

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA.

FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA.

**MAESTRÍA EN ESTOMATOLOGÍA CON OPCION TERMINAL EN
ENDODONCIA.**

**“EVALUACIÓN DE MATERIALES DE RESTAURACIÓN DE NUEVA
GENERACIÓN PARA REFORZAMIENTO DEL TERCIO CERVICAL EN
DIENTES CON ÁPICE INMADURO”**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN ESTOMATOLOGIA
CON TERMINAL EN ENDODONCIA.**

PRESENTA:

C.D JUAN CARLOS RODRIGUEZ ZUMALACARREGUI

ID: 215450001

DIRECTOR DE TESIS:

D.C. BRENDA ERENDIDA CASTILLO SILVA

ID: NSS526469

DIRECTOR DISCIPLINARIO:

E.E ALEJANDRO GERARDO MARTINEZ GUERRERO

ID:100526940

ASESOR:

BRISEIDA GUADALUPE ROJAS HUERTA

DIRECTOR METODOLOGICO:

M.S.P ROSENDO GERARDO CARRASCO GUTIERREZ

ID: 100008655

PUEBLA, PUE. Junio 2017.

INDICE.

INTRODUCCION.	4
ANTECEDENTES GENERALES.	2
ANTECEDENTES ESPECIFICOS.	7
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	9
Pregunta de investigación.	9
JUSTIFICACION.	10
HIPOTESIS.	10
OBJETIVO GENERAL.	10
OBJETIVOS ESPECIFICOS.	11
MATERIAL Y METODO.	11
Diseño del estudio.	11
Ubicación espacio temporal.	11
Muestreo.	11
Criterios de selección.	12
Variables.	12
Técnicas y procedimientos.	13
Análisis estadístico.	19
Recursos Humanos.	20
Recursos Materiales.	20
Recursos Financieros.	21
RESULTADOS.	21
DISCUSION.	25
CONCLUSIÓN.	29
BIBLIOGRAFIA.	30

RESUMEN.

Uno de los principales desafíos clínicos en los dientes con ápice incompletamente formado es la falta de desarrollo radicular, ocasionando paredes dentinarias delgadas. Actualmente existen tratamientos de regeneración endodóntica que promueven el desarrollo del ápice radicular, así como el engrosamiento de paredes a nivel del tercio medio y apical, sin embargo, no se ha logrado llevando a fracturas a nivel del cuello de los órganos dentarios aun cuando los tratamientos de regeneración fueron exitosos, Debido a esto es necesario de implementar mecanismos para reforzar el tercio cervical y de esta forma reducir la incidencia de fracturas.

OBJETIVO: El propósito de este estudio es evaluar la eficacia del reforzamiento de la zona cervical de dientes con ápice incompletamente formado mediante el uso de distintos materiales de restauración de nueva generación.

METODOS: 32 premolares inferiores unirradiculares serán seleccionados y conformarán 3 grupos. Un grupo control y dos grupos experimentales en los cuales se utilizaron 2 materiales de restauración a base de composite para el reforzamiento cervical (*Sonic Fill* y *Tetric N-Ceram Bulk Fill*,) para posteriormente someterlos a cargas compresivas en una inclinación de 130° hasta producirse la fractura.

RESULTADOS: El grupo reforzado con la resina *Tetric N-Ceram Bulk Fill* presentó una mayor tendencia al reforzamiento, sin embargo, las diferencias no fueron estadísticamente significativas al compararlas con los demás grupos.

INTRODUCCION.

Las lesiones traumáticas dentales son frecuentes en un rango de edad de 8 a 12 años y frecuentemente involucran dientes anterosuperiores(1). Estas lesiones suelen dar lugar a necrosis pulpar de los dientes permanentes jóvenes y a un desarrollo incompleto del ápice y de las paredes del conducto radicular. Los enfoques terapéuticos incluyen pulpotomía parcial, revascularización, apexogénesis y apexificación.

El objetivo principal de estos tratamientos es potenciar la capacidad regenerativa de la pulpa afectada, permitiendo la formación reparadora de la dentina y la maduración radicular continua.

La decisión clínica sobre que tratamiento realizar en dientes inmaduros está relacionada con la vitalidad de los dientes afectados, si contienen tejido pulpar vital, se realiza apexogénesis y en casos que presentan necrosis pulpar se realiza el tratamiento de apexificación.

Se ha propuesto recientemente un protocolo en el cual se induce una hemorragia dentro del conducto conformando un coágulo de sangre que sirve como andamio permitiendo la regeneración tisular en el espacio del conducto y la formación radicular continua, a esto se le llama regeneración endodóntica.

Este término fue adaptado por Iwaya y cols.(2) para describir la curación clínica de abscesos periapicales y la formación de raíces continuas en dientes inmaduros con pulpas necróticas y mediante el uso de diversos materiales tales como el Ca(OH)_2 y MTA que promueven dicha actividad.

Aunque el tratamiento del ápice inmaduro se puede llevar a cabo con éxito, las paredes radiculares delgadas en el área cervical presentan un problema

clínico debido a que puede ocurrir una fractura cervical y el desprendimiento de la corona clínica de el diente involucrado por lo tanto se compromete el éxito del tratamiento y el pronóstico a largo plazo de la pieza dental. Se ha reportado que aproximadamente el 30% de estos dientes se fractura durante o después del tratamiento de endodoncia (3).

Dientes con paredes delgadas pueden restaurarse con materiales que presentan módulo de elasticidad similar a la dentina y forman una estructura uniforme que dará resistencia a las paredes radiculares. Entre los materiales utilizados para la restauración existen resinas compuestas, cementos de resina adhesiva y postes radiculares de fibra de vidrio.

Debido a la introducción en los últimos años de distintos materiales de restauración, es necesario realizar una comparación para evaluar la capacidad para reforzar las paredes de dientes con desarrollo radicular incompleto al exponerse a cargas masticatorias y su capacidad para evitar la fractura coronaria a nivel cervical.

ANTECEDENTES GENERALES.

Los traumatismos orales se producen frecuentemente y comprende el 5% de todas las lesiones por las cuales los pacientes buscan tratamiento. Dentro de las categorías de lesiones orales, las lesiones dentales son las más frecuentes, seguidas de lesiones de tejidos blandos orales(4).

Traumatismos o caries profunda en piezas con ápice inmaduro pueden conducir a necrosis pulpar con formación radicular incompleta, una situación clínica que representa un desafío significativo en endodoncia.(3)

De acuerdo con Cvek (5), el pronóstico de incisivos con pulpa no vital inmaduros depende en gran parte de la etapa de desarrollo de las raíces en el momento de la desvitalización. Sus resultados han informado presencia de fracturas cervicales 4 años después de obturar el conducto, estas incluyen

77% en la etapa 1 (conducto amplio, apertura apical divergente, longitud de la raíz a menos de 1/2 de longitud); 53% en la etapa 2 (conducto amplio, apertura apical divergente, longitud de la raíz media final de longitud); 43% en la etapa 3 (conducto amplio, apertura apical divergente, longitud de la raíz de 2/3 de longitud final); y el 28% en la etapa 4 (foramen apical abierto, longitud de raíz casi completa).

A su vez Patterson en 1958 publicó una clasificación de los dientes permanentes según su desarrollo radicular y apical dividiéndolos en 5 grupos:

- Grado 1.- desarrollo parcial de la raíz con lumen apical mayor que el diámetro del conducto. Desarrollo radicular a la mitad de su longitud total.
- Grado 2.- Desarrollo casi completo de la raíz. Con lumen apical mayor que el conducto. Desarrollo radicular de 2/3 de su longitud y ápice con paredes divergentes.
- Grado 3.- Desarrollo completo de la raíz con lumen apical con igual diámetro que el conducto. Desarrollo radicular de $\frac{3}{4}$ de su longitud.
- Grado 4.- Desarrollo completo de la raíz con diámetro apical más pequeño que el conducto. Desarrollo radicular completo. Ápice abierto.
- Grado 5.- desarrollo completo de la raíz con tamaño microscópico apical.

El tratamiento endodóntico de un diente con estas características es difícil ya que no es posible una instrumentación y obturación adecuada del conducto ya que podría no proporcionar un sellado apical adecuado debido al gran diámetro apical. El tratamiento convencional de estos casos es realizar apexificación.

La apexificación se define como el método de inducción del cierre apical debido a la formación de osteocemento o un tejido duro similar, promoviendo el desarrollo apical de la raíz en dientes incompletamente formados con pulpa no vital(6). El tratamiento del conducto y la reparación del entorno apical permiten la reanudación del desarrollo radicular y el cierre apical.

A principios de los años sesenta, Nygaard-Otsby y cols. realizaron experimentos clínicos en seres humanos en los que instrumentaron y desinfectaron conductos necróticos y realizaron intentos de provocar una regeneración pulpar creando mecánicamente un coágulo sanguíneo dentro de los conductos(7). Sus hallazgos demostraron que el crecimiento interno era posible hasta cierto punto, pero el nuevo tejido formado no tenía similitud con el tejido pulpar normal.

Las preguntas que surgieron fueron, ¿Qué tipo de tejido es el óptimo para ocupar el espacio pulpar?, y a su vez ¿Por qué se querría cambiar un enfoque endodóntico hasta ahora bien aceptado para el tratamiento de un conducto infectado en un diente con ápice inmaduro?

Una respuesta se relaciona con las desventajas de la técnica de apexificación con hidróxido de calcio: 1) Es un procedimiento largo que frecuentemente requiere 1-2 años de tratamiento. 2) Conduce a un debilitamiento de la estructura de la raíz, dando lugar a fracturas cervicales (Figura1) (8).

Debido a las desventajas generadas por el uso de Hidróxido de Calcio se introdujo el mineral trióxido agregado (ProRoot MTA, Dentsply, Tulsa, OK) como material de reparación endodóntica. Este material presenta características fisicoquímicas y biológicas importantes que incluyen la activación de la dentinogénesis reparadora mediante la estimulación de células formadoras de tejido duro que contribuyen a la formación de mineralización.

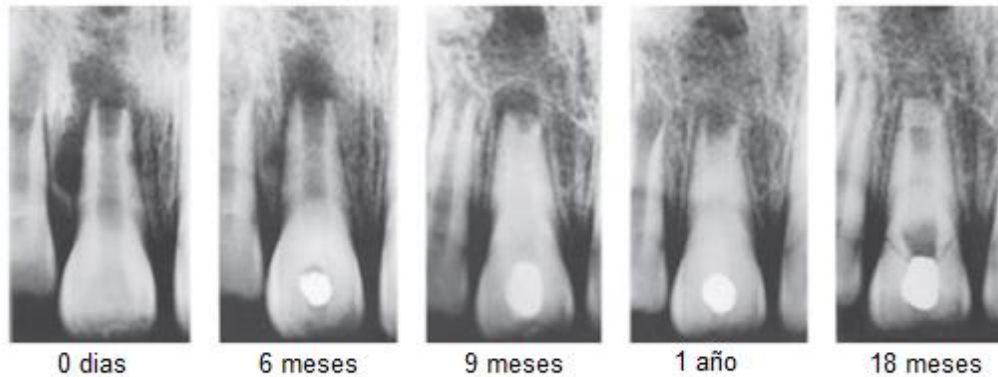


Fig 1. El uso de hidróxido de Calcio para desinfectar el conducto radicular e inducir el cierre del foramen apical en un incisivo central superior parece haber debilitado la estructura radicular provocando una fractura cervical debido a trauma menor.

El MTA es un material bioactivo que en contacto directo con tejidos y fluidos humanos puede:

- Liberar iones de calcio para la unión y proliferación celular.
- Crea un ambiente antibacteriano debido a su pH alcalino.
- Modula la producción de citoquinas para fomentar la diferenciación y migración celular y la posterior formación de tejidos duros.
- Forma apatita carbonatada en la superficie del MTA y proporciona un sello biológico.(9)

Estudios en un modelo de roedores han demostrado que tanto MTA como Hidróxido de Calcio estimularon y aumentaron el índice de mitosis de las células progenitoras. Ambos, MTA e Hidróxido de Calcio provocan una reacción inflamatoria debido a la liberación de calcio y al alto pH de los materiales. Y esto es crítico para que el proceso de reparación continúe. Sin embargo, el MTA no induce la apoptosis de las células pulpares e induce la migración de células progenitoras al sitio dañado y su eventual proliferación y diferenciación en células similares a los odontoblastos(10).

El método necesario para provocar la migración de células progenitoras al espacio del conducto, fundamental para la regeneración pulpar, es la

inducción de la formación de un coágulo sanguíneo en el conducto provocando una hemorragia del tejido periapical(11). Martin y cols. utilizaron la combinación de PRP y la formación de un coagulo junto con medicación con MTA para inducir una regeneración pulpar en un primer molar inferior derecho y para después extraer el órgano dentario para su evaluación histológica. En sus resultados se observó que el tejido formado al interior de los conductos fue una combinación de tejido fibroso y mineralizado, una resolución de la periodontitis apical, ausencia de signos y síntomas clínicos con cierre apical y engrosamiento de las paredes radiculares, considerando esto como un éxito clínico(12).

A pesar de que se realice el procedimiento de regeneración correctamente, se tienen varias desventajas, entre ellas la posibilidad de una fractura. Fractura dental se define como "fractura que involucra a las principales estructuras dentales incluyendo esmalte dentina y pulpa" (4) pudiendo ser de dos tipos: horizontal y vertical. Una fractura horizontal se produce con mayor frecuencia en el tercio medio de la raíz y rara vez en el tercio coronal, a menos que la estructura dental este comprometida. Dentro de los dientes más propensos a recibir una fractura están los incisivos centrales superiores debido a su posición en la arcada dental. La siguiente pieza en la lista son los incisivos laterales superiores seguidos de los incisivos inferiores (13).

Estas fracturas de tipo horizontal se producen debido a fuerzas en la zona superior de la corona y la raíz provocando compresión hacia labial y lingual /palatino, dividiendo la raíz en fragmentos coronal y apical (13). Sin embargo, la susceptibilidad a la fractura depende directamente del soporte y resistencia que presente el diente al momento de ser sometido a fuerzas excesivas.

La resistencia a la fractura de un diente tratado endodónticamente depende de la cantidad de la estructura dental restante y de la elección del material restaurador óptimo(14).

Los dientes de paredes delgadas se pueden restaurar con materiales que tienen un módulo de elasticidad similar a la estructura del diente y formando una unión íntima entre el material de restauración y la estructura dental, a este concepto se le ha denominado monobloque.

ANTECEDENTES ESPECIFICOS.

La capacidad del diente para soportar cargas masticatorias parece ser decisiva cuando se pretende obtener una restauración con alta resistencia a la fractura. En la actualidad los materiales adhesivos y los selladores a base de resina son capaces de aumentar la resistencia a la fractura, creando unidades monobloque en el conducto radicular. Un diente inmaduro restaurado con un sellador a base de resina o una resina compuesta puede presentar mayor resistencia a la fractura que uno restaurado con técnicas convencionales (15).

Las resinas compuestas se unen a la dentina del conducto radicular debilitado y proporcionan refuerzo a la raíz mediante la creación de una unión mecánica y la formación de una capa híbrida (16).

Existe una gran variedad de materiales a base de resina que se han propuesto para el reforzamiento en dientes propensos a fractura debido a que presentan un módulo de elasticidad similar a la dentina, buena resistencia a la compresión y a la flexión, disminución de la microfiltración y contracción volumétrica lo cual favorece el pronóstico de dichos dientes.

Las resinas compuestas son consideradas materiales de primera elección en odontología restauradora, debido a los buenos resultados estéticos y funcionales. Sin embargo, a pesar de la continua evolución de estas resinas, se siguen produciendo problemas como la contracción por polimerización y la microfiltración marginal. Además, con el uso de resinas compuestas de alta viscosidad es difícil obtener una perfecta adaptación a la superficie de la

cavidad y sellado marginal adecuado de la cavidad. Las resinas Bulk-Fill recientemente han introducido características mecánicas y químicas mejoradas. La diferencia en composición de estas resinas en comparación con las resinas compuestas está en la matriz resinosa, esta se basa en 4 monómeros, los cuales son de alto peso molecular lo que le permite un menor desarrollo de contracción por polimerización (17). Los valores de resistencia a la flexión de resinas bulk-fill son comparables con las resinas compuestas convencionales nanohíbridas y microhíbridas y mayores a los de resina compuesta fluida convencional.(18)

Uno de los materiales de nueva generación es el sistema SonicFill (Kerr), resina patentada con rellenos elevados y modificadores especiales que reaccionan ante la energía sónica que se aplica a través de una pieza de mano, las vibraciones sónicas aportadas por la pieza de mano provocan una disminución de la viscosidad (de hasta un 84%), lo cual aumenta la capacidad de fluido del composite y permite una colocación rápida y una adaptación exacta a las paredes de la cavidad. Estas vibraciones sónicas provocan una perfecta unión del composite creando un bloque que mejora la unión a las paredes dentinarias.

Tetric N-Ceram Bulk Fill (Ivoclar) es un composite nanohíbrido radiopaco modelable para la restauración directa de piezas posteriores en incrementos de hasta 4 mm, ha demostrado excelentes propiedades mecánicas y resistencia al desgaste en estudios *in vitro* y se ha demostrado que es eficaz en la restauración y reforzamiento de lesiones cervicales no cariosas clase V en dientes anteriores. Además, su consistencia ayuda a la adhesión a las paredes dentinarias.(16)

Agarwal y cols. evaluaron la adaptación marginal e interna de diferentes resinas bulk-fill de distintas viscosidades antes y después de ser sometidas a

termociclaje. Los resultados demostraron que ambos materiales, Sonic Fill y Tetric N-Ceram Bulk Fill obtuvieron resultados similares en cuanto a evaluación de zonas libres de espacios entre el material restaurador y la dentina. Sin embargo, la viscosidad del material parece ser el principal factor para la adaptabilidad y el sellado marginal. (19)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El espesor de la dentina es uno de los factores más importantes para determinar la resistencia a fractura de un diente y también para la realización de un tratamiento de endodoncia. La poca estructura dental especialmente en dientes con ápice incompletamente formado en la zona cervical reduce la resistencia a fractura coronal cuando los dientes se someten a fuerzas tanto oclusales como traumáticas.

Para esto existen protocolos y materiales que colocados en la zona cervical del conducto podrían reforzar las paredes dentinarias favoreciendo el éxito de la restauración y aumentando la resistencia de los dientes a tratar. Sin embargo, debido a la gran diversidad de materiales de restauración de nueva generación que existen en el mercado y sus diferentes propiedades se desconoce cuál es el material indicado para la resistencia a fractura.

Pregunta de investigación.

¿Qué material de restauración de nueva generación (Sonic Fill o Tetric N-Ceram Bulk Fill) presenta mayor eficacia para reforzar el tercio cervical de dientes con ápice inmaduro?

JUSTIFICACION.

Las lesiones traumáticas tienen mayor prevalencia en el rango de 8 a 12 años e involucran principalmente a los dientes anteriores maxilares. Este trauma puede ocasionar un cese en el desarrollo radicular provocando un desarrollo incompleto de las paredes dentinarias a lo largo de todo el conducto radicular dificultando el tratamiento endodóntico y generando un pronóstico reservado en cuanto a su restauración debido a la posibilidad de fractura en tercio cervical debido a fuerzas oclusales y traumáticas comprometiendo el éxito del tratamiento.

Debido a que actualmente se han implementado tratamientos de regeneración endodóntica que permiten el cierre del ápice radicular, es necesario identificar el material de restauración de nueva generación indicado para reforzar el tercio cervical, con el objetivo de lograr un mayor índice de éxito clínico preservando los órganos dentarios.

HIPOTESIS.

Hi : Existen diferencias entre la resistencia a la fractura al utilizar Sonic Fill en comparación con Tetric N-Ceram Bulk Fill para el reforzamiento del tercio cervical de dientes con ápice inmaduro.

Ho: No existen diferencias entre la resistencia a la fractura al utilizar Sonic Fill en comparación con Tetric N-Ceram Bulk Fill para el reforzamiento del tercio cervical de dientes con ápice inmaduro.

OBJETIVO GENERAL.

Comparar la resistencia a la fractura entre Sonic Fill y Tetric N-Ceram Bulk Fill en el reforzamiento del tercio cervical de dientes con ápice inmaduro.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Evaluar resistencia a la fractura del Sonic Fill en el reforzamiento del tercio cervical de dientes con ápice inmaduro.
- Evaluar la resistencia a la fractura del Tetric N-Ceram Bulk Fill en el reforzamiento del tercio cervical de dientes con ápice inmaduro.
- Comparar los diferentes grupos experimentales entre sí y con el grupo control.

MATERIAL Y METODO.

Diseño del estudio.

- De acuerdo a la intervención del investigador: **Experimental**.
- De acuerdo a la medición del fenómeno en el tiempo: **Prospectivo**
- De acuerdo al número de las mediciones: **Transversal**
- Diseños de estudio de acuerdo a la dirección del análisis: **Analítico**

Ubicación espacio temporal.

El presente estudio se realiza dentro de los laboratorios y clínica de endodoncia de la Facultad de Estomatología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Muestreo.

Descripción de Población Universo	32 dientes premolares unirradiculares inferiores Extraídos.	Muestra poblacional 30.
--	---	-------------------------

Criterios de selección.

Criterios de inclusión:

- Dientes unirradiculares con raíces rectas.
- Dientes con curvaturas menores a 30°.
- Dientes con coronas intactas.

Criterios de exclusión:

- Presencia de líneas de fractura en esmalte
- Dientes con Restauraciones coronales
- Dientes con tratamiento de conductos previamente realizado.
- Dientes con raíces enanas o cortas.
- Dientes temporales.
- Dientes con conductos calcificados.
- Desgaste excesivo de las paredes del conducto al momento de estandarizar las muestras
- Perforación de las paredes del conducto al momento de estandarizar las muestras.

Criterios de eliminación:

- Dientes con desgaste incisal excesivo con poca estructura coronal remanente.

Variables.

Variable Dependiente:

- Resistencia a la fractura.

Variable Independiente.

- Materiales de restauración.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Escala y categorías
Resistencia a la Fractura	Una fractura es la pérdida de continuidad normal de la sustancia a consecuencia de golpes, fuerzas o tracciones cuyas intensidades superen la elasticidad propia del objeto.	Medir la fuerza requerida para provocar un desprendimiento de la corona clínica expresado en kilogramos.	Cuantitativa, por razón continua dicotómica
Materiales de restauración.	Material utilizado para restaurar, reparar o rehabilitar estructura dentaria lesionada o perdida.	Colocación del material para incrementar la resistencia a la fractura.	Cualitativa, nominal dicotómica.

Se llevará a cabo la estandarización de los investigadores con un experto, la consistencia se calculará mediante el coeficiente Kappa de Cohen para la variable cualitativa y coeficiente de correlación intraclass para la variable cualitativa.

Técnicas y procedimientos.

Se utilizarán treinta premolares inferiores unirradiculares extraídos intactos obtenidos de sujetos de ambos sexos los cuales se distribuirán en los

diferentes grupos de manera aleatoria. Los dientes se almacenarán en agua para evitar su deterioro excepto durante la prueba experimental. Se observarán líneas de fractura o defectos en el esmalte con un microscopio dental para aplicar los criterios de exclusión en caso de ser requeridos.

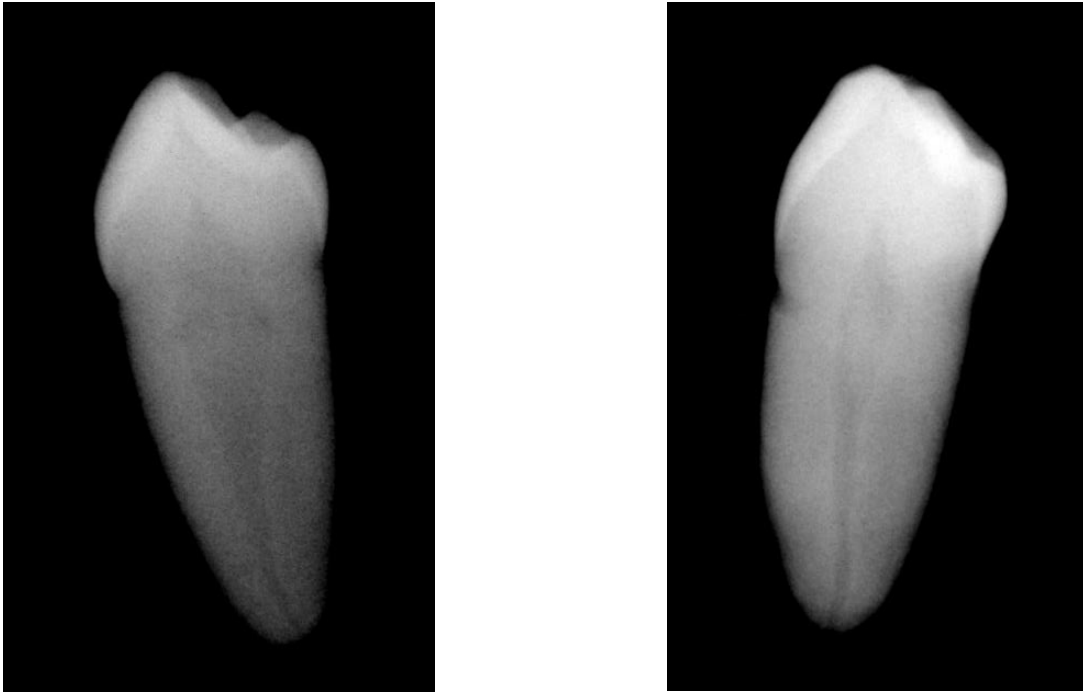


Figura 2, 3. Radiografía tomada de dos de las muestras experimentales para corroborar la presencia de un conducto único.

De acuerdo con el protocolo establecido por Katebzadeh (1), Se realizará el acceso por lingual utilizando una fresa redonda # 4 y una fresa de diamante cónica a una dimensión normalizada de 3 mm por 3 mm. Se cortarán 3 mm del ápice del diente con una fresa troncocónica de diamante y posteriormente se utilizará una fresa de carburo #331-L para ampliar el conducto y se realizará una guía de acceso a la parte coronal. Se utilizarán fresas Peeso número 5 y 6 para crear paredes divergentes y ampliar el espacio del conducto a un diámetro aproximado de 3 mm y simular un ápice inmaduro.

Durante la ampliación se irrigará con solución salina para eliminar restos de dentina.

Se mezclará material de impresión polivinil siloxano y se aplicará una delgada capa en la raíz del diente con un pincel de pelo de camello para simular la presencia del ligamento periodontal. (Figura 4) Los dientes serán montados en moldes rectangulares a una inclinación de 130° para después verter resina de acrílico transparente hasta la unión cemento esmalte. posteriormente se irrigarán con EDTA al 17% para eliminar los restos de dentina remanentes dentro de los conductos.



Figura 4. Se observa una capa de polivinil siloxano recubriendo la superficie radicular, método utilizado para simular presencia de ligamento periodontal.

Dentro del conducto, aproximadamente 5 mm por debajo de la unión cemento esmalte, se colocará una capa de 3 mm de MTA y después se colocará una delgada capa de ionómero de vidrio para base, para simular el protocolo establecido por la AAE para los procedimientos de regeneración pulpar. (20) Se tomarán radiografías de las muestras por cada grupo para evaluar la correcta adaptación de los materiales utilizados.

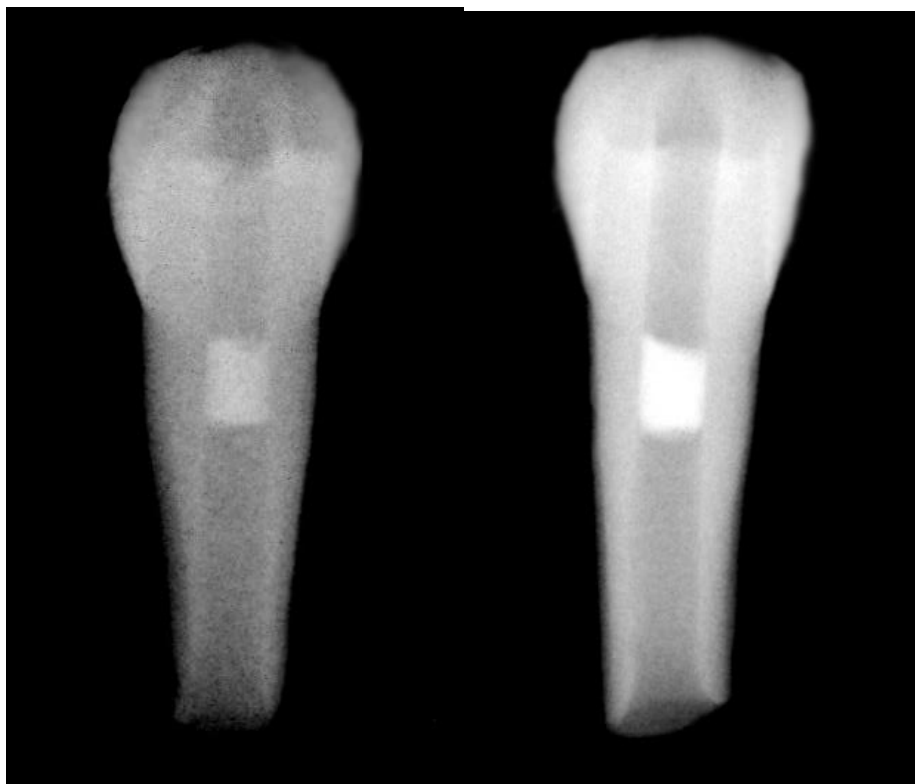


Figura 5,6. Radiografías donde se observa la presencia de MTA en los conductos, colocado según el protocolo establecido.

Grupo Control.

En 4 muestras seleccionadas se acondicionará la dentina con ácido ortofosfórico al 14% durante 15 segundos, posteriormente se enjuagará durante el mismo tiempo. El conducto y la cavidad de acceso se sellará utilizando ionómero de vidrio (Fuji 2, Gold Label).



Figura 7,8. Muestras del grupo control, se observa ionomero de vidrio dentro del conducto próximo al MTA. Nótese los espacios presentes al interior del conducto probablemente debido a la falta de compactación antes del fraguado del material.

Grupos Experimentales:

Las muestras se dividirán en 2 grupos (n=13 por grupo). El conducto se acondicionará utilizando ácido ortofosfórico al 14% durante 15 segundos, posteriormente se enjuagará durante el mismo tiempo y secará la superficie con aire. Los procedimientos adhesivos se realizarán con el sistema adhesivo Tetric N-Bond (Ivoclar Vivadent) siguiendo las instrucciones del fabricante. Los composites (Sonic Fill, , *Tetric N-Ceram Bulk Fill*) se colocarán en incrementos de 4 mm utilizando el sistema de reconstrucción indicado y serán

fotocurados durante 40 s según lo indicado por el fabricante con una lámpara de fotocurado de luz LED (Elipar, 3M). Al igual que en el grupo control la cavidad de acceso se sellará utilizando ionómero de vidrio.

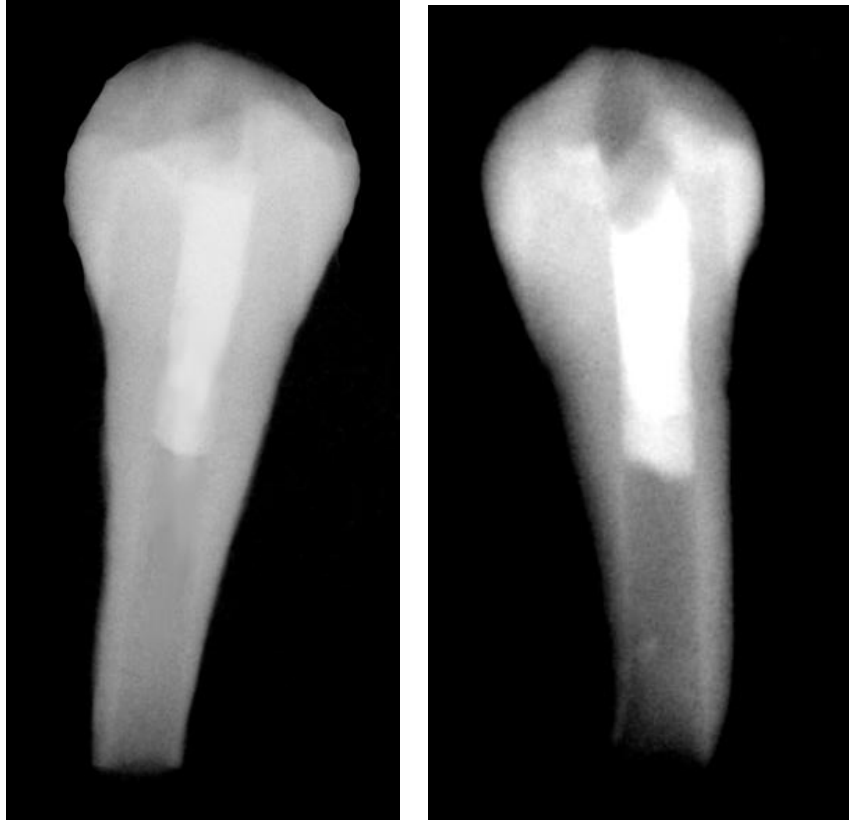


Figura 9,10. Radiografías de muestras pertenecientes al grupo experimental restaurado con Sonic Fill.

Evaluación de resistencia a fractura.

Una máquina de prueba universal Instron se utilizará para aplicar una carga controlada a cada muestra a una velocidad de 5,0 mm / min. Cada muestra se fijará en la platina asegurándose de estar en un ángulo de carga de 130 grados con respecto al eje longitudinal del diente. Este ángulo se ha elegido porque simula el ángulo medio de contacto entre incisivos superiores e inferiores en una oclusión de clase 1, la fuerza se aplicará en el vector

linguolabial. La magnitud de la carga se registrará continuamente hasta producir una fractura en la zona cervical.



Figura 11,12. Radiografías de muestras pertenecientes al grupo experimental restaurado con Tetric N- Ceram Bulk Fill.

Análisis estadístico.

Para variables numéricas se utilizarán medidas de tendencia central y dispersión. Para determinar diferencias entre los grupos, se utilizarán las pruebas estadísticas Anova para ver si las diferencias son estadísticamente significativas y T de Student para realizar comparaciones entre los distintos grupos independientes, con su respectiva significancia estadística que es $p = .05$

LOGISTICA

Recursos Humanos.

- Un tesista: Alumno de la Maestría en Estomatología con opción terminal en Endodoncia.
- Director metodológico:
- Director disciplinario:

Recursos Materiales.

- Pieza de alta velocidad.
- Motor Elements Sybron Endo.
- Fresa #331-L.
- Fresas Peeso.
- Espátula de cemento.
- Espátula de resina.
- Regla milimétrica.
- Radiovisiógrafo.
- Acrílico autopolimerizable
- Cera rosa toda estación.
- Cilindro de aluminio.
- Material de impresión polivinil siloxano.
- Pincel.
- Ionómero de Vidrio.
- MTA.
- EDTA.
- Acido ortofosfórico.
- Puntas dispensadoras de material de impresión.

- Sistema de obturación Ultrasónica Sonic Fill
- Jeringa de resina Tetric N- Ceram Bulkfill.

Recursos Financieros.

- Serán aportados por el investigador.

RESULTADOS.

La resistencia a la fractura dentro de cada grupo se muestra en la tabla 1. Se realizó prueba estadística ANOVA en el cual se hicieron las comparaciones entre cada uno de los grupos experimentales y el grupo control con resultados de $p=.27$ lo que significa que no existió diferencia estadísticamente significativa al comparar los tres grupos entre sí.

El grupo 3 en el cual el tercio cervical se reforzó con la resina Tetric N-Ceram Bulk Fill presentó una mayor tendencia al reforzamiento comparándolo con el otro grupo experimental y el grupo control, sin embargo, las diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Los grupos 2 y 3 no fueron diferentes entre sí, así como tampoco entre los grupos 1 y 2. La grafica de medias (Figura 17) nos ayuda a comprobar que no existe diferencia significativa entre los grupos.

Al mismo tiempo se observaron diferentes patrones de fractura en distintas muestras en todos los grupos. La tabla 2 demuestra las distintas zonas donde se registró la fuerza requerida para provocar fractura, siendo estas: fractura del esmalte, fracturas de esmalte/ dentina o ninguna presencia de fractura y ubicando las muestras por grupo en cada categoría.



Fig 13, 14. Fotografías que demuestran la fractura coronal de las muestras en los grupos experimentales.



Fig 15, 16. Fotografías que demuestran la fractura coronal de las muestras en los grupos experimentales.

Tabla 1. Resistencia a la fractura de premolares inferiores uniradiculares después de ser reforzados con diferentes materiales de restauración.

	Mediana	Desviación Estándar	Rango
Grupo 1. Control (N) n=4	146.55	218.197	477.7
Grupo 2. Sonic Fill (N) n=13	176.40	171.644	495.76
Grupo 3. Tetric N-Ceram Bulk fill (N) n=13	302.2	178.492	539.4

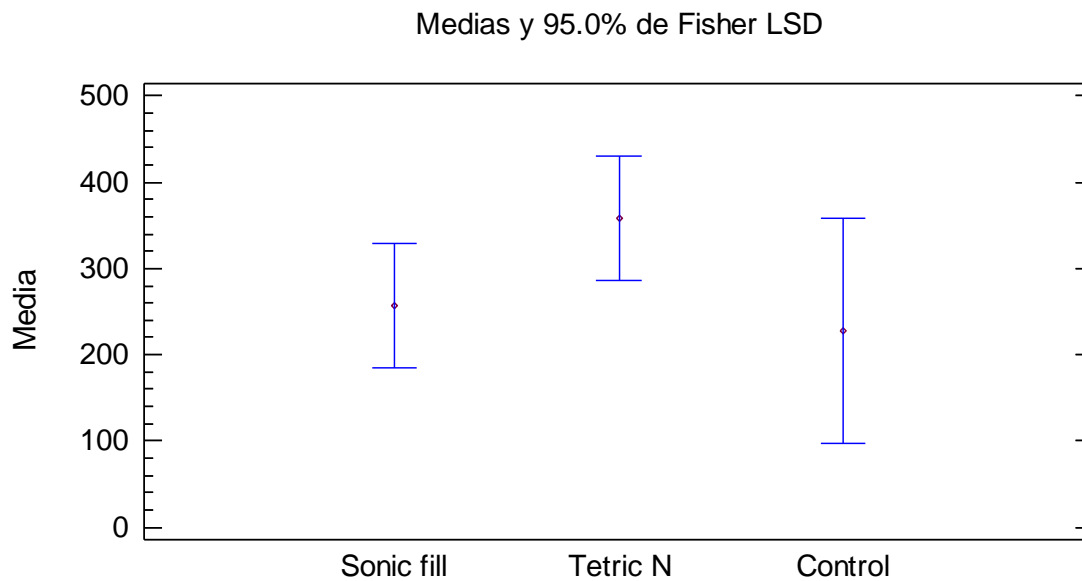


Figura 17. Grafica de medias en la que se corrobora que no existen diferencias significativas entre todos los grupos de estudio.

Tabla 2. Niveles donde se registró la fractura.

Nivel de la fractura.	Grupo 1. Control	Grupo 2. Sonic Fill	Grupo 3. Tetric N- Ceram Bulk fill
Esmalte	1	5	4
Esmalte/Dentina	3	7	8
No fractura	-	1	1

DISCUSION.

El objetivo de este estudio fue comparar la resistencia a la fractura de materiales de restauración de nueva generación para el reforzamiento del tercio cervical en dientes con ápice inmaduro. Los materiales Sonic Fill y Tetric N- Ceram Bulk Fill aunque provocaron un incremento en el reforzamiento no existen diferencias significativas al compararlos con el protocolo establecido para el tratamiento de estos casos.

Estudios previos encontraron que muestras restauradas con composites de resina Bulk Fill demuestran un mayor reforzamiento que las tratadas con resina convencionales.(18) Sin embargo, en este estudio, no hubo diferencias significativas encontradas entre los dos sistemas Bulk Fill, a pesar de que el TNCBF (Tetric N- Ceram Bulk Fill) demostró mayor RF (Resistencia a la fractura) que Sonic Fill.

Los resultados de la Tabla 1 demuestran que los rangos de fuerza requeridos para provocar la fractura a nivel cervical varían en gran medida, en algunos solo se logró un desprendimiento de la capa de esmalte en la cúspide donde se aplicó la fuerza o no se alcanzó a provocar la fractura. Un patrón que se pudo reconocer en estas muestras donde la fractura a nivel cervical no ocurrió fue que las cúspides bucales sobre las que se aplicó la fuerza eran más prominentes en comparación con otras muestras.

De acuerdo a la anatomía de los premolares mandibulares, el primer premolar mandibular tiene muchas de las características de un pequeño canino, porque su aguda cúspide vestibular es la única parte que ocluye con los dientes maxilares. Por su parte el segundo premolar mandibular tiene muchas peculiaridades propias de un pequeño molar porque sus cúspides linguales están bien desarrolladas y definidas, así se consigue una oclusión más eficiente con los antagonistas de la arcada opuesta. (Ver figuras 14 y 15)



Figura 18. Primer premolar mandibular izquierdo, cara mesial.



Figura 19. Segundo premolar mandibular izquierdo, cara mesial.

De acuerdo con Wheeler (21) una de las principales características del primer premolar mandibular es que presenta varias particularidades que lo asemejan al canino mandibular entre ellas destacan que la cúspide vestibular es larga y puntiaguda parecida a la de un canino y es la única que ocluye y a su vez que el diámetro vestibulolingual también es semejante al canino.

Debido a la prominencia de la cúspide bucal del primer premolar mandibular existe la posibilidad de que la presencia de una mayor cantidad de estructura dental, tanto esmalte como dentina, haya provocado la falla en la fractura en algunas muestras o bien únicamente el desprendimiento de la capa esmalte de la cúspide bucal. Por lo tanto, en esos casos se hubiera requerido una mayor fuerza para lograr la fractura en la zona cervical.

En el presente estudio las muestras fueron divididas al azar, sin diferenciar entre primero y segundo premolar, es también por eso que probablemente se observó un número similar de muestras que presentaban fracturas

únicamente en esmalte o que no presentaron fractura alguna. (Ver tabla 2) Sin embargo las muestras cumplen con los criterios de inclusión establecidos en el presente estudio por lo que no se considera un error en el protocolo establecido para la estandarización de las muestras.

Otro factor que podría considerarse relevante con respecto a la anatomía de las muestras y sobre todo las dimensiones en cuanto a su espesor mesiodistal o bucolingual, es las características genéticas relacionadas con el dimorfismo sexual, es decir, las diferencias anatómicas que pueden presentarse dependiendo el género y la genética de cada individuo.

En un estudio realizado por Stanley y cols. mencionan que la existencia de dimorfismo sexual en el tamaño de los dientes permanentes es un atributo bien conocido de los primates, por lo tanto, decidieron postular y experimentar con dos condiciones, la primera comparar si existen una fuerte semejanza en cuanto a variaciones anatómicas entre hermano y hermana, y la segunda condición fue comprobar si existe una relación entre el tamaño dental y el tamaño corporal. Todo esto mediante la observación de distintas poblaciones humanas. Los resultados demostraron que el porcentaje de diferencias es mayor para los dientes caninos, seguido de molares, ambos mandibulares. También postularon que el dimorfismo tiene una base genética en el tamaño del diente, ciertamente difiere en magnitud entre linajes y en promedio de población a población.(22)

Otros factores a considerar son las propiedades que poseen los materiales utilizados en el presente estudio. Como mencionó El-Safty y cols., los composites Bulk Fill probablemente cumplen algunos requisitos importantes, en particular una baja contracción por polimerización, facilidad de uso, profundidad de fotocurado y características físicas mejoradas, esto debido que presentan una mayor translucidez y un bajo estrés a la contracción

relacionado con modificaciones en el contenido del relleno (tamaño de su partícula) y / o en la matriz orgánica. (18)

De manera similar, otro estudio planteó algunas preocupaciones con respecto a la dureza baja y muy baja y el módulo elástico para algunos materiales de Bulk Fill. En él los materiales de Bulk Fill presentaron propiedades mecánicas más bajas en comparación con los compuestos de alto relleno (control), debe observarse que las propiedades de algunos composites Bulk Fill pueden ser equivalentes a otros materiales convencionales en el mercado. Por ejemplo, Tetric N-Ceram Bulk-Fill presenta propiedades cercanas a las de su contraparte convencional del mismo fabricante, Tetric N-Ceram. (23)

El menor estrés de contracción y, en algunos casos, la adaptación marginal mejorada reportada para materiales Bulk Fill, probablemente se relacionen con su bajo módulo de elasticidad.

Según una revisión crítica de la literatura sobre las propiedades mecánicas de la dentina humana, los valores del módulo de elasticidad medidos para la dentina mediante pruebas mecánicas oscilan entre 12 y 20 GPa. (24)

Por lo tanto, un estudio demostró que sólo los composites híbridos se aproximan a los valores de elasticidad de la dentina, mientras que los materiales de la categoría Bulk Fill presentan valores más bajos (3,3 a 9,4 GPa). Mientras que otros compiten con los valores de módulo de elasticidad reportados para composites híbridos (8 GPa). (18)

Por lo tanto, es cuestionable si se debe cambiar de materiales con composites híbridos, que en el mejor de los casos alcanzan los valores más bajos de módulo de elasticidad que la dentina, a materiales con un módulo aún más bajo para restaurar o reforzar el tejido dental perdido.

Con respecto a el material utilizado en el grupo control, ionomero de vidrio, es bien sabido que están compuestos de un polvo de vidrio de

fluoroaluminosilicato de calcio y una solución acuosa de un copolímero de ácido acrílico (polielectrolito), son materiales de restauración dental clínicamente funcionales. Estos cementos poseen ciertas propiedades únicas que los hacen útiles como materiales restauradores y adhesivos. Sin embargo, las bajas resistencias mecánicas de las hacen que los cementos sean inadecuados para su uso en sitios de alto estrés. Sin embargo, estudios reportan que propiedades como son su módulo de elasticidad varían de entre 11.1 MPa y 26.1 MPa. (25)

Comparando estos valores con el módulo de elasticidad de la dentina anteriormente mencionado, se puede observar una similitud, por lo tanto, el uso de este material para restaurar estructura dental perdida puede resultar favorable en casos donde la pieza restaurada este bajo continuo estrés masticatorio.

CONCLUSIÓN.

En conclusión, dentro de las limitaciones de este estudio, el uso de materiales de nueva generación para el reforzamiento cervical en un modelo de dientes con ápice inmaduro no aumenta significativamente la resistencia a la fractura comparados con materiales de restauración convencionales, pero se observa una tendencia a mejorar dicha resistencia. Los resultados pueden variar, esto debido a factores como la anatomía de las muestras evaluadas y las diferentes propiedades que poseen los materiales utilizados.

A su vez se recomienda realizar estudios posteriores en los cuales se analicen las características de las muestras a utilizar y preferiblemente aumentar el número de muestras para corroborar los resultados y así quizás poder observar mejor el comportamiento de estos materiales cuando son utilizados para el reforzamiento cervical.

BIBLIOGRAFIA.

1. Katebzadeh N, Dalton C, Trope M. Strengthening Immature Teeth during and after Apexification. 1998;24(4):256–9.
2. Torabinejad M, Milan M, Shabahang S, Wright KR, Faras H. Histologic Examination of Teeth with Necrotic Pulps and Periapical Lesions Treated with 2 Scaffolds : An Animal Investigation. J Endod [Internet]. Elsevier Ltd; 2015;41(6):846–52. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2015.01.026>
3. Lawley GR, Schindler WG, Iii WAW, Kolodrubetz D. Evaluation of Ultrasonically Placed MTA and Fracture Resistance with Intracanal Composite Resin in a Model of Apexification. 2004;(7).
4. Andersson L, Andreasen JO, Day P, Heithersay G, Trope M, DiAngelis AJ, et al. International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 2. Avulsion of permanent teeth. Dent Traumatol. 2012;28(2):88–96.
5. Cvek M, Tsilingaridis G, Andreasen JO. Survival of 534 incisors after intra-alveolar root fracture in patients aged 7-17 years. Dent Traumatol. 2008;24(4):379–87.
6. Iwaya SI, Ikawa M, Kubota M. Revascularization of an immature permanent tooth with periradicular abscess after luxation. Dent Traumatol. 2011;27(1):55–8.
7. Fouad AF, Verma P. Healing after regenerative procedures with and without pulpal infection. J Endod [Internet]. Elsevier Ltd; 2014;40(4 SUPPL.):S58–64. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2014.01.022>
8. Flores MT, Andersson L, Surgery M, Andreasen JO, Bakland LK, Malmgren B, et al. Protocolo para el manejo de lesiones traumáticas dentarias Protocolo para el manejo de lesiones traumáticas en

- dentición. Dent Traumatol. 2007;31–49.
9. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral Trioxide Aggregate: A Comprehensive Literature Review-Part III: Clinical Applications, Drawbacks, and Mechanism of Action. J Endod [Internet]. Elsevier Ltd; 2010;36(3):400–13. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2009.09.009>
 10. Lin LM, Rosenberg PA. Repair and regeneration in endodontics. Int Endod J. 2011;44(10):889–906.
 11. Balkaya MC, Sinem I. Effect of resin-based materials on fracture resistance of endodontically treated thin-walled teeth. J Prosthet Dent [Internet]. The Editorial Council of the Journal of Prosthetic Dentistry; 109(5):296–303. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-3913\(13\)60304-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-3913(13)60304-2)
 12. Saoud TM, Martin G, Chen YM, Chen K, Chen C, Songtrakul K, et al. Treatment of Mature Permanent Teeth with Necrotic Pulps and Apical Periodontitis Using Regenerative Endodontic Procedures: A Case Series. J Endod [Internet]. Elsevier Ltd; 2016;42(1):57–65. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2015.09.015>
 13. Patel P, Shah M, Joshi C, Savaliya S. Conservative Treatment of A Horizontal Root Fracture in A Maxillary Central Incisor with the Help of Intraradicular Splinting – A Case Report. IOSR J Dent Med Sci [Internet]. 2015;14(6):2279–861. Available from: www.iosrjournals.org
 14. Karzoun W, Abdulkarim A, Samran A, Kern M. Fracture Strength of Endodontically Treated Maxillary Premolars Supported by a Horizontal Glass Fiber Post: An In Vitro Study. J Endod [Internet]. Elsevier Ltd; 2015;41(6):907–12. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0099239915000746>
 15. Kim YK, Grandini S, Ames JM, Gu L sha, Kim SK, Pashley DH, et al. Critical Review on Methacrylate Resin-based Root Canal Sealers. J

- Endod [Internet]. Elsevier Ltd; 2010;36(3):383–99. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2009.10.023>
16. Wu X, Chan ATT, Chen YM, Yip KHK, Smales RJ. Effectiveness and dentin bond strengths of two materials for reinforcing thin-walled roots. *Dent Mater.* 2007;23(4):479–85.
 17. Czasch P, Ilie N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. 2013;227–35.
 18. Sabbagh J, Devaux J, Leloup G. ScienceDirect Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. *J Dent* [Internet]. Elsevier Ltd; 2014;1–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2014.05.009>
 19. Agarwal RS, Hiremath H, Agarwal J GA. Evaluation of cervical marginal and internal adaptation using newer bulk fill composites. *J Conserv Dent.* 2015;18:56–61.
 20. Article R. Regenerative Endodontics : A Review of Current Status and a Call for Action. 2007;33(4):377–90.
 21. Nelson, Stanley J. and MMA. Wheeler Anatomia, fisiologia y oclusion dental. Elsevier Inc.; 2010.
 22. Garn SM, Lewis AB, Swindler DR, Kerewsky RS. *Journal of Dental Research.* 1967;
 23. Xu H, Zheng Q, Shao Y, Song F, Zhang L, Wang Q, et al. ScienceDirect The effects of ageing on the biomechanical properties of root dentine and fracture. *J Dent* [Internet]. Elsevier Ltd; 2013;42(3):305–11. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2013.11.025>
 24. Kinney JH, Marshall SJ MG. The mechanical properties of human dentin: a critical review and re-evaluation of the dental literature. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2003;14:13–29.
 25. Xie D, Brantley WA, Culbertson BM, Wang G. Mechanical properties and microstructures of glass-ionomer cements &. 2000;16:129–38.

