características definen una condición de superelasticidad cuya actividad clínica se traduce en las fases iniciales del tratamiento, un arco NiTi japonés puede ser colocado en los brackets de dientes muy desnivelados (notable formación que induce una fase martensita), restituyendo a la temperatura de la cavidad oral (37°C) una fuerza ligera y constante (plateau martensítico de retorno) que provee a su alineación. Al finalizar se verifica una mínima deformación. El NiTi japonés, a una temperatura de 500°C presenta una disminución del nivel de fuerza que caracteriza la superelasticidad.⁽²⁴⁾

Entre las próximas novedades del mercado se esperan arcos capaces de desarrollar fuerzas distintas en lugares diferentes, las cuales se obtienen controlando temperatura y duración del tratamiento térmico de las distintas secciones del alambre.⁽²⁴⁾

Equivalencia de milímetros y pulgadas en los alambres.

mm.	Pulg.	Posible utilización.
1.5	0.060	Arco externo de tracción cervical (el interno es de 0.045)
1.0	0.040	Botón palatino, arco lingual, aparatos de expansión maxilar, bompereta.
0.9	0.036	Mantenedor de espacio tipo banda y abrazadera.
0.7	0.028	Arco labial de Hawley y ganchos de retención.
0.625	0.025	Ganchos de entrega (0.30)

6.3 RESORTES.

La acción de los aparatos removibles depende de la presión producida por los resortes incorporados en el aparato. Para el diseño de los resortes, es importante comprender que éstos deben ejercer presiones moderadas y deben ser mecánicamente simples para que su acción sea lo más clara posible.⁽²⁶⁾



El diseño de los resortes puede dividirse según su modo de actuar por contacto, por presión sostenida y por arrastre.

Aunque todos estos elementos activos aprovechan de la elasticidad para provocar el movimiento dentario, estas diferencias entre ellos están dadas por su espesor, por el alambre o por su longitud.

El resorte se diseña y se confecciona utilizando un alambre de longitud y diámetro, que permitan obtener grados óptimos de fuerza y flexibilidad en cada situación; de allí que el alambre no debe ser ni muy delgado, ni muy grueso. Si por alguna razón se hace necesario usar alambre grueso, se le aumenta la flexibilidad mediante la adición de espiras, preferiblemente cercanas al punto de retención en el acrílico (figura 58).⁽²⁶⁾

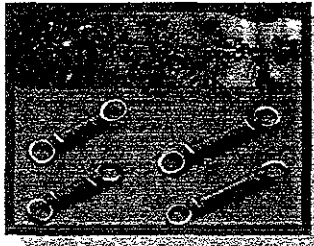


FIGURA 58. Catálogo Dentaurum 1998.

Si se hace necesario aumentar más la flexibilidad se diseñara un gancho doble o triple, adicionando sistemas de espiras en los lugares donde el gancho cambia de dirección. Como los ganchos con espiras múltiples, dada su gran flexibilidad, se desplazan con facilidad de los órganos dentarios que deben mover, se le adicionan a la placa alambres rígidos llamados guías que impiden el desplazamiento del gancho en sentido incisal u oclusal. Las guías son generalmente independientes del gancho, en su fabricación e implantación en el acrílico.⁽²⁶⁾

6.3.1 RESORTES Y RETENCIÓN. Toda placa para que actúe deberá tener buena retención, ya que los resortes, influyen en que ésta se pierda; la placa toma de anclaje las zonas anatómicas que la soportan siendo el anclaje secundario de los resortes; a mayor cantidad de resortes, o mayor cantidad de elasticidad dada por los mismos, hay mayor pérdida de retención o anclaje, caracterizándose por el basculamiento de la misma.⁽⁷⁾



La anatomía coronaria expulsiva tiende a que los resortes provoquen fuerzas secundarias que le hacen perder acción, desplazando a la placa y al resorte. Es necesario recordar que las fuerzas de los resortes, se descomponen provocando reacciones no siempre buscadas.⁽⁷⁾

Todo resorte lingual deberá ser protegido con acrílico o con alambre guía, para impedir desadaptaciones que a veces provocan hipertrofias gingivales modificando la marcha del tratamiento.⁽⁷⁾ Existe una gran diversidad de resortes, así que a continuación se describirán sólo algunos

6.3.2. RESORTE LINEAL SIMPLE. El resorte lineal simple toma uno o dos dientes; es a extremo libre, lo que le permite actuar en giroversiones: según su activación; vestibulariza o arrastra el vestibular reforzando su acción de cupia.

Debe de contar con dos vueltas como mínimo para permitir la correcta activación, se realiza con alambre de 0.7 mm., que le da suficiente rigidez como para no necesitar alambres guías. A más vueltas o más longitud, tendrá que ser protegido con la guía, o con acrílico. Su activación será suave y lenta actuando por contacto con poca elasticidad.⁽⁷⁾

6.3.3. RESORTE LAZO SIMPLE O DOBLE (CORBATA) DE A. M. SCHWARZ. Estos resortes toman uno o más dientes, su acción es netamente para vestibularizar cuando queremos actuar en giroversiones, es conveniente que sea doble para permitir actuar por mesial o por distal de un órgano dentario.⁽⁷⁾

Se confecciona, a base de alambre grueso de 0.7 mm., no necesita guía, pero si se espera una acción prolongada se realizará con alambre de 0.5 mm., con guía y con protección de acrílico, pero permitiendo la colocación de la pinza para su activación.

Con estos resortes se pueden hacer combinaciones, según las necesidades, en los casos en que queremos recuperar por distalamiento el espacio canino; para que nos entren los caninos por un lado distalamos con resorte lineal simple y por otro vestibularizamos con resorte corbata ⁽⁷⁾



6.3.4. RESORTE ADAMS. Resortes según Adams con (helicoides) simples o en alfiler de gancho. Son resortes de presión sostenida, muy elásticos, que se realizan con alambres delgados para uno o dos dientes de 0.5 mm., para mayor cantidad de 0.6 mm., y para caninos por lingual de 0.6 mm., por vestibular de 0.7 mm., o 0.8 mm., por su falta de protección.⁽⁷⁾

Todos estos resortes se realizan para que actúen abriendo los helicoides salvando el canino que trabaja cerrando el mismo.

Su confección merece un correcto estudio del diseño, por el hecho de que tratará en lo posible de no acercarse a los bordes incisales por su fácil desadaptación colocando el helicoides paralelo al paladar y su acción siendo el mismo plano; para que sea afectivo se colocará en el cuello dentario. Con alambre guía simple si va de un extremo a otro delacrílico, o doble si el resorte es amplio. Cuando utilizamos estos resortes es conveniente que elacrílico los cubra para protegerlos, y más aún si la placa presenta relieves masticatorios y es utilizada para cerrar diastemas interdentarios, de acción y ubicación palatina.⁽⁷⁾

6.4. TORNILLOS.

Son los elementos activos más importantes, de extraordinaria perfección mecánica y de pequeño tamaño; se ubican y orientan de acuerdo al tratamiento a realizar, son de amplia divulgación y de múltiples posibilidades.⁽⁷⁾

Son elementos activos que provocan la separación en forma simétrica de ambos extremos de la placa al tornillo, de tal forma éstos son susceptibles de ser colocados en diferentes posiciones, siempre recordando que si los extremos se separan simétricamente, se tendrá que conocer perfectamente el anclaje, sus valores y los elementos a desplazar para que el movimiento sea el buscado (figura 59).⁽⁷⁾

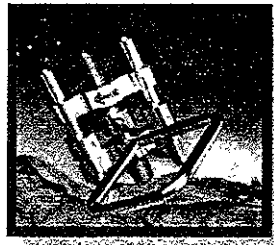


FIGURA 59. Catálogo Dentaurum 1998



Mecánicamente el tornillo tiene una zona roscada, con un paso que hace que el cuarto de vuelta separa 0,25 mm., con guías laterales, una o dos, que dan estabilidad al aparato. Las aperturas máximas de los tornillos simples no superan los 5 mm., los tornillos mayores para las placas de disyunción son más amplios y superan éste tope. Los tornillos nos dan en casi todos los casos 1 mm., por 4/ 4, o sea una vuelta entera. ⁽⁷⁾

En los casos en que la corrección es superior a dos sectores, se podrá utilizar más de un tornillo, que correctamente instalado tendrá el efecto deseado; es importante recordar que cuanto mayor es la cantidad de fuerzas (tornillos) colocadas, más se descontrola el tratamiento, y más pérdida de anclaje existe. ⁽⁷⁾

Se dispone en la actualidad, con una gran cantidad de tornillos, diferentes en su tamaño, forma, espesor, y en su modo de actuar. Es interesante ver que a través de éstos se puede obtener cualquier movimiento dentario o maxilar por medio de los tornillos, pero un correcto diagnóstico es fundamental para el pronóstico del tratamiento. Los tornillos van desde el más simple tipo Poggio-(con hembra en el propio acrílico sin guías con la posibilidad de ir ampliando su recorrido con el agregado de acrílico en la zona que va quedando libre de la rosca) o los tornillos telescópicos de mayor precisión que los anteriores pero sin la posibilidad de ampliarse. Los tornillos de simple acción son muy utilizados en los maxilares comprimidos y en hipoplasias del mismo (premaxila), pero tienen acción limitada por falta de amplitud (figura 60). ⁽⁷⁾

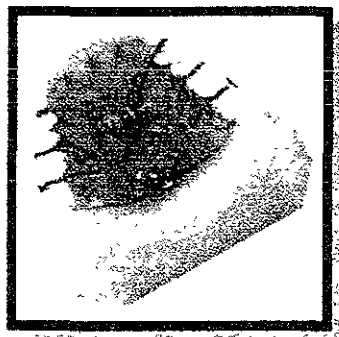
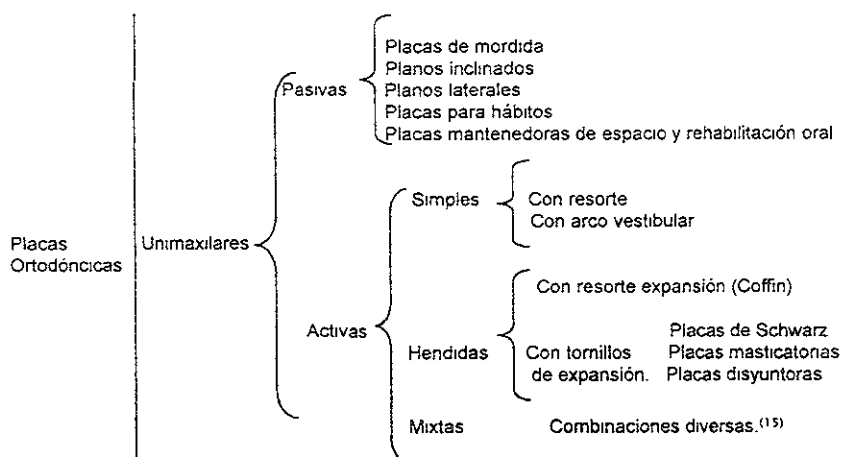


FIGURA 60. Catálogo Dentaurum 1998.



6.5. PLACAS.

6.5.1. CLASIFICACIÓN DE PLACAS.



6.5.2. ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE LA PLACA ACTIVA.

Una placa activa típica posee varios elementos constitutivos.⁽⁷⁾ Toda placa consta:

- Elementos pasivos. (base y retenedores)

- Elementos activos. (arcos, resortes, tornillos, planos, espolones, y aletas) .⁽⁷⁾

DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS PASIVOS.

BASE DE ACRÍLICO. La base o placa de acrílico deberá ser amplia, delgada, anatómica, de suave textura y con la capacidad de inclusión en ella de todos los elementos activos y pasivos. El espesor de la misma debe ser en lo posible de 2 mm., salvo en la zona del tornillo que tendrá como mínimo el grosor del tornillo para que quede incluido; en paladares profundos el puente de acrílico dado por el tornillo es el límite de espesor, pues sabemos que cuánto más grueso, mayor la interferencia en la actividad lingual.



La placa se extenderá desde el cuello y cara palatina de los dientes hasta la cara distal del último molar erupcionado. El límite posterior de la placa deberá tener una escotadura sobre la línea media, para prevenir el reflejo nauseoso, la cara de la placa que toma contacto con la mucosa (cara interna) debe estar perfectamente adaptada sin ser agresiva. La cara externa tendrá que desgastarse suavemente de mayor a menor para una mejor adaptación lingual.⁽⁷⁾

La amplitud de la placa se determina cubriendo la mayor zona anatómica, la cual nos da mayor estabilidad y anclaje, siendo útil para que los elementos activos respondan con más efectividad.⁽⁷⁾

COLOR DEL ACRÍLICO. El color podrá ser único o combinado a elección del paciente, es preferible el color transparente con diferentes tonos, siendo los colores biológicos, los cálidos rojos, los más aceptados. Los hay con reflejos que son realmente apreciados.⁽⁷⁾

CONFECCIÓN DEL ACRÍLICO. La construcción de aparatos con resinas termocurables toma mucho tiempo. Hoy en día se realizan con el uso de acrílicos autopolimerizables, los cuáles hacen posible la confección y reparación de aparatos ortodóncicos y ortopédicos, en forma rápida.⁽⁷⁾

Los ganchos, resortes o arcos ya confeccionados se colocan en posición sobre el modelo de trabajo, previamente aislado con una película de una sustancia separadora, y se fijan con cera pegajosa. La parte activa de los ganchos de entrega se debe proteger con cera.⁽⁷⁾

Se aplica luego el acrílico sobre el modelo. Esto puede hacerse adicionando polvo y líquido por etapas hasta alcanzar el espesor y la extensión deseada. Para evitar un tallado extenso después del endurecimiento del material debe prestarse atención a que la capa de acrílico sea uniforme y delgada. El movimiento del material blando, puede controlarse variando la posición del modelo y construyendo la placa por secciones.⁽²⁶⁾

Cuando se ha terminado la colocación del material, puede acelerarse el endurecimiento sumergiendo el aparato en agua caliente. Esto también se logra y además se elimina la porosidad con la aplicación de calor y presión simultáneamente en una olla de presión (15 libras durante 15 minutos). El



aparato se retira del modelo, se pule y se brilla en la forma convencional, teniendo cuidado de evitar el sobrecalentamiento (figura 61).⁽²⁶⁾

Las desventajas asociadas al uso del acrílico autocurable consiste en que el material puede ser más difícil de brillar y queda más poroso. Esto puede evitarse en gran parte usando la técnica de la olla a presión.⁽²⁶⁾

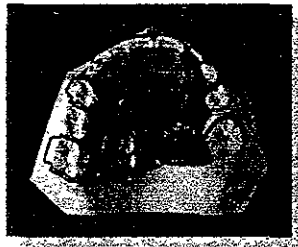


FIGURA 61. Catálogo Dentaurem 1998.

RETENEDORES. Los retenedores o ganchos deben ser adaptados a los modelos de yeso y, para ello, nada mejor que practicar pequeñas socavaduras retentivas que se realizan, fundamentalmente, en las caras proximales. Esto hace que los mismos tengan una mejor adaptación a los dientes utilizados como pilares retentivos, evitando así el desplazamiento en cualquier sentido y contribuyendo como es lógico a lograr una mayor estabilidad (figura 62).⁽⁷⁾

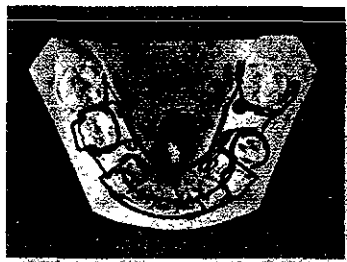


FIGURA 62. Catálogo Dentaurem 1998.



Como es sabido, existen diferentes tipos de retenedores: (*)

- Gancho punta de flecha.
- Gancho punta de flecha modificado (Adams) y,
- Gancho circunferencial.⁽⁷⁾

*(*No entraremos al estudio de los mismos por ser un tema diverso al capítulo que se trata.)*

Lo concerniente a los elementos activos (tales como los resortes y tornillos que conforman a la placa), fueron ya descritos, por lo que en cuanto a tal tema nos remitimos



CONCLUSIONES.

Desde el punto de vista biomecánico, el complejo arquitectónico dento-maxilo-facial es tan complicado que es el más difícil de descifrar. Sin embargo conceptualizar el proceder tisular ante los movimientos ortodóncicos es un tema fundamental para la Ortodoncia y Ortopedia craneofacial.

El uso irracional de fuerzas ortodóncicas sin tener bases teóricas derivan a las iatropatogenias. Por este motivo, en la presente tesina se determina la gran importancia que tiene el empleo de la magnitud de fuerzas sobre los tejidos periodontales y estructuras dentarias, concluyendo que los movimientos dentarios y remodelado óseo proporcionados por aparatos ortopédicos nos garantizan la salud de los tejidos periodontales, debido a que las fuerzas generadas que actúan sobre ellos, son inferiores u óptimas, permitiendo en muy corto tiempo la compresión ligera de los tejidos periodontales dando lugar a su reorganización sin interrumpir el aporte sanguíneo .

Los procedimientos y aplicación de fuerzas tienen los mismos principios que dictaminaron los pioneros de la Ortodoncia, solo que estas han evolucionado al igual que la ciencia y la tecnología, al descubrir con el paso del tiempo y de manera paulatina los cambios histológicos que acontecen ante dicho suceso.

Es por esto, más que recomendable que cuando el cirujano dentista no este familiarizado con el uso de la aparatología fija y removible, ni con la aplicación de fuerzas que se aplican sobre estos, mejor se abstenga de usarlos o al menos se apoye en la experiencia de un especialista. Recomendamos esto debido a la gran facilidad que existe hoy en día de conseguir en los laboratorios y depósitos dentales el gran arsenal de aparatología fija y removible que esta al alcance del cirujano dentista de practica general o cualquiera que lo solicite sin tener una preparación previa.

Por consiguiente es importante recordar que los resultados de un mal tratamiento ortodóncico u ortopédico en muchas ocasiones son irreversibles, ocasionando al paciente la imposibilidad de recibir ayuda adecuada en un segundo tratamiento.



PROPUESTAS.

1. Reorganización del temario a nivel licenciatura.
2. Dar la importancia que amerita el tema de Consideraciones biomecánicas en Ortodoncia y Ortopedia craneofacial, debido a que la inadecuada aplicación de fuerzas provoca consecuencias irreversibles.
3. Estimular al alumnado a la comprensión de un tema tan relevante, evitando caer en la apatía.
4. Cambiar la denominación de la asignatura de Ortodoncia por Ortopedia craneofacial, ya que esta involucra el complejo arquitectónico dento-maxilo-facial como una unidad indivisible.
5. A nivel licenciatura, permitir la apertura de un área clínica, para la aplicación de la Ortodoncia preventiva e interceptiva, estableciendo con esto un mejor desarrollo y comprensión de la Ortopedia craneofacial.

**REFERENCIAS.**

1. ABRAMOVICH ABRAHAM. Histología y embriología dentaria. Edit. Mundi. Buenos Aires Argentina 1984.
2. Acosta, N. Y Carter, P.; "Metabolismo del Hueso Peiodontal. Parte I: Histología del Hueso Alveolar." Revista ADM. 1992, vol. XLIX (2) 106-112 p.p.
3. Acosta, N. Y Carter, P.; "Metabolismo del Hueso Periodontal. Parte III: Control Sistémico del Metabolismo del Hueso." Revista ADM. 1992, vol. XLIX (4). 203-206 p.p.
4. Acosta, N. Y Carter, P.; "Metabolismo del Hueso Periodontal. Parte II: El ciclo del Remodelado Óseo." Revista ADM. 1992, vol. XLIX (3). 161-166 p.p.
5. Acosta, N. Y Carter, P.; "Metabolismo del Hueso Periodontal. Parte IV: Control Local del Metabolismo del Hueso." Revista ADM. 1992, vol. XLIX (5). 283-288 P.P.
6. Acosta, N. Y Cártter, P.; "Metabolismo del Hueso Periodontal. PARTE V: Comportamiento Óseo en Salud o Enfermedad Periodontal." Revista ADM. 1992, vol. XLIX (6). 362-364 p.p.
7. AGUILAR R. JUAN. Manual de laboratorio de Ortodoncia. Edit. Actualidades Médico-Odontológica latinoamericanas. Venezuela 1994.
8. BLATT FRANK J. Fundamentos de física. 3ª. Edición. Edit. Prentica-Hall Hispanoamericana. México.
9. CANUT, Brusola José. Ortodoncia Clínica. Edit. Salvat, México 1992.
10. CARRANZA, F.A.; Periodontología Clínica de Glickman. Edit. Interamericana, 3ª ed., México, D.F., 1986.
11. ECHEVERRIA. El Manual De Odontología. Edit. Masson. España 1989



- 12 GENCO, R., Periodontología de Cohen. Edit. Interamericana, México D.F., 1993.
13. GENESER, FINN. Atlas de Histología. Edit. Panamericana, México D.F., 1992.
- 14 GRABER T.M.; NEWMANN, BEDRICH; Aparatología Ortodóntica Removible. Edit. Médica Panamericana. Buenos Aires Argentina 1986
- 15 GUARDO CARLOS R. Ortopedia maxilar Atlas práctico. Actualidades Médico-Odontológicas latinoamericana. Venezuela 1993.
16. Haack, Reitan Taken from the AJO-DO 1957 Jan (32-45): "Some factors determining the evaluation of forces in orthodontics."
- 17 Haack Taken from the AJO-DO 1958 May (346-357): "The mechanics of centric and eccentric cervical traction."
18. LINDHE, JAN; Periodontología Clínica; Edit. Panamericana, 1^{ra} ed., Buenos Aires, 1986.
19. MARCOTTE M. Biomecánica en Ortodoncia. Edit. Masson-Salvat. España 1992.
20. MAYORAL, J. ET. AL. ; Ortodoncia Principios fundamentales y práctica. Edit. Labor. Barcelona España 1983.
21. PROFFIT, WILLIAM, R; FIELLDS, HENRY W.; Ortodoncia, Teoría y Práctica; 2da. ed.; Edit. Mosby/Doyma, España, 1995.
22. Rauch Taken from the AJO-DO 1959 Nov (817-830): "Torque and its application to orthodontics."
23. RING. Historia ilustrada de la Odontología. Edit. Mosby/Doyma, 2^a. Reimpresión. Madrid España 1995.
- 24 ROSSI MASSIMO Ortodoncia Práctica Edit. Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica S: A: Colombia 1998.
- 25 Sánchez Cordero, Sergio; "El Concepto Orto-Perio en Ortodoncia" "Internet. <http://www.amom.com.mx>.



26. SANIN A.CARLOS. Ortodoncia para el odontologo general. Edit Actualidades Médico-Odontológicas latinoamericana, Venezuela 1993.
27. SARABIA AGUILAR JESÚS. "Definición de Ortopedia Maxilar". Internet. <http://www.amom.com.mx>.
28. SARABIA AGUILAR JESÚS. "Principios Biomecánicos en Ortopedia Maxilar/Ortodoncia." Internet <http://www.amom.com.mx>.
29. SARABIA AGUILAR JESÚS. ; "Ortodoncia y Ortopedia Maxilar, fundamentos científicos y evolución." Internet. <http://www.amom.com.mx>.
30. TEN, CATE, A. R.; Histología Oral; Edit. Panamericana, Buenos Aires, 1986.
31. THUROW, RAYMOD, C.; Atlas de Principios Ortodóncicos; Edit. Inter-médica; Buenos Aires; Argentina.1979.