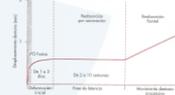




# MOVIMIENTO ORTODÓNICO

Bases biológicas



ORTODONCIA I  
DANIEL ARAGÓN NAVARRO

1



2

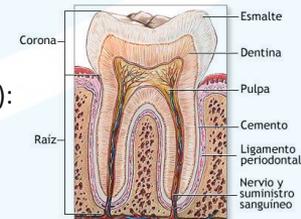
# MOVIMIENTO ORTODÓNICO

1. Recuerdo anatómico
2. Respuesta del LPD a la función normal
3. Respuesta a las fuerzas mecánicas
4. Teorías o mecanismos del movimiento dentario
5. Mecanotransducción
6. Fases del movimiento dentario
7. Factores modificantes del movimiento.
8. Efectos adversos

3

# RECUERDO ANATÓMICO

1. Diente
2. Hueso alveolar
3. Ligamento periodontal (LPO):
  - Tejido conjuntivo
  - Nervios, vasos sanguíneos y linfáticos
  - Funciones:
    - une el diente al alveolo
    - recibe y transmite fuerzas masticatorias
    - acumula nutrientes



4

## TIPOS DE UNIÓN DIENTE-HUESO

1. Inserción fibrosa:
  - tiburones
  - unión de la base del diente con el tejido fibroso del cartílago maxilar
2. Anquilosis:
  - vertebrados primitivos
  - unión calcificada entre raíz y hueso maxilar

5



7

## TIPOS DE UNIÓN DIENTE-HUESO

3. Bisagra:
  - Peces
  - diente con ligera movilidad en el alveolo
4. **Gonfosis:**
  - Mamíferos
  - Fibras colágenas desde raíz hasta el hueso alveolar
  - Tiene cierta movilidad
  - El hueso sigue al diente adaptándose

6



8



9

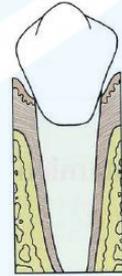
## HUESO ALVEOLAR

- Matriz ósea
- Vasos y nervios
- Células:
  - Osteocitos: receptores y emisores de señales
  - Osteoblastos: formación ósea
  - Osteoclastos: reabsorción ósea.

11

## LPD

- Ocupa 0,5 mm de anchura alrededor raíz
- Células:
  - Fibroblastos y osteoblastos
  - Macrófagos.
  - Células mesenquimales indiferenciadas
- Sustancia intercelular:
  - Fibras colágenas y oxitalánicas.
  - Se remodela constantemente en normalidad.
- Vasos y nervios (receptores dolor y propiocepción)
- Líquidos hísticos



10

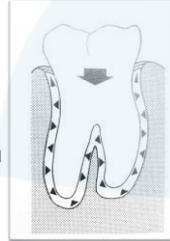
## HUESO ALVEOLAR

- **Remodelación ósea fisiológica** el hueso reabsorbido por los osteoclastos es completamente reemplazado por los osteoblastos.
- **Desequilibrio:**
  - Patológico: enfermedad periodontal.
  - Controlado: movimiento ortodóncico.

12

## RESPUESTA DEL LPD A LA FUNCIÓN NORMAL

- Fuerzas intensas e intermitentes.
- Duración de 1 segundo o menos.
- Intensidad de 1-2 kg hasta 50 kg.
- Líquido hístico (incompresible) evita desplazamiento del diente dentro del LPD
- La fuerza se transmite al hueso que se deforma en respuesta a la misma.



13

## RESPUESTA DEL LPD A LA FUNCIÓN NORMAL

TIEMPO (segundos)	RESPUESTA
<1	Líquido no se comprime. Hueso alveolar se flexiona y se genera una señal piezoeléctrica.
1-2	Se exprime el líquido del LPD. El diente se mueve dentro del espacio del LPD
3-5	Sale el líquido del LPD Los tejidos se comprimen Dolor inmediato si la presión es intensa

14

## RESPUESTA DEL LPD A LA FUNCIÓN NORMAL

- Es decir que, no se necesitan grandes magnitudes de fuerzas para producir cambios sino fuerzas prolongadas.
- Fuerzas prolongadas y leves del entorno natural (labios, lengua y mejillas) pueden producir desplazamiento dentario también.

## RESPUESTA DEL LPD Y EL HUESO A LAS FUERZAS MANTENIDAS

- REABSORCIÓN en el lado de PRESIÓN
- APOSICIÓN en el lado de TENSIÓN



15

16

## RESPUESTA DEL LPD Y EL HUESO A LAS FUERZAS MANTENIDAS

- La respuesta a una fuerza mantenida dependerá de la magnitud de la misma.
- Fuerzas intensas
  - Rápida aparición del dolor.
  - Necrosis de células del LPD
  - **Reabsorción basal** del hueso alveolar cercano al diente.
- Fuerzas leves
  - Compatibles con supervivencia celular del LPD
  - Remodelación por **reabsorción frontal**
  - Relativamente indolora

17

## REABSORCIÓN DIRECTA O FRONTAL

- Se comprime el LPD con fuerzas ligeras.
- No bloquea totalmente la irrigación.
- Inicia la actividad osteoclástica desde el LPD

18

## REABSORCIÓN INDIRECTA

- Fuerza aplicada es demasiado intensa y prolongada
- Produce oclusión vascular quedando paralizada la actividad vital del LPO e impidiendo la reabsorción directa.
- Se denomina hialinización
- Aparecen osteoclastos vitales de zonas lejanas
- Se produce una reabsorción en túnel
- La reabsorción se hace desde la zona interna de la lámina ósea, no desde LPO
- Puede reabsorberse la raíz del diente

19

## RESPUESTA DEL LPD Y EL HUESO A LAS FUERZAS MANTENIDAS

- ¿Qué buscamos con nuestros tratamientos?
  - Mayor movimiento dental posible por reabsorción frontal aceptando algunas zonas de necrosis del LPD por reabsorción basal.

20

## MECANISMOS DE CONTROL BIOLÓGICO DEL MOVIMIENTO DENTAL

Teoría bioeléctrica (electricidad biológica).

Teoría de la presión-tensión.

21

## TEORÍA BIOELÉCTRICA

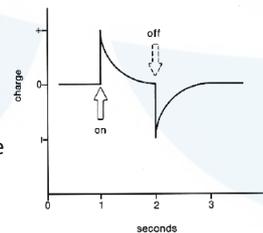
- Cambios en el metabolismo óseo controlados por **señales eléctricas**.
- Señales eléctricas se generan cuando el hueso alveolar se flexiona y deforma.

22

¿Cómo saben las distintas células que deben reaccionar y de que forma concreta?

### TEORÍAS CLÁSICAS

- Señales **eléctricas**: **Piezoelectricidad**
  - Deformación de la estructura cristalina produce un flujo de corriente eléctrica al desplazarse los electrones. Características de las señales piezoeléctricas:
    - Decadencia muy rápida (aunque se mantenga la fuerza)
    - Señal equivalente de dirección opuesta cuando la fuerza deja de actuar.



23

¿Cómo saben las distintas células que deben reaccionar y de que forma concreta?

### TEORÍAS CLÁSICAS

- Señales **eléctricas**: **Piezoelectricidad**
  - Importancia en la función esquelética normal pero no en la movilización ortodóncica de los dientes. (fuerzas vibratorias no son eficaces)
  - Campos eléctricos pueden producir fenómenos piezoeléctricos.

24

¿Cómo saben las distintas células que deben reaccionar y de que forma concreta?

TEORÍAS CLÁSICAS

- Señales **eléctricas**: **Potencial Bioeléctrico**
  - Cargas electronegativas producidas por células metabólicamente activas del hueso o tj conjuntivo que suelen ser proporcionales a su actividad.
  - Las zonas inactivas suelen ser casi eléctricamente neutras.
  - Se puede modificar la actividad celular añadiendo señales eléctricas o campos electromagnéticos exógenos → cambios en los receptores de membrana y en la permeabilidad de la membrana.

25

## POTENCIAL BIOELÉCTRICO

- Aunque las señales generadas por tensiones no explican el movimiento dentario, las influencias eléctricas y electromagnéticas pueden modificar la remodelación ósea de la que depende la movilización dental.

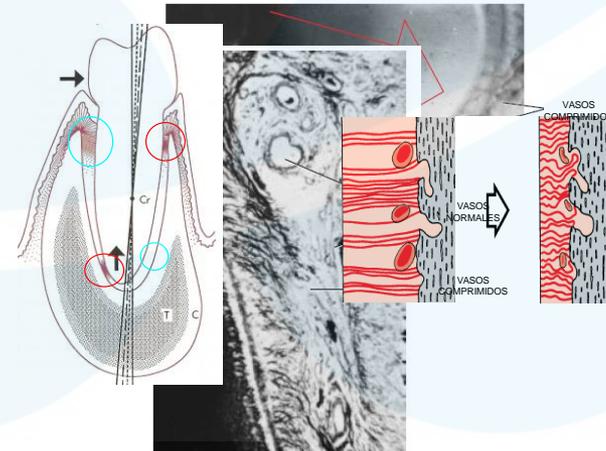
26

¿Cómo saben las distintas células que deben reaccionar y de que forma concreta?

TEORÍAS CLÁSICAS

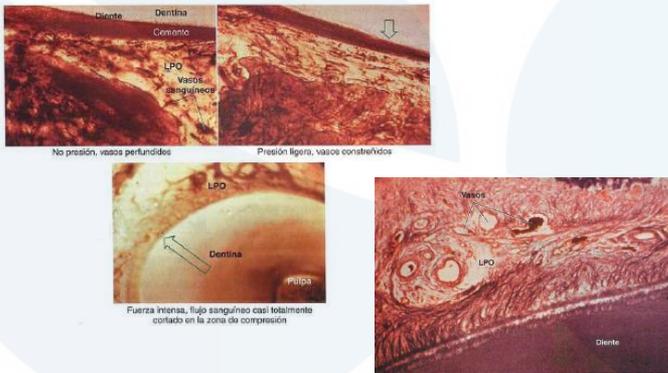
- Señales **químicas**: **Presión-Tensión**
  - Alteraciones del flujo sanguíneo en el LPD por movilización del diente dentro del espacio periodontal:
    - Zonas de compresión → disminución del flujo sanguíneo
    - Zonas de tensión → aumenta o se mantiene el flujo.
  - 3 fases bien diferenciadas:
    1. Alteraciones del flujo sanguíneo asociadas con la presión en el seno del LPD
    2. Formación y/o liberación de mensajeros químicos
    3. Activación celular

27



28

## CAMBIOS QUÍMICOS



29

## OTROS CAMBIOS PRODUCIDOS POR LA PRESIÓN

- Movimientos del fluido periodontal
- Afectación de las terminaciones nerviosas.
- Cambios en el sistema endocrino.
- Afectación del sistema inmune (liberación de mediadores de la inflamación como PG)

30



31

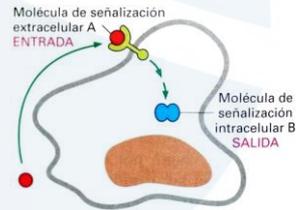
## Efectos de las fuerzas sobre el diente



32

## MECANOTRANSDUCCIÓN

- **Transducción de la señal:** conversión de un tipo de señal de información en otro.
- **Mecanotransducción:** conversión de la influencia mecánica en reacción celular.



Alberts B et al. Introducción a la biología celular, Madrid, 2007, Panamericana.

35

## FASES EN LA MECANOTRANSDUCCIÓN



36

## TRANSMISIÓN DE LA SEÑAL BIOQUÍMICA

- **Pasos en la comunicación por señales:**
  1. Síntesis de la molécula señal
  2. Liberación de la molécula señal por la célula señalizadora
  3. Transporte a la célula efectora
  4. Detección de la señal por un receptor específico
  5. Cambios en el metabolismo celular o función de la célula diana
  6. Eliminación de la señal

38

## ACTIVACIÓN DE LOS FIBROBLASTOS

- El mecanismo por el cual los fibroblastos pueden detectar a las fuerzas y responder a ellas no se conoce completamente todavía.
- Se sabe que su activación produce una liberación de **NO (óxido nítrico)**.

39

## ACTIVACIÓN DE CÉLULAS ÓSEAS

- Los **OSTEOCITOS** son las células óseas responsables de la sensibilidad a los estímulos mecánicos.
- Los **OSTEOBLASTOS** también son capaces de detectar alteraciones mecánicas en la superficie ósea
- Solo el 5% de la superficie está constituida por osteoblastos
- Es por ello que la mayoría de los osteoblastos actúan como células efectoras.

Klein-Nulend J et al. Sensitivity of osteocytes to biomechanical stress in vitro. FASEB J. 1995;9(5): 441-5

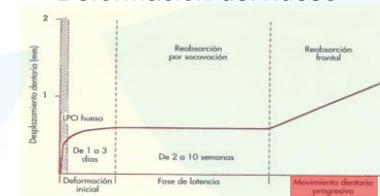
40

## FASES DEL MOVIMIENTO DENTARIO

### MODELO DE BURSTONE (1962)

3. Fase de latencia → poco grado de movimiento: hialinización del LPO en áreas de compresión dentro del alveolo.

- ❖ Desplazamiento del LPO
- ❖ Deformación del hueso



Burstone CJ. 1962

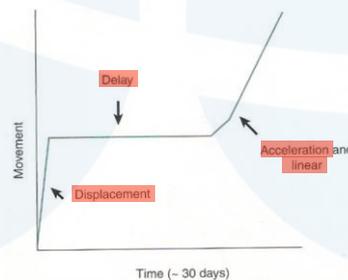
41

## FASES DEL MOVIMIENTO DENTARIO

### NUEVOS MODELOS

(Anne M. Kuijpers-Jagtman, 1996)

- 1.- Fase inicial
- 2.- Fase de hialinización
- 3.- Fase de aceleración
- 4.- Fase lineal



42

## FACTORES MODIFICANTES DE LA REACCIÓN TISULAR

- HUESO ALVEOLAR
  - A menor densidad ósea y mayor vascularización mayor reabsorción ósea
- TEJIDO FIBROSO DEL LPD
  - Colágeno adulto menor capacidad de adaptación, mayor riesgo de recidivas
- ANATOMÍA DENTAL
  - Dependerá de forma, tamaño y número de raíces.

43

## LESIONES TISULARES SECUNDARIAS

- REABSORCIÓN RADICULAR
- REABSORCIÓN ÓSEA
- RECESIÓN GINGIVAL
- NECROSIS

44

## REABSORCIÓN RADICULAR

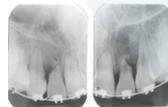
- Remoción de cemento y dentina
- Pierde soporte dentario
- Etiología no del todo clara
- 92% de todos los dientes tratados con ortodoncia
- Individuos con mayor vulnerabilidad



45

## REABSORCIÓN RADICULAR

- Factores relacionados con reabsorción radicular:
  - ✓ traumas
  - ✓ Infecciones pulpar con reacción apical
  - ✓ alteraciones metabólicas: hipotiroidismo o hipoparatioidismo (equilibrio endocrino Ca/P)
- Dientes más susceptibles: incisivos, sobre todo laterales superiores
- Dientes menos susceptibles: 2M



46

## REABSORCIÓN RADICULAR

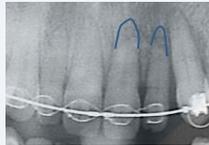
- Factores de riesgo que producen reabsorción radicular:
  - ✓ Intensidad de la fuerza:
    - más importante, ↑ fuerzas
    - hialinización y luego reabsorción radicular
  - ✓ Duración o ritmo de la fuerza:
    - fuerza continua dificulta la reabsorción ósea y aumenta la reabsorción radicular
  - ✓ Tipo de movimiento dentario:
    - movimientos de inclinación e intrusión

47

## REABSORCIÓN RADICULAR

### Conclusiones de la reabsorción radicular:

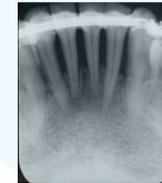
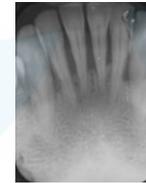
- Consecuencia de factores biológicos y mecánicos
- A veces incontrolables
- Valorar alteraciones metabólicas en el paciente
- Hacer radiografías periódicas



48

## REABSORCIÓN ÓSEA

- Pérdida en altura.
- Sobre todo en adultos.
- Asociada a movimientos de inclinación en los que se aproximan a la cortical Ej. Incisivos inferiores
- Enfermedad periodontal activa.



49



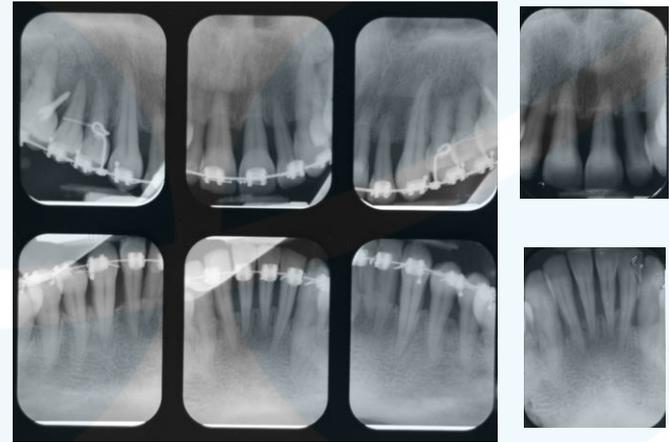
50



51



52



53

## RECESIÓN GINGIVAL

- Pacientes susceptibles.
- Movimientos de riesgo en periodontos finos.
- Enfermedad periodontal activa.



54

## NECROSIS PULPAR

- Excepcionalmente
- Pulpitis en adultos al mover el ápice, por trauma en el paquete vascular
- Riesgo en movimientos de extrusión
- Necrosis por estrangulación del paquete vascular

55

## CONCLUSIONES



TRATAMIENTO  
ORTODÓNICO

Agresión controlada al periodonto

INFLAMACIÓN  
ASÉPTICA

Remodelación de los tejidos

56

## CONCLUSIONES

El conocimiento de estos mecanismos nos lleva a 2 tipos de consecuencias clínicas:

1. **Integridad metabólica:** atención a pacientes con desordenes o enfermedades metabólicas.
2. **Fármacos:**
  1. Frenar o acelerar las cadenas de estos movimientos.
  2. Búsqueda de fármacos para acelerar el tratamiento y para evitar la prolongación del mismo.

57