



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**RESPUESTAS PULPARES AL TRATAMIENTO
ORTODONCICO. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

DANIELA PAOLA ROJAS PICHON

TUTOR: C.D. ZARZA SALINAS MARIA ISABEL

ASESOR: Esp. QUIROZ MALPICA MARIA FERNANDA

MÉXICO, Cd. Mx.

2023

[Handwritten signatures and dates]
5/19/23
28/11/23



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.

DEDICATORIAS

A mis padres, por su sacrificio y esfuerzo al darme estudios y una carrera que me apasiona.

Con todo mi amor y cariño a mi madre, por todo su apoyo incondicional, por ser mi motivación y la mano de la cual sostenerme cuando estoy a punto de caer.

A mi padre, por la motivación y esfuerzo que ha hecho cada día para poder llegar hasta donde estoy, para ser una profesionista con valores y educación.

A mi hermano, que me da fuerzas para ser un ejemplo que pueda seguir.

A mis primas, Vanessa y Ana que estuvieron en cada momento difícil que llegue a pasar durante la carrera, por sus consejos y su apoyo.

A Uriel, por su amor incondicional, cariño y respeto, quien me recuerda lo brillante que soy cuando más lo necesito.

A mis amigos, Ximena Vilchis y Diego Olivares que creen en mí y me ayudan a superarme cada día.

Por último, quiero agradecer a mi universidad, a mi facultad y a mis profesores por todas las herramientas que me han dado.

No ha sido sencillo el camino, pero todos ustedes me han ayudado a no rendirme y seguir mis sueños, gracias a su amor y apoyo. Siempre estaré profundamente agradecida con ustedes, mi familia.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. OBJETIVOS	4
3. MARCO TEÓRICO	5
3.1 ESTRUCTURAS DENTALES	5
3.2 PULPA	7
3.2.1 Células de la pulpa	7
3.2.2 Zonas de la pulpa	10
3.3 FUNCIONES DE LA PULPA	13
3.4 VASCULARIZACIÓN DE LA PULPA	14
3.4.1 Inervación	14
3.5 RESPUESTA PULPAR	15
3.5.1 Inflamación aguda	16
3.5.2 Inflamación crónica	16
3.6 CLASIFICACIÓN DE LAS ENFERMEDADES PULPARES	16
3.6.1 Pulpitis reversible	16
3.6.2 Pulpitis irreversible	17
3.6.3 Necrosis pulpar	17
3.7 ESTRUCTURAS DE SOPORTE DEL DIENTE	18
3.7.1 Cemento radicular	18
3.7.2 Ligamento periodontal	19
3.7.3 Hueso alveolar	19
3.8 GENERALIDADES DE LA ORTODONCIA	20
3.8.1 Movimientos ortodónticos	20
3.9 FUERZAS ORTODONCICAS	22
3.9.1 Hialinización	24
3.10 REACCIÓN DE LA PULPA DENTAL ANTE MOVIMIENTOS ORTODONCICOS	24
4. CONCLUSIONES.....	26
5. REFERENCIAS	27

1. INTRODUCCIÓN

El tejido pulpar es un tejido conectivo de origen mesenquimatoso con una alta vascularización. Las causas de la enfermedad pueden ser (además de la caries) la exposición a productos químicos irritantes, como agentes blanqueadores o ácidos fuertes utilizados en tratamientos odontológicos, además, la enfermedad pulpar también se puede ocasionar por lesiones mecánicas, como traumatismos o fracturas dentales. (1)

Estas lesiones pueden comprometer la integridad del tejido pulpar y provocar inflamación o necrosis.

La enfermedad pulpar tiene su clasificación dependiendo de la gravedad de la lesión. Se presenta una inflamación de corta duración conocida como pulpitis reversible hasta una pulpitis irreversible y posteriormente una necrosis pulpar.(2)

Las fuerzas que se emplean mediante aparatología ortodóncica pueden generar algunas alteraciones en la pulpa dental, como pueden ser respuesta inflamatoria y degeneraciones. (2) Esto se debe a que la vascularización del tejido puede verse comprometida por la presión ejercida, lo que puede llevar a una disminución en el suministro de oxígeno y nutrientes, aunque, mayormente el tejido tiende a recuperarse manteniendo su estructura y su función. (1)

El impacto de estas fuerzas principalmente se enfoca en el sistema neurovascular, el cual se sustituye por oligodendrocitos, microglías, pericitos, neuronas, mastocitos, matriz extracelular, células endoteliales y células del sistema inmune, este sistema dispersa neurotransmisores (neuropéptidos) estos llegan a influir en el metabolismo celular y sanguíneo y así provocar dolor.(1)

La aplicación de fuerzas ortodóncicas se considerada universalmente como un tipo de trauma, ya que genera cambios en la pulpa, en la estructura

radicular y los tejidos periodontales del diente, dichos cambios pueden ser reversibles, aunque en algunos otros todo lo contrario.

Cuando se aplican fuerzas que superan lo que puede tolerar el ligamento periodontal, se afecta el suministro sanguíneo y nervioso de la pulpa, haciendo que durante el tratamiento se pueda ver comprometida la vitalidad pulpar, esto depende del grado y la duración de las fuerzas que son aplicadas sobre dientes que son involucrados.(1) También, cuando hay una alteración en la oclusión puede causar daños en el tejido de soporte, como lo es el ligamento periodontal y también causar lesiones en el tejido pulpar generando así un proceso inflamatorio, causando daños en ambos tejidos.(2)

La respuesta de la pulpa dental puede influir en la iniciación y perpetuación de la reabsorción radicular durante el movimiento dental. Una respuesta negativa puede resultar en inflamación y daño de las células de la pulpa, lo cual puede contribuir a la reabsorción radicular, mientras se lleva a cabo el movimiento dental durante el tratamiento. (3)

Las alteraciones previas de la pulpa dental, ya sea por trauma o caries dental, pueden aumentar la incidencia y la severidad de los cambios en la pulpa.(4)

2. OBJETIVOS

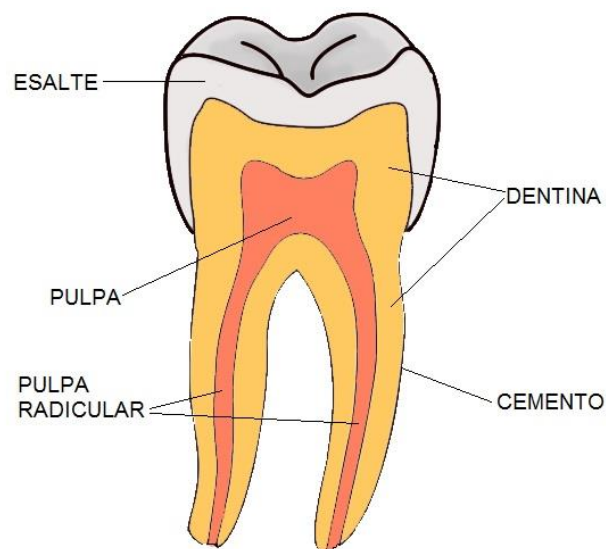
- Recopilar información bibliográfica de la respuesta que tiene la pulpa al enfrentarse a un tratamiento ortodóntico.
- Identificar como es que las fuerzas aplicadas sobre el órgano dentario actúan sobre los tejidos de soporte y así llegar a causar un daño pulpar.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 ESTRUCTURAS DENTALES

Recordaremos de manera sintética que los dientes están conformados por cuatro tejidos, de los cuales 3 son tejidos duros siendo estos el esmalte, el cemento y la dentina, uno es tejido blando siendo este la pulpa. (2) Imagen 1.

IMAGEN 1. ESTRUCTURA DENTARIA. (5)



Dentina.

Es una estructura sólida, que rodea a la pulpa y la protege, está compuesta principalmente por células llamadas odontoblastos, que son responsables de la formación de dentina, el principal componente estructural del diente.(6)

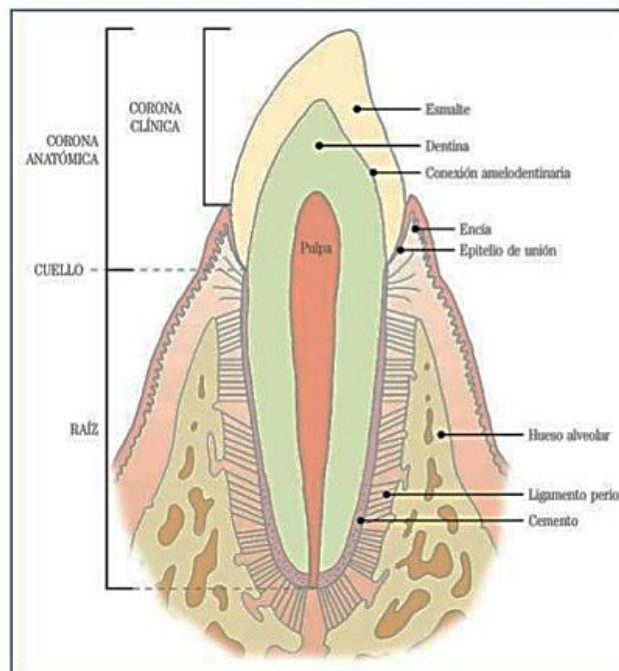
Se compone de dos partes, la parte inorgánica del diente que ocupa el 70% está compuesta principalmente por hidroxiapatita, la cual le da al diente gran dureza y resistencia. La parte orgánica del diente ocupada por el 20% está compuesta por colágeno, que brinda soporte y elasticidad al diente, mientras que el agua en su 10% ayuda a mantener su hidratación y flexibilidad. (7)

Cemento.

El cemento dental es un tejido mineralizado que recubre la raíz de los dientes y se asemeja a la composición del hueso. Este cemento está recubierto por una capa de cementoblastos.(8)

Al ser menos mineralizado que el esmalte y la dentina, le confiere una mayor flexibilidad y resistencia a la tracción y además de su función ancladora, el cemento también desempeña un papel en la reparación de lesiones en el diente y el periodonto. Cuando se produce una lesión en el ligamento periodontal, los cementoblastos pueden secretar nuevo cemento para reparar el área dañada. (imagen 2). (9)

IMAGEN 2. Se observa el elemento dentario, cemento, hueso alveolar y ligamento periodontal.(9)



3.2 PULPA

La pulpa dental es de origen ectodérmico de tejido conjuntivo laxo, su ubicación anatómica es dentro de un espacio llamado cavidad pulpar delimitada por dentina, a excepción de los forámenes apicales.(10)

Esta cavidad pulpar se divide en dos porciones; la porción coronaria o cámara pulpar y la porción radicular. (10,11)

La pulpa está formada por vasos sanguíneos, nervios y terminaciones nerviosas ocupando la zona central y la porción radicular del órgano dentario.(12) Está constituida en un 75% agua y su materia orgánica que contiene células y matriz extracelular, es representada por fibras y sustancia fundamental ocupando su 25%.(2)

Su porción celular está compuesta de fibroblastos, odontoblastos y células mesenquimales diferenciadas. También contiene células que forman parte del sistema inmunológico como neutrófilos, linfocitos, células dendríticas, macrófagos, y mastocitos. La porción orgánica la integra fibras de colágeno tipo I, reticular y elásticas, sustancia fundamental.(11)

3.2.1 Células de la pulpa

Odontoblastos.

Los odontoblastos se originan a partir de las células mesenquimales en la papila dental durante el desarrollo del diente. Una vez que se forman, se ubican en la periferia de la cámara pulpar y están en contacto directo con la dentina, son células cruciales en la formación y mantenimiento de la estructura del diente.(12) La inducción de éstos solo se produce una vez

durante el desarrollo del diente y sobreviven durante toda la vida de los dientes sanos.(13)

Fibroblastos.

El fibroblasto es la célula que predomina en los tejidos conectivos del cuerpo, se encarga de la producción y secreción de diversas proteínas y factores de crecimiento que contribuyen a la reparación y regeneración de los tejidos. Además, esta célula participa en la defensa del organismo, ya que produce moléculas implicadas en la respuesta inmune, como citoquinas, quimiocinas y factores de crecimiento.(14),(15)

Macrófagos.

Estas células inmunitarias tienen la capacidad de fagocitar y destruir microorganismos invasores y células dañadas, eliminando así las amenazas para el organismo.(16) Algunas de sus funciones son la presentación de antígenos e inducción de la inflamación y realizan el mantenimiento de la homeostasis celular, también desempeñan un papel esencial en la respuesta inmunológica y en la defensa del organismo contra infecciones y enfermedades.(16,17)

Células dendríticas.

Las células dendríticas tienen gran plasticidad ontogénica y funcional, estas tienen la capacidad de observar diferencias por su origen ontogénico, fenotipo, localización y función.(18) Son un componente esencial del sistema inmunológico que desencadenan y regulan respuestas inmunes específicas a través de la captura, procesamiento y presentación de antígenos a los linfocitos.(16)

Linfocitos.

Los linfocitos desempeñan un papel esencial en la protección del organismo contra infecciones y enfermedades, ya sea a través de la producción de anticuerpos o de la respuesta celular.(19)

Los linfocitos T, B y NK son indistinguibles morfológicamente, pero tienen funciones diferentes y marcadores específicos que los diferencian.(16)

El linfocito participa principalmente en la inmunidad específica o adquirida, a excepción de los linfocitos T gamma-delta y los asesinos naturales (Natural Killer). (19)(16)

Células mesenquimales.

Son un tipo de células multipotentes que se encuentran en diferentes tejidos del cuerpo, como la médula ósea, el tejido adiposo, el cartílago y otros tejidos conectivos. (20) Además de su capacidad de diferenciación, tienen propiedades antiinflamatorias e inmunomoduladoras.(20)

Mastocitos.

El mastocito es una célula importante en la respuesta inflamatoria y alérgica del cuerpo, y su activación puede desempeñar un papel en diversas enfermedades. Pueden liberar sustancias químicas que matan o inhiben el crecimiento de parásitos, ayudando así al sistema inmunológico a combatir las infecciones.(21)

3.2.2 Zonas de la pulpa

Se distribuyen cuatro zonas, diferenciadas histológicamente en una zona odontoblástica, siendo esta la capa más superficial, después una zona acelular, continuando con una zona rica en células y en su capa más profunda la zona del núcleo pulpar. (22) Observar imagen 3.

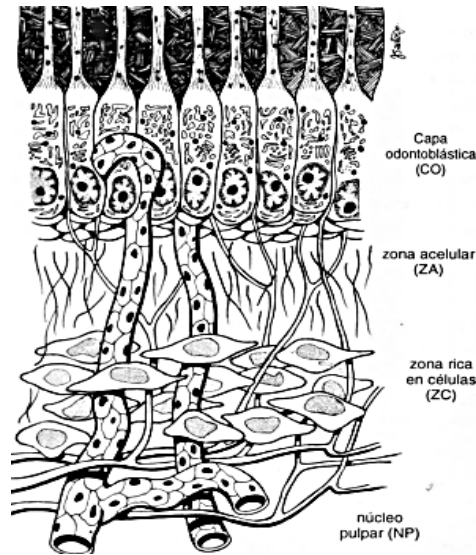


IMAGEN 3. Zonas de la pulpa

La zona odontoblástica es la capa más superficial de la pulpa, es una región fundamental en la pulpa dental, donde se encuentran los odontoblastos productores de dentina, así como las fibras nerviosas y capilares que proveen sensibilidad y suministran nutrientes a la pulpa dental. Gracias a esta comunicación interconectada se regula la transferencia de señales químicas y eléctricas que a su vez permiten una serie de respuestas y reacciones coordinadas. (11,23)

La zona acelular es la capa que se encuentra debajo de la zona odontoblástica que es capilarmente extensa siendo un estrato denso, aquí es donde se encuentran atravesadas las fibras nerviosas y capilares sanguíneos. (11)

El sistema circulatorio es esencial para proveer nutrientes y oxígeno, así como también eliminar los productos de desecho y las sustancias tóxicas. Cuando se produce un cambio de presión en el tejido pulpar, los nervios presentes en el interior de la pulpa dental se activan y envían señales al sistema nervioso central. Esto provoca una respuesta neuroactiva en forma de dolor o sensibilidad dental.(9,11)

En la zona rica en células hay una alta densidad celular, aquí se encuentran macrófagos, fibroblastos, células ectomesenquimáticas indiferenciadas y linfocitos.(11)

Los fibroblastos y las células ectomesenquimáticas pueden dividirse y diferenciarse en células especializadas llamadas células odontoblásticas y odontoblastos. Estas células tienen la capacidad de producir una matriz de colágeno que se utiliza como sustituto de los tejidos dentales dañados. Esto permite la formación de dentina terciaria reparadora.(11,23)

La formación de una nueva capa odontoblástica es el resultado de la actividad mitótica.(11)

En el núcleo pulpar encontramos la sustancia fundamental central del tejido pulpar en donde en su periferia encontramos fibras colágenas, también se encuentran los vasos sanguíneos y los nervios que tienen su origen de los troncos principales se introducen a través del foramen apical.(23)

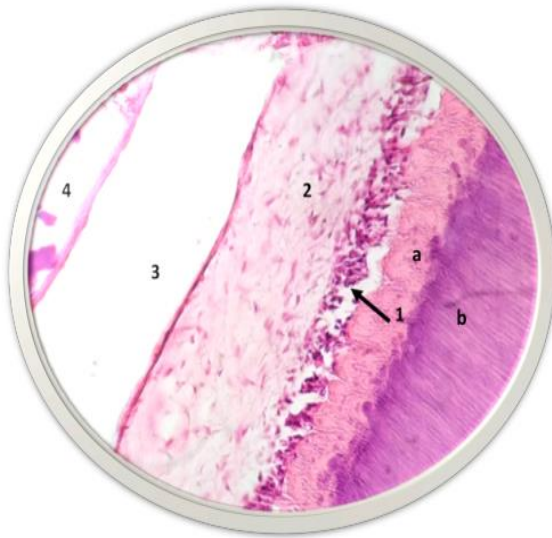


IMAGEN 4.

Zonas de la pulpa.

- 1) Zona subodontoblástica
- 2) Zona rica en células
- 3) Vaso sanguíneo perteneciente a la zona pobre en células.
- 4) Zona central. a) Predentina, b) dentina.(11)

Sustancia fundamental.

La sustancia fundamental es una matriz gelatinosa compuesta principalmente por proteoglicanos y glucosaminoglicanos que proporciona soporte estructural y funciones de lubricación y regulación en el tejido conjuntivo.(9,24)

La degradación de la sustancia fundamental puede ocasionar lesiones inflamatorias con alta concentración de enzimas lisosómicas, lo cual contribuye a la destrucción y daño de los tejidos.(9,25)

El estado de polimerización de los componentes de la sustancia fundamental puede afectar las vías de la inflamación y la infección al influir en la señalización de las células del sistema inmunológico, la permeabilidad de los vasos sanguíneos y la interacción entre los patógenos y el tejido huésped.(12)

3.3 FUNCIONES DE LA PULPA

La pulpa dental realiza varias funciones, como responder a señales externas, proporcionar nutrición, y mejorar la sensibilidad neuronal mediante la reparación de la pulpa por la mineralización. Véase en la tabla 1. (2)

NUTRITIVA	Nutre a la dentina mediante los vasos sanguíneos, proporciona el suministro vascular y es el medio por el que se transfiere la sustancia fundamental para sus funciones metabólicas. Da mantenimiento de la matriz orgánica y las células. (12,14,23)
DEFENSIVA	Responsable de inducir respuestas de defensa localizadas, ante la presencia de estímulos inflamatorios y antigénicos, como bacterias, virus o toxinas y responde de diversas formas para neutralizar y eliminar sustancias perjudiciales. (12,14,23)
SENSORIAL	Transmite la respuesta de nocicepción y propioceptiva. Permite alertar debido a las conexiones nerviosas que presenta. (12,14,23)
FORMATIVA	Formación de dentina primaria, secundaria y terciaria por los odontoblastos en la capa externa del órgano pulpar. Respuesta protectora o la dentina reparadora. (12,14,23)

La pulpa posee células especializadas las cuales se encuentran en la periferia haciendo contacto con la matriz de la dentina llamadas odontoblastos.(2)

3.4 VASCULARIZACIÓN DE LA PULPA

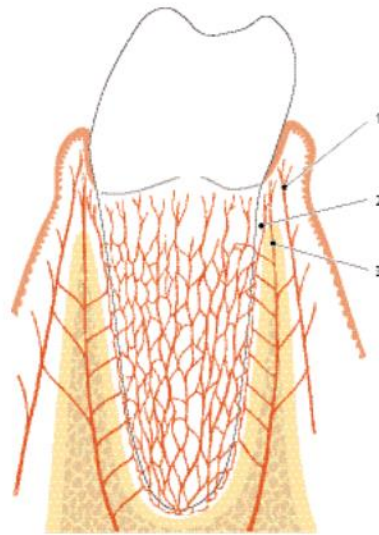
El sistema circulatorio de la pulpa dental está compuesto por arteriolas y venas que entran y salen a través del foramen apical y los forámenes accesorios. Estos vasos sanguíneos son responsables de proveer de oxígeno y nutrientes a la pulpa, así como de eliminar los desechos metabólicos. (24) Imagen 5.

La presión tisular del compartimento extracelular de la pulpa es importante para mantener la integridad y el funcionamiento adecuado de las células pulpares. El fluido tisular pulpar se extiende dentro de los túbulos dentinarios, asegurando la hidratación y nutrición de la pulpa dental. (23)

3.4.1 Inervación.

Los nervios y vasos sanguíneos ingresan al espacio pulpar a través del foramen apical, proporcionando la inervación y la vascularización necesaria para el diente, posteriormente continúan una ruta junto a los vasos aferentes ramificándose, estos vasos pulpares se distribuyen en forma de una red capilar llamada plexo de Raschkow en la zona central de la pulpa (zona acelular) proporcionando un suministro de oxígeno y nutrientes, pasan entre los odontoblastos como fibras nerviosas libres, ingresan en los túbulos junto con las prolongaciones odontoblásticas y se enrollan en forma de hélice alrededor de ellos. (12) Los nervios que penetran en la pulpa dental están formados por axones mielínicos y amielínicos rodeados por una vaina de tejido conectivo. Esto permite la transmisión de los impulsos nerviosos y proporciona soporte estructural a los axones en la pulpa dental. (12,23)

IMAGEN 5. Irrigación sanguínea.(6)



3.5 RESPUESTA PULPAR

El tejido pulpar se ubica dentro de un área rígida y para que pueda sobrevivir necesita que los vasos sanguíneos entren en el diente a través del foramen apical. Cualquier cambio en el flujo sanguíneo pulpar o en la presión del tejido vascular puede tener consecuencias graves para la salud de la pulpa dental e implicar respuestas inflamatorias agudas o crónicas.(3) El tejido pulpar comienza un mecanismo de defensa ante cualquier irritación o lesión en el diente, manifestándose inicialmente como pulpitis reversible. Si la irritación persiste o empeora, puede desarrollarse una pulpitis irreversible, que requiere atención dental para evitar complicaciones mayores como la necrosis. Sin la intervención de un tratamiento adecuado, esta infección puede extenderse hacia los tejidos circundantes, como el hueso alveolar y los tejidos periodontales. (26)

3.5.1 Inflamación aguda

Es una alteración vascular que incrementa la irrigación sanguínea ocasionando su lentificación, provoca variaciones estructurales en los microvasos haciéndolos permeables para la expulsión de proteínas plasmáticas y leucocitos causando una migración de los leucocitos de la microcirculación, habiendo un acumulo de estos en la zona de la lesión y activación para suprimir el agente lesivo. (25)

3.5.2 Inflamación crónica

Inflamación con células mononucleares incluyendo macrófagos, linfocitos y células plasmáticas. Es la eliminación tisular inducida por el agente lesivo o por las células inflamatorias. Cuando intenta repararse se provoca una proliferación de vasos pequeños y una fibrosis del tejido.(25)

3.6 CLASIFICACIÓN DE LAS ENFERMEDADES PULPARES

Las enfermedades pulpares pueden presentarse con vitalidad o sin vitalidad, en donde las vitales se denominan pulpitis y las no vitales comprenden la necrosis. (10)

3.6.1 Pulpitis reversible

Indica que la inflamacion pulpar puede resolverse y regresar a la normalidad.(25)

Cuando la pulpa está irritada causando una estimulación incómoda para el paciente, pero vuelve a la normalidad después de esta afección, se dice que existe una pulpitis reversible.(27)

Sin embargo, al mismo tiempo, se liberan mediadores pro-reparación que promueven la proliferación celular, la migración y la diferenciación de células especializadas en la reparación del tejido dañado.(12)

3.6.2 Pulpitis irreversible

Cuando la lesión pulpar evoluciona, puede cambiar el estado inflamatorio de la pulpa hacia una pulpitis irreversible, la cual puede ser sintomática o asintomática. Indica que el tejido pulpar vital inflamado es incapaz de sanar.(27) (22)

Muestran un dolor intermitente o espontáneo cuando esta es sintomática y puede ser necesario un tratamiento para eliminar el tejido enfermo. (27)

Muestra una inflamación en el tejido pulpar y este ya no tiene la capacidad de repararse, siendo que los estímulos externos que lo provocan desaparezcan, la salud de la pulpa ya no se recupera.(12)

3.6.3 Necrosis pulpar

La necrosis es causada por eventos tóxicos o traumáticos por inflamación celular pasiva. El diente suele estar asintomático cuando la pulpa está totalmente necrosada, hasta que aparecen síntomas en los tejidos perirradiculares. (28)(27)

Es una condición en la que el tejido pulpar de un diente muere debido a la falta de suministro de sangre y nutrientes, la cual se desarrollara más lentamente cuando el drenaje espontáneo es efectivo, ya que la exposición de los microorganismos y toxinas al tejido pulpar se reduce, lo que disminuye su virulencia y su capacidad de causar daño en el diente. (12)

Cuando se produce esta necrosis no existe una vascularización y los nervios pulpaes no son funcionales y la alteración de color a un tono grisáceo en la corona indica la perdida de vitalidad de la pulpa. (25)

3.7 ESTRUCTURAS DE SOPORTE DEL DIENTE

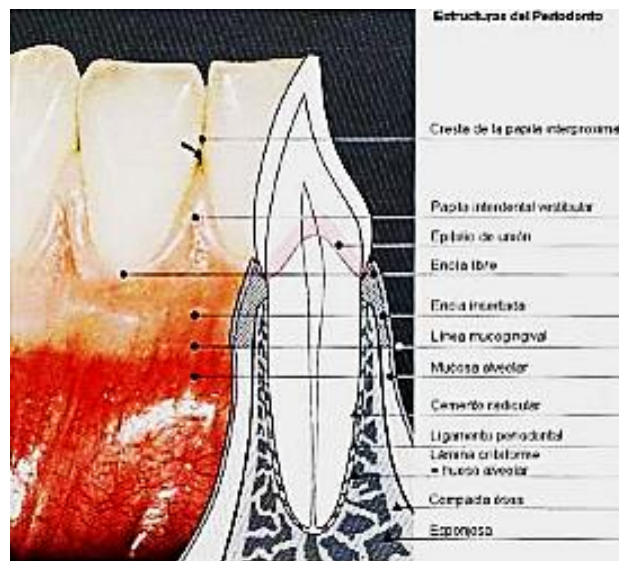


IMAGEN 6. ESTRUCTURAS DEL PERIODONTO(5)

3.7.1 Cemento radicular

El cemento radicular recubre las superficies radiculares de los dientes, aunque algunas veces ocupa espacio en pequeñas porciones de la corona.(6)

Es un tejido especializado mineralizado, contiene fibras colágenas que se incluyen en matriz orgánica, carece de inervación, ejerce remodelación o resorción fisiológica y se caracteriza porque se deposita durante toda la vida siendo la hidroxiapatita su contenido mineral principal.(29)

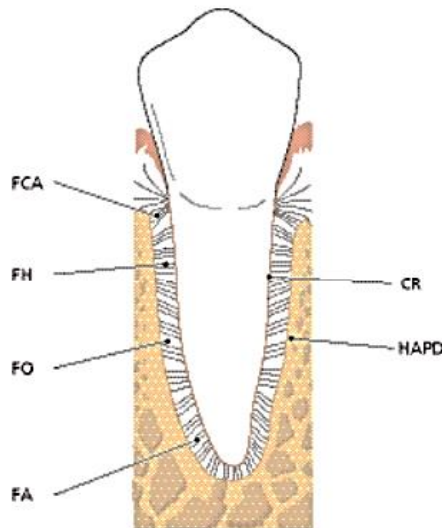
En este tejido se insertan las fibras del ligamento periodontal y cuando se daña la superficie radicular apoyan en el proceso de reparación.(6)

3.7.2 Ligamento periodontal

El ligamento periodontal es esencial para mantener la función y estabilidad de los dientes dentro del hueso alveolar, su ubicación anatómica es entre la pared del alveolo y el cemento dentario, se constituye de fibras colágenas insertadas, junto con elementos celulares, vasos sanguíneos, terminaciones nerviosas y líquido intersticial, formando un sistema amortiguador de fuerzas fisiológicas. (6)

Su principal función es fijar a través de sus fibras el diente al hueso alveolar mediante fibras que reciben su nombre mediante su ubicación. (30)(5,6)

IMAGEN 7. Ligamento periodontal y sus fibras



3.7.3 Hueso alveolar

El hueso alveolar es el tejido óseo que rodea y sostiene el diente, compuesto por el proceso y la cresta alveolar. La dirección apical a 1 mm de la unión cementodentinaria es una ubicación específica en el hueso alveolar donde se encuentran las fibras de Sharpey, brindando estabilidad

y soporte al diente.(29)
Constituye la inserción del diente junto con el cemento radicular y el ligamento periodontal, en donde una de sus funciones principales es la absorción y distribución de las fuerzas que se generan por la masticación y otros contactos dentarios. (30)(6)

3.8 GENERALIDADES DE LA ORTODONCIA

“La ortodoncia es el estudio del crecimiento y desarrollo del aparato masticatorio y la prevención y tratamiento de las anomalías de ese desarrollo”. (31)

El tratamiento ortodóntico tiene como objetivo dar un sentido funcional y estético en donde se logra una función oclusal y estéticamente armoniosa. (31)

A medida que los dientes se van moviendo, se producen cambios en los tejidos que los rodean. La pulpa dental, que se encuentra en el interior del diente, puede experimentar cierta presión y remodelación durante el tratamiento ortodóntico. El ligamento periodontal, que conecta el diente con el hueso alveolar, también se ve afectado y remodelado a medida que se aplican las fuerzas. El hueso alveolar, que rodea y sostiene los dientes, puede remodelarse para adaptarse a los nuevos movimientos dentales.(32)(33)

3.8.1 Movimientos ortodónticos

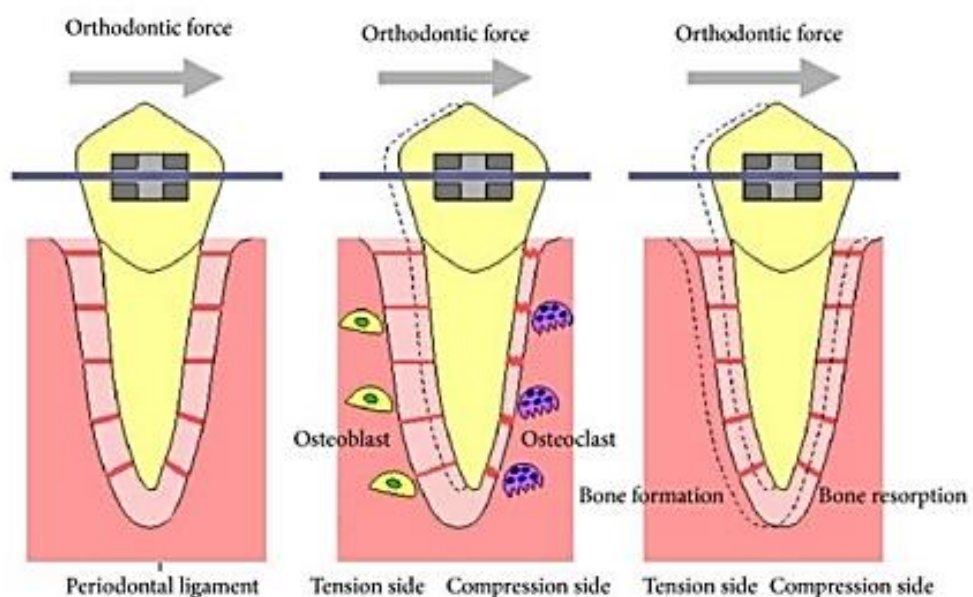
Los movimientos ortodónticos requieren fuerzas, estas fuerzas producen varias alteraciones en la pulpa dental aun cuando la aplicación de estas fuerzas sea bien controlada. (33) Al haber un movimiento los tejidos dentarios se producen grandes cambios microscópicos y macroscópicos

cuando se exponen a distintos grados de magnitud, frecuencia y duración de las fuerzas que son aplicadas. (32)

El sistema de presión hidráulica del espacio periodontal juega un papel crucial en la protección y amortiguación de la fuerza externa sobre los tejidos periodontales. (33)

Cuando las fuerzas aplicadas a los dientes superan la resistencia de estas fibras, se produce una resorción ósea alrededor del diente en la dirección del movimiento. Esta resorción ósea es realizada por los osteoclastos, células especializadas en el reabsorción del tejido óseo.(34) Hay una disminución en el flujo sanguíneo del ligamento periodontal cuando las fuerzas que se ejercen son tolerables fisiológicamente, así cuando los osteoclastos se diferencian, reabsorben el hueso que se encuentra en la pared del alveolo, cuando esto pasa se remodelan las fibras encargadas de la producción del colágeno del ligamento, permitiendo que el diente tenga un reacomodo del diente en su nuevo sitio.(30,34)

IMAGEN 8. Reaccion normal periodontal frente a movimientos ortodonticos.(34)



Según Moyers; “hay diferentes tipos de movimientos en ortodoncia como son: la traslación, rotación y una combinación de ambos”.(34)

Tabla 2. Tipos de movimientos. (34)	
TRASLACIÓN	Movimiento en el que la raíz y la corona van en la misma dirección en un mismo tiempo.
INCLINACIÓN	Cuando la corona que va hacia un lado y la raíz en otro sentido.
ROTACIÓN	Son los movimientos circulares alrededor del eje del diente.

3.9 FUERZAS ORTODONCICAS

Las fuerzas ortodónticas que son ocupadas para los movimientos dentarios deben respetar los diferentes procesos fisiológicos.(35)
De esta forma se dividen en tres tipos de fuerzas:

Fuerzas inocuas (60 - 120 gr)

Fuerzas leves (120 - 180 gr)

Fuerzas pesadas (+ de 180 gr)

Las fuerzas inocuas son esenciales en el proceso de ortodoncia, ya que promueven el remodelado de los tejidos dentales y óseos que rodean los dientes, lo que permite el movimiento ortodóntico, siendo de una magnitud pequeña. (32)

Las fuerzas iniciales del movimiento dentario ortodóntico son las fuerzas leves, que permiten que el paciente se adapte gradualmente a la presión ejercida sobre los dientes y los tejidos circundantes hasta alcanzar una

fuerza óptima con la cual se produce el movimiento ortodóntico con mayor eficacia.(36)

Las fuerzas que provocan grandes áreas de hialinización son las fuerzas pesadas, en donde hay una gran compresión del ligamento periodontal, se dificulta la resorción frontal de la lámina dura del alveolo, provocando que el diente no se pueda mover por un tiempo prolongado.(29)

TABLA 3. Indicación del grado de fuerza óptima para cada movimiento. (9)

Movimiento Dentario	Fuerza Óptima
Inclinación	35 a 60 g.
Movimiento en masa (traslación)	70 a 120 g.
Enderezamiento radicular	50 a 100 g.
Rotación	35 a 60 g.
Extrusión	35 a 60 g.
Intrusión	10 a 20 g.

Hay una gran importancia en utilizar tratamientos biológicos que no superen la presión de la sangre capilar, para que un tratamiento sea considerado favorable desde un punto de vista biológico, es importante que no ejerza una presión mayor a la presión de la sangre capilar. (9)

Esto es relevante ya que una presión excesiva podría provocar daño en los tejidos.

3.9.1 Hialinización.

La hialinización es el término utilizado para describir áreas de células libres en el ligamento periodontal. En estas áreas, se produce una pérdida de la arquitectura normal del ligamento periodontal, incluyendo la desorganización de las fibras colágenas y la aparición de material hialino en su lugar.

En las áreas donde hay compresión extrema puede a ver una distorsión de la disposición normal de las fibras del ligamento y esto conlleva a una interrupción del flujo sanguíneo, esto provoca la aparición de estas áreas de hialinización que provoca la detención del movimiento dentario de inclinación.(37)

Per Rygh en 1973, describe que la hialinización es un proceso que se produce cuando la fuerza aplicada al movimiento de los dientes es tan fuerte que supera la presión capilar de los tejidos. Como resultado, se producen cambios en la estructura de los tejidos periodontales, como alteraciones en la vascularización, cambios en las células periodontales y estructuras fibrilares, degeneración de los vasos sanguíneos y degeneración y necrosis de la membrana periodontal. (38)

3.10 REACCIÓN DE LA PULPA DENTAL ANTE MOVIMIENTOS ORTODONCICOS

La aplicación de fuerzas ortodóncicas se considera universalmente como un tipo de trauma por lo que es común que la pulpa, la estructura radicular y los tejidos de soporte sufran cambios que, en ocasiones pueden ser irreversibles.(39)(31)

La respuesta celular depende tanto de la intensidad como de la duración de la fuerza aplicada. Estos dos factores determinan la magnitud y la duración de los cambios y adaptaciones que experimenta una célula en

respuesta a la fuerza aplicada, cuando se aplican fuerzas muy fuertes sobre el diente, y se comienza una necrosis aséptica, fenómeno conocido como hialinización en donde se produce un cierre vascular al ligamento periodontal y cuando esto sucede no hay estimulación de las células que están en la zona comprimida del ligamento periodontal para que se puedan diferenciar en osteoclastos.(30) Cuando esto pasa significa que la organización fibrilar, que es la estructura básica de las células, se desvanece y se rompe, esta acción representa la pérdida de todas las células ya que se interrumpe totalmente el aporte sanguíneo. Si se aplica una intensidad de fuerza excesiva, la pulpa puede mostrar signos de degeneración y necrosis parcial completa. (31)(30)

Al comienzo del tratamiento ortodóncico podría producirse una respuesta inflamatoria transitoria leve en donde esporádicamente se produce una pérdida de la vitalidad por la afectación de irrigación vascular.

Las fuerzas pueden provocar daños en el suministro venoso de la pulpa sobre todo cuando los movimientos empleados son de inclinación. (37)

4. CONCLUSIONES

El tejido pulpar es un componente vital del diente que contiene células, vasos sanguíneos y tejido conectivo importante para su función y salud.

En cuanto a la reacción que tiene la pulpa dental a las fuerzas ortodónticas aplicadas, esta suele ser controlada en grados de fuerzas ligeras a medianas para así evitar una respuesta pulpar inesperada.

Cuando nos enfrentamos a un tratamiento ortodóntico todo el sistema de soporte del diente es modificado y a su vez la manipulación de estos tejidos con movimientos de fuerza no controlada o prolongada provoca daños irreversibles. Su preservación y cuidado son fundamentales para mantener una buena salud dental.

Es importante llevar un control de fuerzas y un control radiográfico de cada uno de los dientes que son manipulados, identificar que el estado pulpar y las estructuras de soporte se encuentren en condiciones sanas y si se llegase a encontrar alguna irregularidad, llevar un control prologando hasta descartar algún tipo de patología relacionada. Un control radiográfico entre citas es importante para poder determinar alguna afección que vaya desencadenándose antes, durante e incluso después del tratamiento ortodóntico, ya que los controles radiográficos entre citas permiten una supervisión más precisa del tratamiento y ayudan a garantizar resultados óptimos y duraderos. Por lo tanto, son una parte crucial del proceso de tratamiento ortodóntico.

La respuesta que se puede observar depende de la cantidad de fuerza que se aplica sobre el diente, antecedentes de algún tipo de trauma dentoalveolar, alguna condición previa de vitalidad del diente, el estadio de maduración apical, y así, de esta manera, se pueden detectar a tiempo posibles alteraciones y tomar las medidas necesarias para evitar complicaciones mayores.

5. REFERENCIAS

1. Cárdenas González C, Cifuentes Jaramillo Y, Botero Mariaca PM, Giraldo Guzmán CM. Importancia del análisis pulpar antes de realizar movimientos de ortodoncia. *Revista Nacional de Odontología*. el 30 de diciembre de 2014;10(19):61–70.
2. González G, Menéndez J. Relación existente entre los irritantes mecánicos y las afecciones pulpares en órganos dentarios. 2022.
3. Builes PQ, Chamorro EY, Rendón J. Reacciones del tejido pulpar a movimientos ortodóncicos específicos: una revisión de la literatura. Vol. 7, *Revista Nacional de Odontología*. 2011.
4. Rodríguez R Carolina, Vanin A, Dora E. Efectos de Ortodoncia en la Pulpa Dental. 2006.
5. Luna S. Diagnóstico, pronóstico y tratamiento de rotaciones dentales (Caso clínico). 2009.
6. Lindhe J, Karring T, Araújo M. Anatomía de los tejidos periodontales.
7. Martínez Macal JC, Olin Moreno I. Caracterización microscópica de la dentina de dientes temporales. *Revista de la Asociación Dental Mexicana*. 2021;78(6):314–31.
8. Nunes da Rosa L. Estudio histopatológico de las reabsorciones cementodentinarias de la región apical de los dientes humanos extraídos con lesión crónica en el periapice. 2003.
9. Pavani Carrillo JJ. Efectos de las fuerzas ortodóncicas, producidas por brackets autoligantes activos y pasivos, sobre el cemento radicular. 2016.
10. Mondragón Espinoza J. Endodoncia. 2000.
11. Bojórquez Armenta H. Cuantificación histológica de linfocitos en pulpa dental humana sana y con pulpitis reversible. 2019.
12. Jiménez Sánchez M. Regeneración pulpar: revisión sistemática. Universidad de Sevilla. 2013.
13. Simancas-Escorcía VH. Fisiopatología de los odontoblastos: una revisión. *Duazary*. el 23 de septiembre de 2019;16(3):87–103.

14. Castillo D, Astudillo E. Pulpa dental. 2015. 27
15. Acosta Gómez A. El fibroblasto: su origen, estructura, funciones y heterogeneidad dentro del periodonto Universitas Odontológica, vol. 25, núm. 57, junio-diciembre, 2006, pp. 26-33 Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=231220955005>
16. Collado VM, Porras R, Cutuli T, Gómez-Lucía E. El sistema inmune innato i: sus mecanismos. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias [Internet]. 2008;2(1):1–16. Disponible en: <http://www.ucm.es/BUCM/revistasBUC/portal/modulos.php?name=Revistas2&id=RCCV&col=1>
17. Gutiérrez-Araujo MI, Vázquez-Duhalt R, Juárez-Moreno KO. Respuestas celulares de macrófagos a nanopartículas de óxidos metálicos. Mundo Nano Revista Interdisciplinaria en Nanociencias y Nanotecnología. el 25 de febrero de 2021;14(27):1e–16e.
18. Corado J. Células dendríticas, respuesta inmunitaria y señales de peligro. 2005
19. Robledo Vega GR. Inmunología para el médico general. Linfocitos [Internet]. Vol. 52, Rev Fac Med UNAM. 2009. Disponible en: www.medigraphic.comwww.medigraphic.org.mx
20. Bustos-Araya S, Montenegro-Matamoros Y, Swirgside-Baltodano C, Trigueros-Hernández D, Vargas-González R, Mora-Román JJ. Obtención de células madre mesenquimales y participación de estas en la modulación de la respuesta inmune. Revista Tecnología en Marcha. el 11 de octubre de 2018;31(3).
21. Carbajal CC. Mastocitosis: una afección poco común. Vol. 73, Rev Cubana Pediatr. 2001.
22. Inostroza Silva C. Características funcionales y propiedades inmunomoduladoras de células madre mesenquimales de origen pulpar para el desarrollo de un modelo de regeneración tisular: estudio experimental invitro. Universitat Internacional de Catalunya. 2018. 28

23. Figueroa M, Gil M. Órgano Dentino-Pulpar. Sensibilidad Dentinaria. Cátedra de Odontología Operatoria. Fac. Odontología. UCV. Caracas, 01 de febrero de 2013.
24. Abreu-Correa J, Marbán-González R, Morffi-López I, Ortiz-de-la-Cruz I. Complejo dentino pulpar. Estructura y diagnóstico. Revista de Medicina Isla de la Juventud [revista en Internet]. 2013.
25. Amendano A, Bander M, Butler T, Cecho A, Crimaldi D. Biología de la inflamación pulpar. Facultad de Odontología. 2015.
26. Gutiérrez Ortiz TC, Parada Acevedo SA, Rodríguez Grajales GJ. Caracterización de patologías pulpares y periapicales en pacientes atendidos en el servicio de odontología de la E.S.E. Hospital Emiro Quintero Cañizares. 2021.
27. Louis H. Berman, Kenneth M. Hargreaves. Cohen Vias de la pulpa. 2021;12.
28. Goldberg M, Njeh A, Uzunoglu E. Is Pulp Inflammation a Prerequisite for Pulp Healing and Regeneration? Vol. 2015, Mediators of Inflammation. Hindawi Limited; 2015.
29. Sodevilla Galarza L, Gálvez Calla LH. Cambios histológicos del ligamento periodontal y hueso alveolar frente a fuerzas ortodónticas ligeras (estudio piloto). Odontol. SanmarQuina 2005; 8(2): 12-16
30. Guercio de Dinatale Elisabetta. Biología del movimiento dentario ortodóntico: Revisión de conceptos. Acta odontol. venez [Internet]. 2001 Ene [citado 2024 Ene 13] ; 39(1): 61-65. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652001000100011&lng=es.
31. T.C White, J.H Gardiner, B.C Leighton. Introducción a la ortodoncia. Vol. 1. 1977.
32. Vargas del Valle P, Piñeiro Becerra MS, Palomino Montenegro H, TorresQuintana MA. Factores modificantes del movimiento dentario ortodóntico. 2010 29

33. Valdez JV, Wong E, Quirós J. Factores que influyen en la alteración del movimiento ortodóntico. Revisión bibliográfica. Rev Mex Ortodon. 2019; 7 (4): 267-275.
34. Darque E, Paz Cortés MM. Revista biociencias ¿Cómo influye el tratamiento de ortodoncia en la salud periodontal? Vol. 15. 2020.
35. Humpire Tapia Lisbet Yany. Consecuencias de las fuerzas aplicadas en ortodoncia. 2017.
36. Giamo C, Cadavid P, Ceron A, Rios S. Conceptos biológicos y farmacológicos del movimiento ortodóntico. 1998;
37. Mateu ME, Schweizer HS, Bertoloyyi MC. Ortodoncia, permisos, diagnóstico, planificación y tratamiento. Tomo 2. 2015.
38. Zuluaga P. MH, Moreno U. LM, Velez C. CS. Descripción de los cambios histológicos que ocurren al realizar un movimiento ortodóntico en ratas. 2011
39. Zmener O, Della Porta R. Endodoncia y ortodoncia. Parte 1. Rev Asoc Odontol Argent 2020;108:143-152.