

REPÚBLICA DOMINICANA
UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA
FACULTAD DE CIENCIAS EN LA SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA



**“RELACIÓN EXISTENTE ENTRE LOS IRRITANTES MECÁNICOS Y
LAS AFECCIONES PULPARES EN ÓRGANOS DENTARIOS”**

ESTUDIANTES:

GLORELEY GONZÁLEZ 19-0610
JUAN MENÉNDEZ 19-0966

Los conceptos emitidos en el presente trabajo final son de la exclusiva responsabilidad de los estudiantes.

DOCENTE ESPECIALIZADO:

DRA. SONIA RODRÍGUEZ

DOCENTE TITULAR:

DRA. HELEN RIVERA

NO.

SANTO DOMINGO, D. N. AGOSTO 2022

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos ante todo a Dios por siempre llevarnos de su mano, por permitirnos este logro en nuestra vida profesional, a nuestros padres por ser ese motor que impulsa nuestros sueños, sin su amor y entrega no hubiésemos llegado hasta acá. A nuestra docente especializada en el área de Endodoncia la Dr. Sonia Rodríguez por estar siempre presente y ayudarnos a encontrar claridad en nuestra ideas, gracias por su infinita paciencia y bondad, usted al igual que demás profesores formaron una parte importante en nuestro aprendizaje, gracias por sus ricos aportes profesionales que los caracterizan y por último pero no menos importante a nuestra docente titular la Dr. Helen Rivera por su excelente asesoría.

-Gloreley y Juan

DEDICATORIA

Nuestra tesis está dedicada primero a Dios, gracias a él hemos podido finalizar esta etapa en nuestras vidas y alcanzar graduarnos como odontólogos, segundo a nuestros padres que siempre estuvieron a nuestro lado dándonos su apoyo incondicional y la fuerza necesaria para seguir adelante en momentos difíciles, a nuestros compañeros de estudios en la universidad y a todas las personas que de alguna manera u otra formaron parte en este logro. Y por último ,y no menos importantes a nuestros queridos profesores que con paciencia y dedicación nos enseñaron todo lo usaremos como profesionales en un mañana.

-Gloreley y Juan

RESUMEN

El complejo dentino-pulpar puede ser afectado por diversos factores, el bacteriano es el más frecuente. Existen otros irritantes que participan individual o conjuntamente con la caries y causan alteraciones en dicho complejo. Tradicionalmente, las causas de la enfermedad pulpar se han descrito como causas mecánicas, químicas y bacterianas. El objetivo de este proyecto fue establecer la relación existente entre los irritantes mecánicos, específicamente los movimientos ortodónticos, el trauma oclusal y el trauma dental, y las afecciones pulpares en órganos dentarios. Correspondió una investigación de tipo descriptiva, porque se llevó a cabo mediante una revisión de la literatura utilizando referencias bibliográficas más recientes. Como conclusión se obtuvo que la reacción de la pulpa dental a los irritantes mecánicos dependerá de la naturaleza, intensidad y duración de los mismos, así como de capacidad defensiva del tejido pulpar.

Palabras clave: movimientos ortodónticos, trauma oclusal, trauma dental, irritantes mecánicos y pulpa dental.

ABSTRACT

The dentin-pulp complex can be affected by various factors, the most frequent being bacterial. There are other irritants that participate individually or jointly with caries and cause alterations in said complex. Traditionally, the causes of pulpal disease have been described as mechanical, chemical, and bacterial causes. The objective of this project was to establish the relationship between mechanical irritants, specifically orthodontic movements, occlusal trauma and dental trauma, and pulpal conditions in dental organs. A descriptive type of research was carried out, because it was carried out through a review of the literature using the most recent bibliographical references. As a conclusion, it was obtained that the reaction of the dental pulp to mechanical irritants will depend on their nature, intensity and duration, as well as on the defensive capacity of the pulp tissue.

Keywords: orthodontic movement, occlusal trauma, dental trauma, mechanical irritants and dental pulp.

ÍNDICE	
AGRADECIMIENTOS	2
DEDICATORIA	3
RESUMEN	4
ABSTRACT	5
ÍNDICE	6
INDICE DE FIGURAS	9
1. INTRODUCCIÓN	10
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
3. OBJETIVOS	13
3.1 OBJETIVO GENERAL	13
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
4. MARCO TEÓRICO	14
4.1 ANTECEDENTES	14
4.2 MARCO TEÓRICO	16
4.2.1 LA PULPA DENTAL	16
4.2.1.1 FUNCIONES DE LA PULPA DENTAL	16
4.2.1.2 COMPONENTES ESTRUCTURALES DE LA PULPA DENTAL	18
4.2.2 TRAUMA OCLUSAL	19
4.2.2.1 CLASIFICACIÓN DEL TRAUMA OCLUSAL	20

4.2.3 TRAUMA DENTAL	20
4.2.3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS TRAUMATISMOS DENTALES	21
4.2.3.2 ETIOLOGÍA DE LOS TRAUMATISMOS DENTALES	24
4.2.4 MOVIMIENTOS ORTODÓNTICOS	26
4.2.4.1 CLASIFICACION DE LOS MOVIMIENTOS ORTODÓNTICOS	26
4.2.4.1.1 MOVIMIENTO DE INTRUSIÓN	26
4.2.4.1.2 MOVIMIENTO DE EXTRUSIÓN	27
4.2.4.1.3 MOVIMIENTO DE VESTIBULARIZACIÓN	27
4.2.4.1.4 MOVIMIENTO PALATINO	27
4.2.4.1.4 MOVIMIENTO ROTARIO	28
4.2.5 REACCIÓN DE LA PULPA DENTAL A LOS MOVIMIENTOS ORTODÓNTICOS	28
4.2.5.1 REACCIÓN DE LA PULPA DENTAL AL TRAUMA OCLUSAL	29
4.2.5.2 REACCIÓN DE LA PULPA DENTAL AL TRAUMA DENTAL	31
5. ASPECTOS METODOLÓGICOS	33
5.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	33
5.2 TIPO DE ESTUDIO	33
5.3 CRITERIOS DE BÚSQUEDA DE LA INFORMACIÓN	33
5.4 PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	34
6. DISCUSIÓN	35
7. CONCLUSIONES	37

8. RECOMENDACIONES	38
9. PROSPECTIVA DEL ESTUDIO	39
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zonas de la pulpa dental	17
Figura 2. Trauma dental por concusión en paciente pediátrico	21
Figura 3. Clasificación de Andreasen	22

1. INTRODUCCIÓN

La irritación del tejido pulpar puede dar lugar a una inflamación del mismo. Los irritantes del tejido pulpar pueden dividirse en vivos que son diversos microorganismos y virus, así como los no vivos que incluyen los mecánicos, térmicos y los químicos. Aparte de la configuración anatómica y de la diversidad de irritantes infligidos, la pulpa reacciona a ellos como lo hacen otros tejidos conectivos ¹.

Dependiendo de la gravedad y la duración de la agresión, y de la capacidad de respuesta del huésped, la respuesta pulpar va desde la inflamación transitoria (pulpitis reversible) hasta la pulpitis irreversible y la necrosis. Estos cambios pueden producirse sin dolor y sin que el paciente o el dentista lo sepan ².

Las preparaciones cavitarias profundas, la remoción de tejido dentario sin adecuada refrigeración, el curetaje periodontal profundo, el trauma dental, el trauma oclusal, y los movimientos ortodónticos son irritantes que se han clasificado como irritantes mecánicos. De entre ellos el trauma dental, el trauma oclusal y los movimientos ortodónticos están relacionados a fuerzas que impactan al órgano dentario con intensidad variada de manera intencional o accidental ¹.

El trauma dental, con o sin fractura coronal o radicular, puede causar daños en el tejido pulpar ^{1,2} mientras que, la concusión, subluxación y luxación son lesiones de las estructuras que soportan el órgano dentario que pueden ocasionar movilidad, dolor a la percusión, presencia de sangrado y muy comúnmente se asocian con un amplio espectro de reacciones pulpares ³.

Con relación a los movimientos ortodónticos, la aplicación de fuerzas superiores a las fisiológicamente toleradas por el ligamento periodontal afecta el suministro sanguíneo y nervioso de la pulpa. La vitalidad de la pulpa dental durante el tratamiento ortodóntico podría verse comprometida dependiendo del grado y la duración de las fuerzas ortodónticas aplicadas sobre los dientes implicados ⁴. De igual manera, una alteración en la oclusión puede generar un proceso inflamatorio tanto en el ligamento periodontal como en la pulpa dental causando daños en ambos tejidos.

Este trabajo será realizado con la finalidad de aportar, mediante una exhaustiva revisión de la literatura, evidencias que justifiquen conocer con más profundidad la reacción de la pulpa dental a los irritantes mecánicos como la oclusión traumática, los traumas dentales y los movimientos ortodónticos.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En muchos casos una oclusión traumática puede provocar un proceso inflamatorio de la pulpa dental ⁴. Por su parte, los traumatismos dentarios aumentan de manera considerable, y es posible que en el futuro se conviertan en el factor etiológico número uno de la pérdida de tejido pulpar ⁵.

La fuerza ortodóntica desencadena una secuencia de respuestas biológicas como consecuencia de las interferencias en el equilibrio fisiológico del complejo dental. Las estructuras de soporte de los dientes y la pulpa dental pueden sufrir amplios cambios microscópicos cuando se exponen a diferentes grados de carga mecánica ⁶.

No es menos cierto que las lesiones dentales traumáticas son un desafío para los odontólogos en todo el mundo, el diagnóstico apropiado, la planificación del tratamiento y el seguimiento son clave para asegurar un resultado favorable en los pacientes y de esta manera proponer opciones de prevención y tratamiento adecuado, disminuyendo la frecuencia de las patologías pulpares y periapicales relacionadas con el trauma oclusal, trauma dental y los movimientos ortodónticos ⁷.

Las preguntas que serán contestadas en este trabajo de investigación son:

1. ¿Cómo los traumatismos dentales afectan a la pulpa dental?
2. ¿Cómo reacciona la pulpa dental al movimiento ortodóntico?
3. ¿Cuál es la relación que existe entre el trauma oclusal y las afecciones pulpares?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

- Establecer la relación existente entre los irritantes mecánicos y las afecciones pulpares.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la manera en que los traumatismos dentales afectan a la pulpa dental.
- Esclarecer cómo reacciona la pulpa dental al movimiento ortodóntico.
- Explicar la relación que existe entre el trauma oclusal y las afecciones pulpares.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 ANTECEDENTES

Clínicamente, la intimidad y la dependencia biológica entre la dentina y la pulpa hacen que cualquier estímulo, aunque sea sobre la superficie del esmalte, pueda producir una reacción inflamatoria y/o deposición de dentina terciaria, que puede culminar con cambios degenerativos en la naturaleza de la pulpa ⁸. Además de los cambios que se producen con la edad y que alteran fundamentalmente la respuesta del tejido pulpar ante un trauma, la pulpa está sujeta a la acción de estímulos externos, cuya intensidad y frecuencia son muy variables, y que, por lo tanto, es posible que estos cambios tisulares en la pulpa también estén presentes en el momento de una oclusión traumática debido a una interferencia oclusal ⁹⁻¹¹.

Las modificaciones que acompañan a la edad y que alteran fundamentalmente la capacidad de la respuesta tisular, la pulpa, de forma principal su componente extracelular, está sujeto a la acción de estímulos externos, y es de aquí de donde se desprende el hecho que estas respuestas no escapan por tanto a la oclusión traumática, trauma dental y movimientos ortodónticos ¹².

La fuerza ortodóntica desencadena una secuencia de respuestas biológicas que pueden afectar a la pulpa dental promoviendo cambios en la misma, generando hallazgos clínicos y radiográficos. Es crucial conocer estos cambios para poder realizar la mecánica ortodóntica con seguridad. El profesional clínico dispone de métodos no invasivos eficaces para evaluar la salud y los posibles cambios pulpaes durante el tratamiento ortodóntico ¹³.

La respuesta de sensibilidad pulpar aumentada puede ser el resultado de la presión o tensión de las fibras nerviosas apicales de los dientes que se mueven ortodónticamente. Otro factor que puede estar relacionado es la disminución del flujo sanguíneo a la pulpa dental, principalmente cuando se aplica la fuerza de intrusión ¹⁴.

Cuando la fuerza ortodóncica aplicada afecta al tejido pulpar, se pueden concentrar mediadores inflamatorios, que estimulan respuestas de reabsorción o reparación de los odontoblastos y las células similares a los odontoblastos dando lugar a procesos de reabsorción o a la deposición de dentina terciaria. Tales eventos pueden promover cambios en las dimensiones internas de la cavidad pulpar, que pueden ser detectados por el clínico, que necesita disponer de pruebas de imagen para el diagnóstico y seguimiento del paciente durante el tratamiento ortodóncico ¹⁵⁻¹⁶.

Teniendo en cuenta las múltiples relaciones anatómicas y funcionales entre la pulpa dental y el ligamento periodontal (como el foramen apical, los canales laterales y los túbulos dentinarios), es razonable suponer que esta estrecha relación facilita la extensión del proceso inflamatorio de un tejido a otro, y que el traumatismo oclusal podría desencadenar una respuesta inflamatoria neurogénica en ambos tejidos al mismo tiempo, y que la Sustancia P (SP) podría desempeñar un papel importante durante este proceso inflamatorio ¹⁷.

Cabe destacar que en el trauma dental es indispensable establecer un diagnóstico pulpar y de soporte basándose en los hallazgos clínicos y radiográficos, de esta manera, el correcto tratamiento y por consiguiente el pronóstico del órgano dentario será favorable

4.2 MARCO TEÓRICO

4.2.1 LA PULPA DENTAL

La pulpa dental humana es un tejido conectivo laxo que contiene diferentes tipos de células, fibras de colágeno, matriz extracelular, vasos sanguíneos y terminaciones nerviosas ²⁰ (Fig. 1).

Se pueden diferenciar 4 zonas en la pulpa dental: ²¹

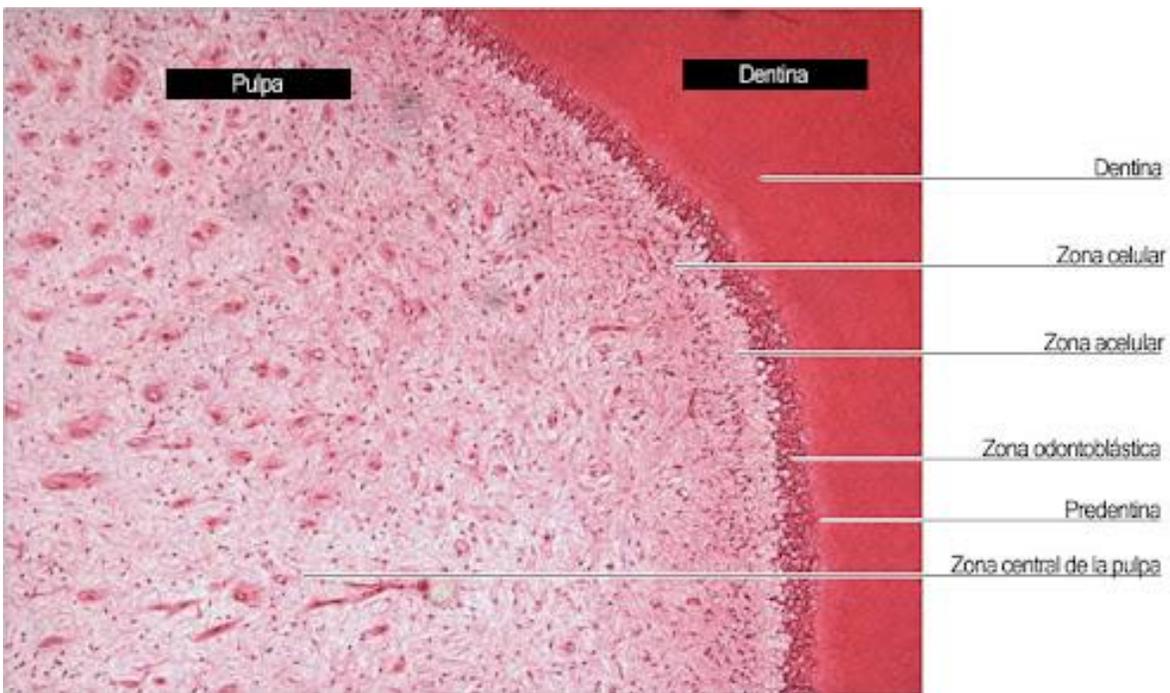
- Zona odontoblástica en la periferia. Justo debajo de los odontoblastos se encuentran las células de Höhl, que son preodontoblastos.
- Zona acelular o zona de Weil por debajo de los odontoblastos. Esta zona es pobre en células y rica en colágeno.
- Zona muy rica en células adyacentes a la capa anterior.
- Zona central, donde están presentes los nervios y vasos.

4.2.1.1 FUNCIONES DE LA PULPA DENTAL

De acuerdo con lo descrito por Vásquez et al.²², las funciones de la pulpa dentaria pueden ser: función formativa, función nutritiva, función sensorial y función defensiva. En la función formativa, la formación de la raíz dentaria es posterior a la de la corona. En su configuración y en la del ápice, interviene la vaina de Herwig, que es una continuidad del epitelio reducido del esmalte. Mientras, los odontoblastos producen dentina en la parte interna, la vaina de Herwig se fragmenta y entre sus células epiteliales crecen elementos celulares procedentes de la mesénquima del folículo dentario, que iniciarán la aposición de la matriz cementaria por fuera. Estas células reciben el nombre de cementoblastos.

En la función nutritiva, la pulpa proporciona nutrientes y líquidos hísticos a los componentes orgánicos de los tejidos mineralizados circundantes. La función sensoria presenta la rica inervación de la pulpa la hace reaccionar frente a cualquier estímulo, con una respuesta mayor en intensidad que la de cualquier otro tejido de naturaleza conjuntiva ¹⁹.

Figura 1. Zonas de la pulpa dental



Fuente: Simancas-Escorcía VH. Fisiopatología de los odontoblastos: una revisión. Duazary. 2019;16(3):87-103.

Y por último, la función defensiva es similar a todo tejido conectivo laxo, la pulpa responde a las lesiones con inflamación. Los irritantes, cualquiera que sea su origen, estimulan una respuesta quimiotáctica que impide o retarda la destrucción del tejido pulpar. La inflamación es un proceso de defensa normal del organismo, aunque también tiene un efecto destructor si los irritantes nocivos son suficientemente fuertes y permanecen por algún tiempo en los tejidos ²².

4.2.1.2 COMPONENTES ESTRUCTURALES DE LA PULPA DENTAL

La pulpa dental está formada por un 75% de agua y por un 25% de materia orgánica constituida por células y matriz extracelular (MEC) representada por fibras y sustancia fundamental ²³.

La sustancia fundamental es la ocupa los espacios libres dejados por las células, fibras, vasos y nervios. Es abundante en las pulpas jóvenes. Tiene consistencia gelatinosa y continúa, siendo diferente de los fluidos tisulares. Está compuesta, principalmente por glucosaminoglucanos (GAG), ácido hialurónico, condroitín sulfato, glucoproteínas y agua. En dientes recién erupcionados el GAG predominante es el dermatán sulfato. En cambio, en pulpas maduras el ácido hialurónico es el componente esencial y en menor proporción se presentan el dermatán y el condroitín sulfato ²⁴.

Luego entonces se encuentran las células de pulpa dental que están pueden ser: odontoblastos, fibroblastos, células mesenquimales, macrófagos, otras células del tejido pulpar y fibras del tejido conectivo de la pulpa dental ²⁵. Los odontoblastos son las células responsable de la dentinogénesis y en el diente permanente se le considera la célula más importante del complejo dentino pulpar. Los estadios de diferenciación de pre-odontoblastos a odontoblastos jóvenes y a odontoblastos maduros son hallados de igual manera en procesos de reparación ²⁶.

Los fibroblastos son las células más numerosas de la pulpa, secretan a los precursores de las fibras colágenas, reticulares y elásticas y la sustancia fundamental de la pulpa. Los fibroblastos se encargan además de la síntesis de la sustancia fundamental, es posible que estas células puedan reemplazar un odontoblasto que se pierda

eventualmente. Se ha demostrado que tienen la capacidad de ingerir y degradar colágeno cuando son estimuladas adecuadamente ²².

Las células mesenquimales derivan del ectodermo de las crestas neurales. Estas pueden diferenciarse en nuevos odontoblastos o fibroblastos, según el estímulo que actúe. El número de células mesenquimales disminuye con la edad, reduciéndose la capacidad de autodefensa de la pulpa. Los macrófagos en los procesos inflamatorios los histiocitos se transforman en macrófagos libres que se encargan de fagocitar microorganismos y eliminar células muertas, también poseen una función inmunológica, fagocitan partículas extrañas y las presentan a los linfocitos. Además, elaboran enzimas facilitando su migración dentro del tejido conectivo ²¹.

Otras células del tejido pulpar: Linfocitos, células plasmáticas y en ocasiones eosinófilos y mastocitos, que son evidentes en los procesos inflamatorios. Y por último, las fibras del tejido conectivo de la pulpa dental, que son las fibras colágenas, reticulares, elásticas y de oxitalán ¹².

4.2.2 TRAUMA OCLUSAL

El trauma oclusal se define como una lesión en cualquier componente del sistema masticatorio como resultado de una alteración en la oclusión que puede generar un proceso inflamatorio tanto en el ligamento periodontal como en la pulpa dental. Es la condición en la que la función masticatoria excede la tolerancia del ligamento y la pulpa dental, causando daños en ambos tejidos ²⁴. Una oclusión traumática suele ser provocada por un contacto prematuro de los dientes, hábitos parafuncionales, tratamientos protésicos u ortodónticos que crean interferencias oclusales ²⁵.

4.2.2.1 CLASIFICACIÓN DEL TRAUMA OCLUSAL

El trauma oclusal se puede clasificar de las siguientes maneras: trauma oclusal primario y trauma oclusal secundario. El trauma oclusal primario se presenta en cualquier diente que contacte con el antagonista antes que el resto de dientes en el arco opuesto. Probablemente el diente sufra trauma oclusal primario si persiste el contacto prematuro. Esta condición es causada por restauraciones nuevas, trauma, ortodoncia y hábitos parafuncionales. El paciente refiere dolor, movilidad dental, y se observa radiográficamente ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal ²⁶.

Mientras que, el trauma oclusal secundario la situación clínica puede empeorar si existe enfermedad periodontal asociada al trauma oclusal. Más dientes llegan a tener movilidad ²².

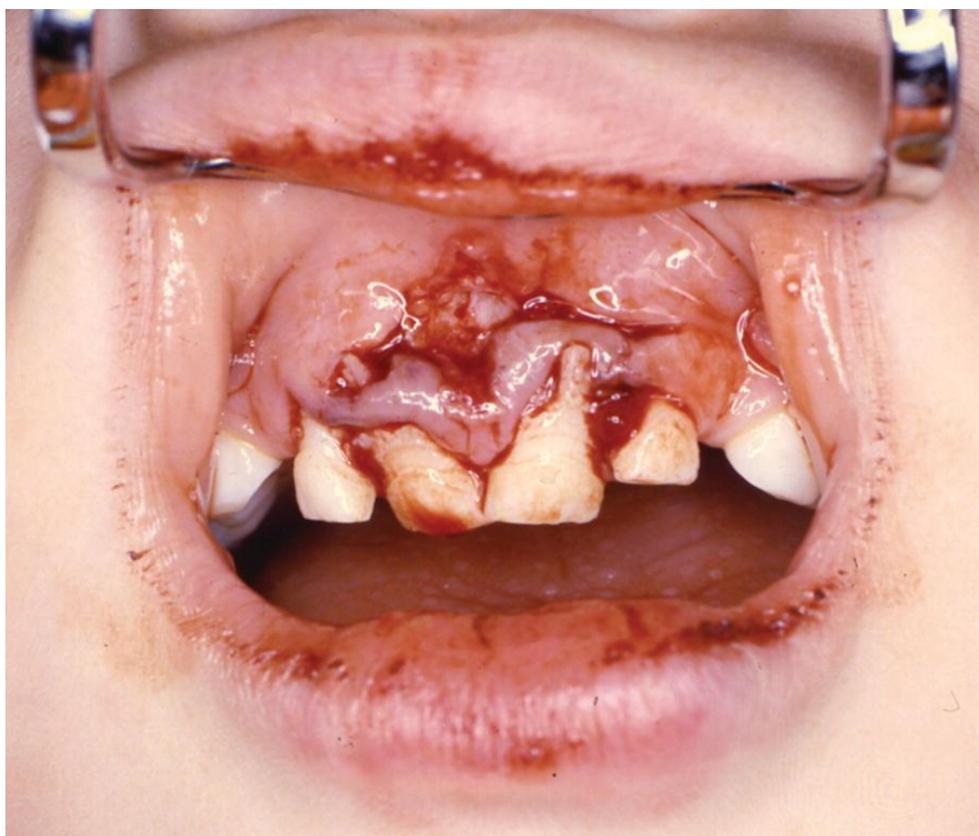
4.2.3 TRAUMA DENTAL

Se conoce como trauma dental una lesión de extensión e intensidad variable causada por fuerzas que actúan sobre los dientes y los tejidos de sostén, que puede ser observado y diagnosticado de manera clínica y radiográfica. Suceden con frecuencia y por su gran impacto social y psicológico deben ser considerados como un tema importante ²⁷.

Constituyen una situación de urgencia a diagnosticar y su tratamiento debe ser rápido y certero. Las estadísticas muestran una alta incidencia y prevalencia de estos accidentes, constituyéndose en un problema de salud pública global ²⁸ (Fig. 2).

Las lesiones dentales traumáticas figuran entre las lesiones más comunes que se producen durante la infancia y la adolescencia, periodos muy vulnerables a los traumatismos dentales ²⁹.

Figura 2. Trauma dental por concusión en paciente pediátrico

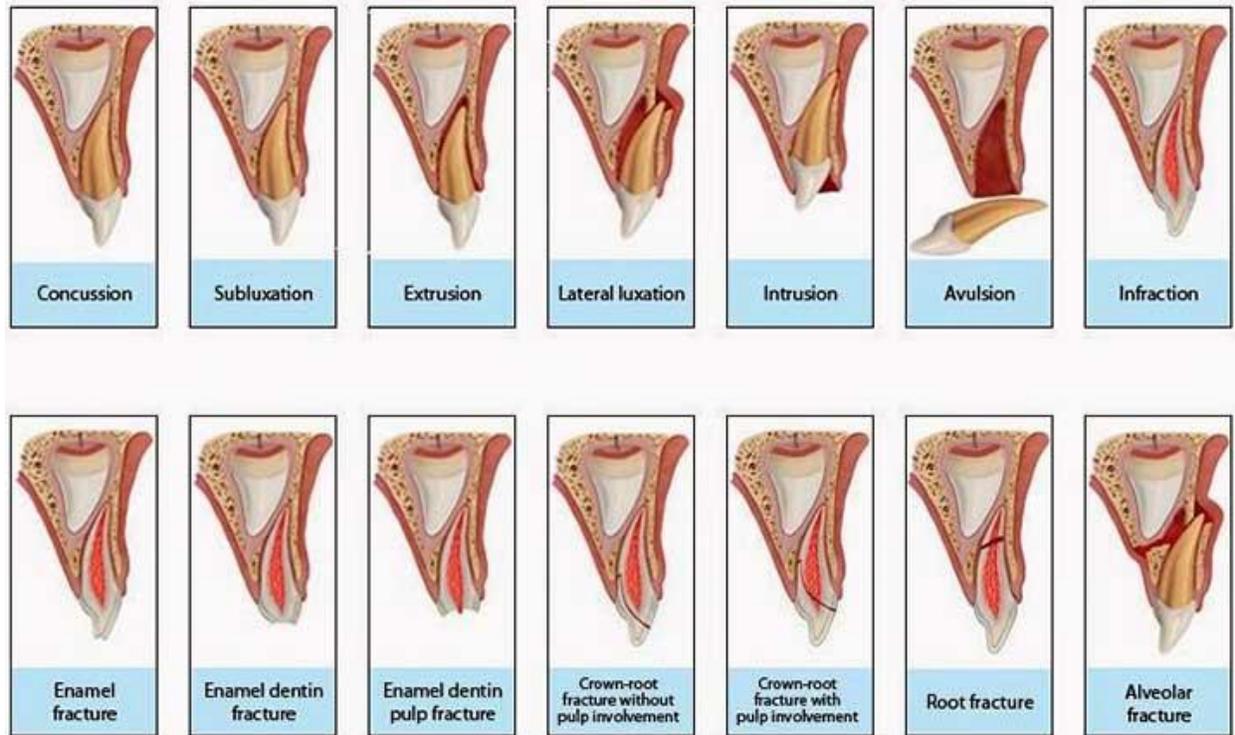


Fuente: Khan L. Dental Care and Trauma Management in Children and Adolescents. *Pediatr Ann.* 2019;1:48(1):e3-e8.

4.2.3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS TRAUMATISMOS DENTALES

Según la clasificación Andreasen (Fig. 3), las lesiones traumáticas se clasifican en 7: lesiones de los tejidos duros dentales y la pulpa, lesiones de los tejidos periodontales, lesiones de la encía o mucosa y lesiones del hueso de sostén ²⁹:

Figura 3. Clasificación de Andreasen



Fuente: Bourguignon C, Cohenca N, Lauridsen E, Flores MT, O'Connell AC, Day PF, Tsilingaridis G, Abbott PV, Fouad AF, Hicks L, Andreasen JO, Cehreli ZC, Harlamb S, Kahler B, Oginni A, Semper M, Levin L. International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 1. Fractures and luxations. Dent Traumatol. 2020;36(4):314-330.

A. Lesiones de los tejidos duros dentales y la pulpa:

- **Infracción:** corresponde a una fisura del esmalte. Por tanto, no hay pérdida de sustancia dentaria.
- **Fractura de corona:** puede ser no complicada cuando afecta al esmalte o a la dentina, pero sin afectar a la pulpa, o complicada cuando tenemos afectación pulpar.
- **Fractura corono-radicular:** no complicada cuando afecta a esmalte, dentina o cemento de la raíz, pero sin afectar a la pulpa o complicada cuando afecta a esmalte, dentina o cemento, con afectación pulpar.

- Fractura radicular: afecta al cemento, la dentina y la pulpa.

B. Lesiones de los tejidos periodontales:

- Concusión: lesión de las estructuras de soporte sin movilidad ni desplazamiento del diente, pero si el ligamento periodontal está inflamado existirá dolor a la percusión del diente.
- Subluxación: lesión de las estructuras de sostén en las que el diente tiene movilidad pero no se desplaza en el alveolo.
- Luxación intrusiva: dislocación central, desplazamiento del diente en el hueso alveolar. Esta lesión cursa acompañada de conminución o fractura de la pared alveolar.
- Luxación extrusiva: desplazamiento parcial de un diente hacia fuera de su alvéolo.
- Luxación lateral: desplazamiento del diente en una dirección lateral (diferente al eje dentario). Suele existir fractura del alveolo.
- Avulsión: salida del diente fuera del alveolo.

C. Lesiones de la encía o mucosa:

- Laceración: herida producida por desgarramiento.
- Contusión: se produce una hemorragia submucosa sin desgarro. El origen traumático suele ser con un objeto romo.
- Abrasión: herida superficial por desgarramiento de la mucosa que deja la superficie sangrante y áspera.

D. Lesiones del hueso de sostén

- Conminución de la cavidad alveolar: frecuentemente se presenta junto a una luxación lateral o intrusiva.
- Fractura de la pared alveolar: se limita a las paredes vestibular o lingual.
- Fractura del proceso alveolar: puede afectar la cavidad alveolar.
- Fractura de maxilar o mandíbula.

4.2.3.2 ETIOLOGÍA DE LOS TRAUMATISMOS DENTALES

Existen varios factores etiológicos de los traumatismos dentales en niños. La mayoría de los autores describen como más frecuentes las caídas, accidentes de coche y de bicicleta, los golpes y las actividades deportivas ²⁹.

Las causas de los distintos tipos de traumatismos dentales se pueden explicar según la edad del niño. En dentición temporal suele ocurrir un mayor número de accidentes en los primeros tres años de vida, y es en esta fase cuando se verifican las caídas en la infancia. Este hecho se debe a que, durante este periodo, el niño pasa de un estado de dependencia total de movimientos a una relativa situación de estabilidad, pues aprende a agacharse, gatear, ponerse de pie y andar ³⁰.

Los accidentes en vehículos en movimiento pueden ocasionar un trauma severo al tejido extraoral y duro, debido a la velocidad y a la altura del impacto. La velocidad elevada provoca que sean más comunes las fracturas de corona y no las lesiones de los tejidos de soporte, siendo la energía del impacto transmitida a la raíz del diente. Los pacientes con este tipo de trauma presentan frecuentemente múltiples fracturas de corona y lesiones del labio superior y de la mejilla. Al final de la segunda década de la vida

umentan las lesiones dentarias y faciales por accidentes de tránsito. Este grupo de traumatismos se caracteriza por lesiones del hueso de sostén, labio inferior y mentón ³¹.

Durante la edad escolar, con un pico máximo aproximado a los 9 años, se encuentra el grupo de mayor riesgo a sufrir lesiones dentales, porque el trauma está más relacionado con los deportes. Las lesiones traumáticas son muy frecuentes en actividades deportivas, sobre todo en la adolescencia. Hoy en día, no sólo hay muchos niños que practican deporte, sino que cada vez empiezan a edades más tempranas y practican en niveles superiores de competición. La prevalencia de los traumatismos dentales durante la práctica deportiva se eleva a un 45%, siendo más frecuentes las luxaciones y las fracturas dentoalveolares ³².

También pueden presentarse traumas por violencia física incluyendo maltrato infantil. Anteriormente, a esta etiología solo se le relacionaba con los adultos y se relacionaba casi siempre con el consumo de alcohol y drogas, pero con los acontecimientos que se viven actualmente en todo el mundo con el fenómeno llamado bullying (agresiones verbales y físicas entre niños y adolescentes) también se le atribuye al niño. Frecuentemente se observan lesiones dentarias y faciales donde aparecen las luxaciones y avulsiones ³³. Desde el punto de vista odontológico, es de destacar que el 50% de los niños maltratados presentan lesiones en la región de la cabeza y el cuello; de éstas, el 25% se observan en el interior de la boca o alrededor de ella. Los signos básicos del maltrato son las heridas en varias fases de cicatrización, laceración y rotura del frenillo labial superior, lesiones repetidas y otras cuya presentación clínica no sea compatible con los antecedentes narrados por los padres ³³.

4.2.4 MOVIMIENTOS ORTODÓNTICOS

La mecánica ortodóntica consiste en aplicar una fuerza externa sobre los dientes para estimular su movimiento dentro del hueso alveolar. Cuando las fuerzas se aplican dentro de los límites fisiológicos tienden a producir una respuesta fisiológica en la pulpa y los tejidos de soporte sin causar reacciones adversas a largo plazo ²⁹.

El establecimiento de zonas de presión y tensión a lo largo del ligamento periodontal es una de las teorías que explican el movimiento ortodóntico. En el lado de la presión, el ligamento periodontal sufre una desorganización y una disminución de la producción de fibras, además de un descenso del flujo sanguíneo y de la replicación celular. Simultáneamente, en el lado de no tensión, los estímulos producidos por el estiramiento de los haces de fibras aumentan la tasa de replicación celular y, en consecuencia, potencian la producción de fibras periodontales ³⁰.

4.2.4.1 CLASIFICACION DE LOS MOVIMIENTOS ORTODÓNTICOS

4.2.4.1.1 MOVIMIENTO DE INTRUSIÓN

Es el movimiento en el que se lleva al diente hacia su base ósea en sentido vertical. Se requiere un control minucioso en la magnitud de la fuerza, la presión se concentra en una pequeña zona del ápice dentario por lo que la fuerza debe ser ligera. Un movimiento intrusivo puede originar la formación de nuevas espículas de hueso en la región marginal. En este movimiento, se comprime gran parte del ligamento periodontal y el haz vasculonervioso que proviene de la pulpa ³¹.

4.2.4.1.2 MOVIMIENTO DE EXTRUSIÓN

Es el movimiento vertical de un diente mediante la aplicación de fuerzas ortodóncicas de tracción en toda la región del ligamento periodontal que estimulan la aposición marginal de hueso de la cresta alveolar. Como consecuencia de la unión entre el tejido gingival y la raíz a través del tejido conectivo. La encía sigue el movimiento vertical de la raíz durante el proceso de extrusión ³².

4.2.4.1.3 MOVIMIENTO DE VESTIBULARIZACIÓN

Se conoce como vestibularización a la alternativa que puede resultar efectiva para la corrección de mordidas profundas leves o moderadas de origen dental, en las cuales existe retroinclinación de los dientes anteriores como el caso de la maloclusión clase II división ². En esta situación la vestibularización de los incisivos reduce la sobremordida, trasladando el punto de contacto hacia el incisal ³³.

4.2.4.1.4 MOVIMIENTO PALATINO

Mediante el expansor palatino, el cual se fija en los molares superiores posteriores y lleva en su parte central, adherida al paladar, una pieza metálica de dos componentes simétricos que ejercen una fuerza lateral y opuesta, y que permite al ortodoncista pediátrico aumentar la misma de forma gradual para lograr la expansión de la abertura del paladar y al mismo tiempo que adquiera su curvatura normal, de la mano de este movimiento ortodóntico ³⁴.

4.2.4.1.4 MOVIMIENTO ROTARIO

El diente gira alrededor de un centro de rotación que se ubica apical a su centro de resistencia. Se produce cuando se ejerce una fuerza simple en su corona que hace que ella se mueva en dirección a de la fuerza y la raíz en sentido contrario y se establecen áreas de presión y tensión a lo largo de la raíz con las consiguientes resorciones y aposiciones óseas respectivamente ³⁵⁻³⁶.

4.2.5 REACCIÓN DE LA PULPA DENTAL A LOS MOVIMIENTOS ORTODÓNTICOS

En una investigación realizada por Briseño et al. ²⁸, se llegó a la conclusión de que el umbral de la respuesta a la estimulación eléctrica de la pulpa durante el tratamiento ortodóntico está influenciado por la aplicación de fuerzas. Todos los tipos de dientes mostraron una disminución del umbral de respuesta estadísticamente significativa al comparar una segunda medición con la inicial.

En una revisión sistemática asociando las fuerzas ortodónticas y los cambios en la pulpa dental Vitali y col concluyeron que la fuerzas ortodónticas promueven cambios en la pulpa dental, generando hallazgos clínicos y radiográficos, clínicamente la fuerza ortodóntica promovió un aumento de la respuesta de sensibilidad pulpar y una disminución del flujo sanguíneo pulpar. Los cambios en el volumen de la cavidad pulpar y la mayor incidencia de cálculos pulpares fueron los hallazgos radiográficos observados. Los autores afirman que es crucial conocer estos cambios para que la ortodoncia se pueda realizar con seguridad. El clínico dispone de métodos no invasivos eficaces para evaluar la salud y los posibles cambios pulpares durante el tratamiento de ortodoncia ³⁰.

La intrusión experimental de dientes jóvenes ocasiona trastornos circulatorios que, finalmente, causan la degeneración de los odontoblastos pulpares. Los trastornos son más graves en dientes con ápices totalmente formados. En dientes, con formación radicular incompleta, se producen malformaciones de la raíz. Los cambios pulpares se pueden atribuir a la introducción de fuerzas ortodónticas que superan la tolerancia fisiológica del ligamento periodontal. Cuando esto ocurre, los vasos sanguíneos periodontales pueden reventarse y producir hemorragia. Si el daño está limitado a un pequeño vaso sanguíneo lateral, sólo se suprimirá el aporte nutricional de unas cuantas células de la pulpa que pueden atrofiarse y morir, o sea, puede ocurrir una necrosis parcial. Pero si la hemorragia viene de los vasos grandes, entonces habrá una necrosis generalizada de la pulpa. En algunos pacientes, la pulpa de los dientes sometidos a movimiento ortodóntico son incapaces de resistir otras manipulaciones o traumatismos dentales. Por lo tanto, en estos dientes puede ocurrir una necrosis pulpar después de procedimientos considerados de grado menor ³⁷.

4.2.5.1 REACCIÓN DE LA PULPA DENTAL AL TRAUMA OCLUSAL

Al hablar de trauma oclusal, sabemos que se clasifica en trauma oclusal primario y trauma oclusal secundario. Ambos se refieren a los cambios sufridos por el aparato de sostén (periodonto) del diente, pero poco se relaciona al complejo dentinopulpar; sin embargo, este también puede ser afectado por el trauma oclusal. Por lo tanto, se pueden observar cambios histológicos en el tejido pulpar producto de una oclusión traumática como vasos sanguíneos pulpares con cambios ateroscleróticos, (la capa íntima de las arterias se adelgaza y la capa adventicia sufre una calcificación) lo que tiene como consecuencia la disminución del flujo sanguíneo a las células pulpares; la mineralización

progresiva de las membranas de los plexos nerviosos, lo que representa uno de los primeros signos de daño a los tejidos pulpares; deposición de acúmulos grasos alrededor de la capa odontoblástica, lo cual precede a la mineralización pulpar; vacuolización de los odontoblastos, que son separados de la empalizada odontoblástica por un aumento de la presión intersticial por la acumulación de líquidos intrapulpares;³⁸ disminución de las células pulpares y aumento de las fibras de colágeno hasta llegar a un estadio de hialinización, el cual es el paso previo a la calcificación pulpar total³⁹.

Un estudio realizado por Mendiburu et al.²⁶, establecieron una relación entre la oclusión traumática y las abfracciones, y afirman que la combinación de estos factores puede causar enfermedad de la pulpa dental. Si se deja seguir su curso natural junto con la oclusión traumática, las abfracciones pueden causar hipersensibilidad dentinaria, así como otros tipos de afecciones que conducen a enfermedades pulpares.

En un estudio realizado por Caviedes-Buchel et al.³⁸, para determinar la relación entre los mecanismos angiogénicos de la pulpa dental humana, la Sustancia P (SP) y el trauma oclusal se concluyó que la pulpa dental responde al trauma oclusal a través de un proceso inflamatorio neurogénico en el que la SP juega un papel importante en los mecanismos directos e indirectos de la angiogénesis al activar los receptores NK1 de poblaciones celulares como fibroblastos, células endoteliales e inflamatorias, lo que lleva a la formación de nuevos vasos sanguíneos que son necesarios para formar tejido mineralizado como mecanismo de defensa .

En el estudio realizado sobre las modificaciones histopatológicas de la pulpa dental en los traumatismos oclusales realizado por Popescu et al.⁴⁰, se concluyó que la

transmisión paraxial de las fuerzas de masticación representa un factor importante para la aparición y acentuación del fenómeno del trauma oclusal. Las parodontopatías marginales de etiología oclusal y microbiana se manifiestan clínicamente por signos de inflamación, pero también se acompañan de lesiones de las fibras del ligamento periodontal y de las estructuras óseas alveolares. Se producen modificaciones estructurales a nivel pulpar representadas por inflamación, fibrosis y calcificaciones. Las calcificaciones no aparecen como una lesión distrófica autónoma, sino que son posteriores a algunas manifestaciones distróficas-atróficas complejas de los elementos que forman el tejido conjuntivo pulpar.

4.2.5.2 REACCIÓN DE LA PULPA DENTAL AL TRAUMA DENTAL

En un estudio realizado por Pileggi et al. ⁴¹, para determinar la fiabilidad de la prueba eléctrica pulpar (EPT) tras una lesión por concusión dental, estos concluyeron que, en el modelo de hurón, la respuesta de la EPT vuelve a la línea de base en los dientes conmocionados en 10 días. Las lesiones por concusión en los caninos de hurón dieron lugar a un aumento significativo del tamaño y del número de vasos sanguíneos en comparación con los dientes de control.

Rosa et al. ⁴², mediante la presentación de un caso clínico, menciona que la luxación intrusiva puede estar relacionada con la pulpa o infección periodontal. Para la infección de la pulpa, después de una lesión al precemento o dentina secundaria, túbulos de la dentina infectados pueden estimular el proceso inflamatorio con la actividad osteoclástica en los tejidos periapicales o en la pulpa.

En los traumatismos con separación como luxación extrusiva y la avulsión, la pulpa y las estructuras intercelulares del ligamento periodontal (vasos, fibras de colágena y sustancia intercelular), al romperse, son las que sufren más daño; mientras que los componentes celulares (fibroblastos) se afectan menos, dichas conclusiones fueron obtenidas mediante una revisión sistemática llevada a cabo García et al. ⁴³.

En el estudio prospectivo realizado por Raymond et al. ⁴⁴, con el fin de determinar la relación que existe entre el flujo sanguíneo pulpar y la sensibilidad en pacientes con antecedentes de traumatismo dental sometidos a expansión maxilar (EMR), estos concluyeron que en los dientes sanos, la EMR provoca una reducción del flujo sanguíneo pulpar restableciendo a los niveles previos al tratamiento en un periodo de 3 meses. En los dientes traumatizados y/o comprometidos, la EMR provoca una reducción del flujo sanguíneo pulpar, sin embargo, no se restablecen los niveles previos al tratamiento en el periodo de 3 meses. La sensibilidad pulpar se mantiene durante la EMR en los dientes sanos y comprometidos. Por lo tanto, el uso de la prueba de sensibilidad pulpar por sí sola para determinar la salud de la pulpa debe abordarse con precaución. Los dientes traumatizados pueden tener una capacidad de adaptación reducida en caso de que se produzcan otras agresiones, como la EMR.

5. ASPECTOS METODOLÓGICOS

5.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Correspondió a una investigación no experimental. La cual, es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, es un tipo de investigación donde no se hace variar intencionalmente las variables independientes. Lo que se hace en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos.

La investigación no experimental o *expost-facto* es cualquier investigación en la que resulta imposible manipular variables o asignar aleatoriamente a los sujetos o a las condiciones. De hecho, no hay condiciones o estímulos a los cuales se expongan los sujetos del estudio. Los sujetos son observados en su ambiente natural, en su realidad

45.

5.2 TIPO DE ESTUDIO

Este proyecto de investigación fue de tipo descriptivo, porque se llevó a cabo mediante una revisión de la literatura utilizando referencias bibliográficas más recientes. El tema fue abordado con el objetivo de establecer la relación existente entre los irritantes mecánicos y las afecciones pulpares.

5.3 CRITERIOS DE BÚSQUEDA DE LA INFORMACIÓN

Los artículos a ser revisados se seleccionarán de acuerdo con los siguientes criterios selección:

- Artículos de investigaciones originales, revisiones de literatura, revisiones sistemáticas, metaanálisis y estudios clínicos realizados.
- Artículos de investigaciones publicados entre el 2016 y el 2022.
- Artículos de investigaciones con un resumen disponible publicados en el idioma inglés y/o español.

Por otra parte, se excluirán del estudio:

- Artículos de investigaciones publicados antes del 2016.

5.4 PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

La búsqueda se realizó mediante una combinación de palabras clave: movimientos ortodónticos, trauma oclusal, trauma dental, irritantes mecánicos y pulpa dental, en las siguientes bases de datos, PubMed, ScienceDirect, CRAI y Google Scholar. En las mismas, se delimitaron a informaciones en los idiomas español o inglés entre los años 2016-2022. Utilizando booleanos como: “trauma oclusal and irritantes de la pulpa”, “movimientos ortodónticos and trauma dental”, etc.

Cabe destacar, que una revisión de la literatura consiste en identificar, obtener y consultar la bibliografía y otras fuentes de información escrita, así como extraer y recopilar la información relevante y necesaria ⁴⁶.

6. DISCUSIÓN

La relación existente entre los irritantes mecánicos y las afecciones pulpares, de acuerdo con Yu et al. ⁴⁷ y Sabeti et al. ⁴⁸, proviene de que pueden generar irritación en la pulpa. Según Bjorndal et al. ⁴⁹, los tejidos perirradiculares pueden sufrir una irritación mecánica e inflamarse con los traumatismos por impacto, la hiperoclusión, la extirpación de la pulpa, la instrumentación excesiva de los conductos radiculares, la perforación de la raíz y la sobreextensión de los materiales de obturación de los conductos radiculares.

Nakashima et al. ⁵⁰, mencionan que los traumatismos dentales afectan a la pulpa dental provocando una pulpitis por traumatismo. Mamami et al. ⁵¹ afirman que los traumatismos dentales son factores etiológicos de la pulpitis como lo son las lesiones cariosas extensas, las restauraciones defectuosas, entre otros.

La fractura coronaria puede afectar la dentina con una profundidad suficiente para dar lugar a una exposición pulpar. Según Reddy et al. ⁵², el diente suele ser sensible a las variaciones de temperatura, deshidratación y presión. La respuesta a las pruebas pulpares suele ser positiva a menos que exista una luxación al mismo tiempo. El examen radiográfico añade información de la etapa del desarrollo radicular o el tamaño de la pulpa ayudando a determinar el tipo de tratamiento a realizar. ⁵³

Batista et al. ⁵⁴, agregan que el efecto del trauma dental está dado por otros factores asociados como son la fuerza del golpe que lo provoca, la elasticidad del objeto, la forma del objeto que golpea, si el traumatismo es simple o múltiple, la resistencia de las estructuras de sostén y la dirección o ángulo direccional de la fuerza del impacto.

La reacción de la pulpa dental al movimiento ortodóntico va desde la estasis vascular hasta la necrosis del tejido pulpar⁵⁵. También se ha reportado un incremento significativo en los vasos sanguíneos pulpaes y en los factores de crecimiento angiogénicos⁵⁶.

Las secuelas degenerativas en la pulpa durante el movimiento dental ortodóntico pueden atribuirse a neurotransmisores específicos que influyen en el metabolismo celular y el flujo sanguíneo, seguidos por el inicio o la progresión de la reabsorción o remodelación de la raíz apical. La severidad de estos cambios puede estar influenciada por lesiones previas o en curso a la pulpa dental en forma de trauma o caries. Sin embargo, la pulpa en dientes con foramen apical incompleto exhibe un riesgo reducido a estas respuestas, concluyen Kapoor et al.⁵⁷.

La relación existente entre el trauma oclusal y las afecciones pulpaes según lo expuesto por Popescu et al.⁴⁰, consiste en que la cavidad pulpar puede reducirse debido a la deposición de dentina secundaria o terciaria, lo que en algún momento produciría un estrechamiento uniforme de la cámara pulpar y del conducto radicular. Algunas veces puede observarse la presencia de nódulos pulpaes o pulpolitos, que indican un proceso de hipercalcificación producido por el trauma oclusal. Las modificaciones patológicas en el tejido pulpar se determinan por la intensidad y la duración de la acción ejercida por el trauma oclusal y de igual forma por la capacidad de reacción de cada cuerpo por separado⁶.

7. CONCLUSIONES

- Los irritantes mecánicos pueden afectar a la pulpa dental de forma variada.
- Los traumatismos dentales pueden ocasionar desde una pulpitis reversible hasta la necrosis pulpar, esto dependerá del tipo e intensidad del trauma.
- La aplicación de fuerzas ortodónticas puede producir diferentes reacciones a nivel vascular, celular y nervioso, las cuales en condiciones normales no deben presentar efectos más allá de una leve inflamación del tejido pulpar.
- La pulpa dental reacciona a los movimientos ortodónticos con un incremento significativo en los vasos sanguíneos y de los factores de crecimiento angiogénicos.
- El trauma oclusal puede provocar la formación de nódulos pulpares o pulpolitos, que indican un proceso de hipercalcificación en el tejido pulpar provocado por la oclusión traumática.
- El trauma oclusal ocasiona la deposición de dentina secundaria o terciaria lo cual crea un estrechamiento uniforme de la cámara pulpar y del conducto radicular.

8. RECOMENDACIONES

- Se recomienda al odontólogo que para preservar la integridad pulpar durante los procedimientos restauradores debe tener ciertas precauciones para evitar o disminuir las lesiones pulpares. Con la aplicación de una adecuada técnica durante la ejecución de los procedimientos restauradores, el órgano dentino-pulpar puede tolerar bien algunos irritantes, debido a su capacidad de defensa.
- La falta de circulación colateral al tejido pulpar durante el movimiento dental es el principal factor etiológico para la degeneración pulpar. Por tanto, se recomienda el uso de fuerzas leves para reducir el riesgo de daño al tejido y proporcionar tiempo para la posible reparación.
- El odontólogo debe manejar de forma adecuada los traumatismos dentales y continuar dándoles seguimiento a lo largo del tiempo para detectar cualquier cambio a tiempo y abordarlos de manera integral.
- En la práctica odontológica es importante reconocer el trauma oclusal como un factor etiológico durante el diagnóstico endodóntico de pulpitis; así como la utilización del ajuste oclusal como una opción de tratamiento cuando la inflamación pulpar se encuentra en una fase reversible.

9. PROSPECTIVA DEL ESTUDIO

Se sugieren algunas prospectivas de investigación futura y/o revisiones de literatura sobre:

- La reacción de la pulpa dental a otros irritantes mecánicos que no fueron tratados en esta revisión de literatura como son las preparaciones cavitarias profundas, la remoción de tejido dentario sin adecuada refrigeración y el curetaje periodontal profundo.
- De que manera puede afectar a la pulpa dental los hábitos parafuncionales como la atrición y la abfracción dental.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Torabinejad M, Fouad A, Shabahang S. Endodontics E-book: Principles and practice. 6th ed. Elsevier; 2020.
2. Consolaro A. Clinical and imaginologic diagnosis of occlusal trauma. Dent Press Endod. 2012;2(3):10-20.
3. James L. Consolaro A. Clinical and imaginologic diagnosis of occlusal trauma. Dental Press Endod. 2012;2(3):10-20
4. Albertini G, Bechelli D, Capusotto A. Importancia del diagnóstico y tratamiento multidisciplinario del trauma periodontal por oclusión. RAOA. 2007;95(2):157-71.
5. Morales-Chacón A, Bolaños-Alvarado D. Efecto de la oclusión traumática sobre el tejido pulpar. Rev Cient Odontol. 2008;4(2):58-65.
6. Lugo-Ancona P, Cárdenas-Erosa R, Mendiburu-Zavala C, Navarro-Zapata D, Cortes-Carrillo D, Becerril-Álvarez E. Prevalencia de interferencias oclusales en pacientes rehabilitados con prótesis de la unidad móvil de Valladolid, Yucatán, México. Acta Odontol Venezol. 2013;51(4):1-6.
7. Lobbezoo F, Ahlberg J, Glaros A, Kato T, Koyano K, Lavigne G, et al. Bruxism defined and graded: an international consensus. J Oral Rehab. 2013;40(1):2-4.
8. Cohen S. Burns R. Vías de la Pulpa. Octava Edición. Editorial Elsevier Science. Madrid España 2002.

9. Ugalde F. Clasificación de la maloclusión en los planos anteroposterior, vertical y transversal. Rev Assoc Dent Mex. 2007;54(3):97-109.
10. Balcázar-Nájera CA, Isidro-Olan LB, Nájera-Castro A, Hernández-Ramírez G, Rueda- Ventura MA, Garrido-Pérez SMG. Factores de riesgo asociados a la patología periapical y pulpar. Horizonte Sanitario. 2017;16(2):111-119.
11. Okeson, J. Tratamiento de Oclusión y Afecciones Temporomandibulares. Editorial Mosby, 5a Ed. España. 2003.
12. Penna, L. A. P.; Rode, S. M. Estudo morfológico da polpa de molares de ratos Wistar frente a uma oclusão traumática experimental. Pesq Odont Bras. 2000; 14(2):159-164.
13. Hallmon WW. Occlusal trauma: effect and impact on the periodontum. Ann Periodontol. 1999;4:102–8.
14. Clark GT, Tsukiyama Y, Baba K, Watanabe T. Sixty-eight years of experimental occlusal interference studies: what have we learned? J Prosthet Dent. 1999;82:704–13.
15. Kvinnsland S, Heyeraas K, Ofjord ES. Effect of experimental tooth movement on periodontal and pulpal blood flow. Eur J Orthod 1989;11:200–5.
16. Lee YH, Kim GE, Cho HJ et al. Aging of in vitro pulp illustrates change of inflammation and dentinogenesis. J Endod. 2013;39:340–5.

17. Stashenko P, Teles R, D'Souza R. Periapical inflammatory responses and their modulation. *Crit Rev Oral Biol Med* 1998;9:498–521.
18. Caviedes-Bucheli J, Munoz HR, Azuero-Holguin MM, Ulate E. Neuropeptides in dental pulp: the silent protagonists. *J Endod*. 2008;34:773–88.
19. Vandevska-Radunovic V. Neural modulation of inflammatory reactions in dental tissues incident to orthodontic tooth movement: a review of the literature. *Eur J Orthod* 1999;21:231–47.
20. Mattuella LG, Bento LW, de Figueiredo JAP, Nor JE, de Araujo FB, Fossati ACM. Vascular endothelial growth factor and its relationship with the dental pulp. *J Endod*. 2016;33:524–30.
21. Sinanan AC, Hunt NP, Lewis M. Human adult craniofacial muscle-derived cells: neural-cell adhesion-molecule (NCAM; CD56)-expressing cells appear to contain multipotential stem cells. *Biotechnol Appl Biochem*. 2004;40(1):25.
22. Vasquez de Leon A, Mora Perez C, Palenque Guillemi A, Sexto Delgado N, Cueto Hernandez M. Actualización sobre afecciones pulpares. *MediSur*. 2018;6(3):25-8.
23. Meikle MC. The tissue, cellular, and molecular regulation of orthodontic tooth movement: 100-years after Carl Sandstedt. *Eur J Orthod*. 2006;28(3):221–240.
24. Liewehr D. Estructura y funciones del complejo dentinopulpar. Stephen Cohen KM. *Vías de la pulpa*. 9th ed. Madrid: Elsevier; 2007. 469-522.

25. Mendiburu Zavala CEPS, Carrillo Mendiburu J, Lugo-Ancona. P. Relationship between traumatic occlusion and abfractions; their role in pulp disease Revista Odontológica Mexicana. 2017; 1(2):80-85.
26. Hamersky PA, Weimer AD, Taintor JF. The effect of orthodontic force application on the pulpal tissue respiration rate in the human premolar. Am J Orthod. 1980;77(4):368–78.
27. Feliciano KM, de França Caldas A Jr. A sytematic review of the diagnostic classifications of traumatic dental injuries. Dent Taumatology. 2016; 22(2):71-6.
28. Briseño-Marroquín B, López-Murillo H, Kuchen R, Casasa-Araujo A, Wolf TG. Pulp sensitivity changes during orthodontic treatment at different time periods: a prospective study. Clin Oral Investig . 2021;25(5):3207–15.
29. Alomari FA, Al-Habahbeh R, Alsakarna BK. Responses of pulp sensibility tests during orthodontic treatment and reten- tion. International Endodontic Journal. 2011;44:635–643.
30. Vitali FC, Cardoso IV, Mello FW, Flores-Mir C, Andrada AC, Dutra-Horstmann KL, et al. Association between orthodontic force and dental pulp changes: A systematic review of clinical and radiographic outcomes. J Endod. 2022;48(3):298–311.
31. Joffre CP, Perfil VT. Metodología de la investigación jurídica. 2010;31(3):115-118.

32. Barnieri G, ConcepciónM, Rodrigo L, Sanz M. Intrusión Ortodónica en dientes periodontalmente comprometidos. *Revista Oficial de la Sociedad Española de Periodoncia*. 2008; 8(3):185-193.
33. Ré, J.P., & Orthlieb, J.D. Rapid orthodontic extrusion of a subgingivally fractured incisor. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2016;116(3): 464-466.
34. Ball J, Hunt N. The effect of Andresen, Harvold, and Begg treatment on overbite and molar eruption. *Eur J Orthod* 1991;13(1):53-58.
35. Spini R, Cohen D, Juchli M, Ibarra L. Mioclonía palatina esencial. Reporte de un caso pediátrico [Essential palatal myoclonus. A pediatric case report]. *Arch Argent Pediatr*. 2021;119(1):e54-e57.
36. Weir T. Clear aligners in orthodontic treatment. *Aust Dent J*. 2017;62 Suppl 1:58-62.
37. Raymond L, Mithran S, Goonewardene S. Pulp blood flow and sensibility in patients with a history of dental trauma undergoing maxillary expansion. *Angle Orthod*. 2020; 90(5): 695-701.
38. Caviedes-Bucheli J, Gomez-Sosa JF, Azuero-Holguin MM, Ormeño-Gomez M, Pinto-Pascual V, Munoz HR. Angiogenic mechanisms of human dental pulp and their relationship with substance P expression in response to occlusal trauma. *Int Endod J*. 2017; 50(4):339–51.

39. Cattaneo PM, Dalstra M, Melsen B. Strains in periodontal ligament and alveolar bone associated with orthodontic tooth movement analyzed by finite element. *Orthod Craniofac Res.* 2009;12(2):120–128.
40. Popescu M, Deva V, Dragomir L, Searpe M, Vatu M, Stefarta A, et al. Study on the histopathological modifications of the pulp in occlusal trauma. *Rom J Morphol Embryol.* 2011;52(1):425-30.
41. Pileggi R, Dumsha TC, Myslinksi NR. The reliability of the electric pulp test after concussion injury. *Endod Dent Traumatol.* 1996;12: 16-19.
42. Rosa M, Jesus T, María S, María V. Luxación intrusiva del incisivo central superior izquierdo permanente. Autoimplante como alternativa de tratamiento. Caso Clínico. *Edu.mx. ODUS Científica.* 2016; 17(1): 56-65
43. García Ballesta C, Pérez Lajarín L, Cortés L. Alteraciones radiculares en las lesiones traumáticas del ligamento periodontal: revisión sistemática. *RCOE.* 2003; 8(2): 197-208.
44. Raymond L, Mithran S, Goonewardene S. Pulp blood flow and sensibility in patients with a history of dental trauma undergoing maxillary expansion. *Angle Orthod.* 2020; 90(5): 695-701.
45. Hernandez R, Fernandez C, Baptista M. Metodología de la investigación. VI. CDMX: McGraw Hill; 2014. 1-634 p.
46. Linares-Espinós E, Hernández V, Domínguez-Escrig JL, Fernández-Pello S,

Hevia V, Mayor J, et al. Metodología de una revisión sistemática. Actas Urológicas Españolas. 1 de octubre de 2018;42(8):499-506.

47. Yu C, Abbott PV. An overview of the dental pulp: its functions and responses to injury. Aust Dent J. 2017;52(1 Suppl):S4-16.
48. Sabeti M, Tayeed H, Kurtzman G, Mashhadi Abbas F, Talebi Ardakani M. Histopathological Investigation of Dental Pulp Reactions Related to Periodontitis. Eur Endod J. 2021;6(2):164-169.
49. Bjørndal L, Simon S, Thompson PL, Duncan HF. Management of deep caries and the exposed pulp. Int Endod J. 2019;52(7):949-973.
50. Nakashima M, Iohara K, Murakami M, Nakamura H, Sato Y, Ariji Y, Matsushita K. Pulp regeneration by transplantation of dental pulp stem cells in pulpitis: a pilot clinical study. Stem Cell Res Ther. 2017;8(1):61.
51. Mamami EM, Quispe DH, Peñaloza UM. Actualidad del tratamiento farmacológico de la pulpitis irreversible sintomática. Revista Odontológica Basadrina, 2022; 6(1):41-46.
52. Reddy LV, Bhattacharjee R, Misch E, Sokoya M, Ducic Y. Dental Injuries and Management. Facial Plast Surg. 2019;35(6):607-613.
53. Hung K, Montalvao C, Tanaka R, Kawai T, Bornstein MM. The use and performance of artificial intelligence applications in dental and maxillofacial radiology: A systematic review. Dentomaxillofac Radiol. 2020 Jan;49(1):201-207.

54. Batista ST, Tamayo SJ, Soto SM., Paz GL. Traumatismos dentarios en niños y adolescentes. *Correo Científico Médico de Holguín*. 2016; 20(4): 741-755.
55. Pissiotis A, Apostole P. Longitudinal study on types of injury, complications and treatment in permanent traumatized teeth with single and multiple dental trauma episodes. *Dental Traumatology*. 2007;23(4): 222-225.
56. Abbott PV. Prevention and management of external inflammatory resorption following trauma to teeth. *Aust Dent J*. 2016 Mar;61 Suppl 1:82-94.
57. Kapoor S, Jaiswal R, Chugh R, Chowdhary A. "Orthodontic-endodontic relationship"... A symbiotic approach. *JIDA*. 2016;(10)5:25-30.
58. Dragomir L, Caramizaru M, Comanescu T, Daguci C, Popescu M. Study on the importance of the complementary exams for the dento-parodontal changes to the patients with occlusal trauma. *Current Health Scienc J*. 2013;39(2):121-4.