

Universidad Autónoma de Baja California

Facultad de Odontología Tijuana

Especialidad en Odontología Pediátrica



RESISTENCIA A LA FRACTURA DE CORONAS PEDIÁTRICAS DE ZIRCONIA: IN VITRO.

Trabajo terminal y caso clínico para obtener el DIPLOMA de ESPECIALIDAD
EN ODONTOLOGÍA PEDIÁTRICA

PRESENTA

Karen Janina Collins Galaviz

PRESIDENTE

Dra. Haydeé Gómez Llanos Juárez

SINODAL

SINODAL

Dra. Irma Alicia Verdugo Valenzuela

MC Betsabé De La Cruz Corona

Tijuana, Baja California, Noviembre de 2017

RESUMEN

Resistencia a la fractura de coronas pediátricas de zirconia: in vitro

Introducción: En la actualidad, hay un aumento en la demanda de los padres por tratamientos estéticos dentales para sus hijos. Las coronas de zirconia pediátricas son una alternativa estética a las coronas de acero cromo.

Objetivo: Evaluar la resistencia de las coronas pediátricas de zirconia.

Materiales y métodos: Se colocaron coronas de Zirconia NuSmile®ZR en 18 molares temporales extraídos conservados previamente en cloramina y se sometieron a pruebas de compresión en la máquina de ensayos universales Shimadzu® para determinar su resistencia y fuerza requerida para fractura.

Resultados: De 15 muestras finales se demostró una resistencia calculada de 15.25 megapascales y una fuerza requerida para fractura de 1045.83 Newtons.

Discusión: La fuerza requerida para fracturar las coronas es altamente mayor en comparación con la fuerza oclusal máxima infantil en la región del primer molar temporal dada por Braun de 78N hasta 106 N.

Conclusión: Las coronas de zirconia son una alternativa estética y resistente para las restauraciones en dentición temporal.

Palabras clave: coronas de zirconia, resistencia, dentición temporal.

ABSTRACT

Fracture resistance of pediatric zirconia crowns: in vitro

Introduction: Parental preference for esthetic dental treatments for their children is on the rise. Pediatric zirconia crowns are an esthetic alternative to stainless steel crowns.

Objective: Evaluate the fracture resistance of pediatric zirconia crowns.

Materials and methods: Eighteen NuSmile®ZR crowns were cemented on extracted primary molars previously stored con chloramine and thusly were submitted on compression trials on the Shimadzu© Universal Testing Machine to determine its fracture resistance and force required for fracture.

Results: A resistance of 15.25 mPa and a force required for fracture of 1045.83 N were obtained from 15 final samples.

Discussion: The maximum fracture resistance force obtained in this study was significantly than the maximum bite force of children six to 10 years old in the area of the primary first molar that ranges from 78 to 106 N.

Conclusion: Pediatric zirconia crowns are an esthetic and resistant alternative for primary dentition.

Key words: zirconia crowns, resistance, primary dentition.

CONTENIDO

1. LISTA DE CUADROS	5
2. LISTA DE FIGURAS	6-7
3. INTRODUCCIÓN	8-10
4. REVISIÓN DE LITERATURA	11-20
5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
6. JUSTIFICACIÓN	22-23
7. HIPÓTESIS	24
8. OBJETIVO	25
9. MATERIALES Y MÉTODOS	26-35
10.RESULTADOS	36-47
11.DISCUSIÓN	48-51
12.CONCLUSIÓN	52
13.RECOMENDACIONES	53
14.CASO CLÍNICO	54-81
15.ANEXOS	82-83
16.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84-89

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Título	Pág.
1	Medidas de corona por muestra	37
2	Punto de ruptura por muestra	41
3	Medidas de Pascales y Megapascales por muestra	44
4	Estadísticos descriptivos	47
5	Diagnóstico de caso clínico	73
6	Plan de tratamiento de caso clínico	74

LISTA DE FIGURAS

Figura	Título	Pág.
1	Molares primarios extraídos obtenidos	36
2	Medidas de coronas utilizadas	38
3	Fractura de las muestras	39
4	Fuerza de fractura	40
5	Fractura dental	42
6	Resistencia en Pascales	43
7	Resistencia en Megapascales	45
8	Comparación con otros estudios	46
9	Examen extraoral: Fotografía de frente	66
10	Examen extraoral: Fotografía de perfil	67
11	Examen intraoral: Fotografía de frente	68
12	Examen intraoral: Fotografía oclusal superior	69
13	Examen intraoral: Fotografía oclusal inferior	70
14	Examen intraoral: Fotografía lateral derecha	71
15	Examen intraoral: Fotografía lateral izquierda	71
16	Serie radiográfica	72
17	Procedimiento de caso clínico	76
18	Fotografía final de frente	78
19	Fotografía final lateral derecha	78
20	Fotografía final lateral izquierda	78

21	Fotografía final oclusal superior	79
22	Fotografía final oclusal inferior	79
23	Datos en Excel	82

INTRODUCCIÓN

Es deber del odontopediatra mantener la filosofía del odontólogo, la cual es la dedicación al diagnóstico, tratamiento y prevención de las enfermedades del aparato estomatognático en los pacientes pediátricos.¹ El objetivo principal del tratamiento de estas enfermedades es reinstaurar la función y estética de la cavidad bucal al máximo, por más complicadas que sean dichas enfermedades. Por ejemplo, en casos de lesiones cariosas muy extensas o en traumas de la dentición temporal, es indicada una corona de acero cromo, sin embargo, pese a su facilidad de manejo y excelente sellado ha sido requerida cada vez menos por los padres de familia debido a su apariencia metálica. Existe la opción de coronas de acero cromo con frente estético,² sin embargo, su defecto principal es la fractura y desalajo de la porción estética.³ Las coronas de zirconia pediátricas son coronas prefabricadas creadas para la dentición temporal y son una alternativa estética a las coronas de acero cromo.³

Actualmente, en México, la situación epidemiológica de caries es altamente severa, ya que la prevalencia total de caries en la población es de 94.9% y sólo el 23.5% de la población de 2 a 19 años de edad, que acude a los servicios de salud, está libre de caries dental.⁴ En un estudio en Baja California en el 2010 se demostró que la prevalencia de caries dental en dentición temporal en niños de 6 años es de 60% y en dentición permanente del 39% y 52% a los 12 y 15 años respectivamente.⁵ Son datos alarmantes que no indican una disminución de esta alta prevalencia pese a las múltiples campañas de prevención que se logran nacionalmente.

Aunque no se debe dejar de persistir la extinción de esta enfermedad, es deber del odontólogo encontrar un tratamiento que se adecue a las necesidades del paciente, tanto funcionales como estéticas. Cada día más aumenta la demanda de los padres de familia para un tratamiento estético, pero también que sea funcional y durable. Este tratamiento deberá resistir a la fuerza oclusal máxima del paciente, la cual es de 78 N (Newtons) para niños de 6-8 años hasta 106 N (Newtons) para niños de 10 a 12 años según Braun.⁶

La zirconia hoy en día es uno de los materiales cerámicos más utilizados en odontología, de los más estéticamente atractivos y en la actualidad es el material de cerámica con mayor resistencia.⁷ Tiene durabilidad, mantiene la estabilidad del color y ofrece una colocación fácil.⁸ Aunque es aceptado ampliamente como un material restaurador para la dentición permanente, es un material relativamente nuevo en tratamientos para la dentición primaria. Se ha demostrado su durabilidad y aplicabilidad para pacientes pediátricos con una pérdida extensa de estructura dental.⁹

En el 2001 todavía no se colocaban coronas de zirconia pediátricas y la demanda de coronas estéticas era alta, por lo cual Roberts y colaboradores publicaron el estudio titulado *Clinical evaluation of and parental satisfaction with resin-faced stainless steel crowns*, donde se evaluaron las coronas de acero cromo con frente de resina. Se concluyó que, aunque estas coronas de acero tenían un alto porcentaje de fracaso, los padres no estaban satisfechos con la estética.¹⁰

La demanda continuó, por lo cual Beattie y colaboradores publicaron el estudio llamado *Fracture Resistance of 3 Types of Primary Esthetic Stainless Steel Crowns* en 2011 en donde se cementaron coronas de acero cromo estéticas. Se demostró que su resistencia fue superior a la de la fuerza máxima de la mordida pediátrica, dando por resultado que puedan resistir fuerzas oclusales pero en periodos clínicos cortos.¹¹

Fue hasta el año 2014, cuando Townsend y colaboradores publicaron el estudio titulado *In vitro fracture resistance of three commercially available zirconia crowns for primary molars* en el cual no sólo evaluaban coronas de zirconia, sino que se compararon las marcas disponibles de este tipo de coronas y se demostró que de las coronas de las marcas EZ Pedo, NuSmile y Kinder Krowns, las EZ Pedo eran las más resistentes, y que pese a tener fractura en su porción estética, las coronas de acero cromo superaban en resistencia a las coronas de zirconia.¹²

Su utilización fue nuevamente puesta a la prueba en el estudio publicado por Ashima y colaboradores en 2014 titulado *Zirconia crowns for rehabilitation of decayed primary incisors: an esthetic alternative* en el cual se demostró que después de un periodo de 30 meses las coronas de zirconia tenían buena retención y estética.⁹

En 2016 Holsinger y colaboradores realizaron el estudio llamado *Clinical Evaluation and Parental Satisfaction with Pediatric Zirconia Anterior Crowns*, en donde fue confirmada la habilidad restauradora clínicamente aceptable y la alta satisfacción de los padres con la colocación de las coronas de zirconia.¹³

REVISIÓN DE LITERATURA

Coronas

Definición

Las coronas dentales son una excelente alternativa para sustituir la porción coronal del diente, por lo cual son una excelente solución para aquellos dientes primarios que se encuentren parcialmente destruidos debido a trauma o caries.

El acero inoxidable es el material que se utiliza para coronas en odontología pediátrica.¹⁴ Entre los distintos tipos de restauraciones de coronas pediátricas se encuentran las no pre-formadas (coronas celuloideas) y las pre-formadas (coronas acero cromo, coronas acero cromo estéticas, policarbonato y de zirconia).

Clasificación

Coronas no pre-formadas

Las únicas coronas en esta categoría son las celuloideas, que son coronas transparentes que no se utilizan como restauración, sino que sirven de manera de molde ya que al ser rellenas por resina compuesta se deja la forma de la corona en el muñón, mejorando la estructura dentaria. Posteriormente al modelado de la restauración, esta corona será desechada. La corona celuloide se introdujo en 1979 por Webber y sus colegas. Puede retenerse utilizando las irregularidades de una corona dentaria al hacer remoción de caries, ya que se aplica directamente en la pieza, sin interfase de cemento alguna.^{15,16} Su técnica es la siguiente: Después de aplicar la técnica anestésica y aislamiento de

incisivos primarios con dique, se mide el ancho mesiodistal y se selecciona la medida de la corona de celuloide sobre la base de su codificación. Después de seleccionar el color de resina, se corta la corona celuloide y se perforan las esquinas incisales, a fin de que sirva como vía de escape al aire atrapado cuando la corona con resina se coloque en la preparación. Se elimina la caries con fresas redondas y con pieza de baja antes de la preparación, la cual consiste en los siguientes pasos:

- Se reduce el largo de la corona incisalmente 1.5 mm con una fresa cónica de diamante fino o una 169L de carbono con pieza de alta velocidad.
- Se reducen las superficies interproximales de 0.5 a 1.0 mm. Esta reducción debe permitir que la funda de celuloide pase sobre el diente. Las paredes interproximales deben de ser paralelas, y el margen gingival debe terminar en filo de cuchillo.
- Se reduce la superficie vestibular entre 0.5 y 1 mm y la lingual 0.5 mm. Se crea un margen gingival en forma de filo de cuchillo y se redondean todos los ángulos de línea.
 - Se coloca una retención pequeña en el tercio gingival de la superficie vestibular del diente, mediante una fresa 330. Cuando la resina polimeriza, la canaladura sirve como retención mecánica
 - Se mide la corona y la corona recortada de manera conveniente ha de ajustar 1 mm por debajo de la cresta gingival y debe tener

una altura comparable con la de los dientes vecinos. Se coloca una base de ionómero de vidrio si es necesario, y se graba el diente por 20 segundos, con lavado y secado consiguientes. Se coloca el adhesivo y se foto cura y se llena la corona con resina a 2 /3 partes. Se hace espacio para el diente y para reducir exceso y se colocan coronas en dientes preparados. El material excedente debe fluir por el margen gingival y el orificio de ventilación. Se remueve el exceso de resina con una espátula de plástico y explorador mientras se sostiene la corona en su lugar. Se foto cura la corona por 1 minuto por labial y palatino. Se quita la forma coronaria con explorador o disco. Se retira el dique y se evalúa la oclusión. Se alisa y pule la corona con discos y fresas de terminado y se revisan puntos altos en labial y palatino.^{15,17,18}

Coronas pre-formadas:

Éstas constituyen el tratamiento de elección de las caries complejas en molares temporales, ya que ofrecen retención y resistencia muchas veces inalcanzable con otro tipo de restauraciones convencionales.^{19,20} También protegen todo el molar de forma eficaz evitando aparición de nuevas lesiones cariosas en otras superficies.¹⁹

1. Coronas de acero-cromo: La corona de acero cromo es una restauración extremadamente durable y una alternativa racional de tratamiento para dientes con múltiples superficies destruidas. Es el

material más empleado para restaurar molares temporales con tres o más superficies destruidas. Solía tener una base de níquel cromo, pero se sustituyó por acero debido a la sensibilidad al níquel de varios pacientes.²¹

Contienen el mayor porcentaje de hierro en aleación, alcanzando hasta el 70%. Son blandas y maleables, lo que facilita su recortado y adaptación. Hay variaciones con margen pre-contorneado (tipo 3M) y no pre-contorneado (Unitek, Rocky Mountain).¹⁹ Vienen en 6 tamaños disponibles para cada molar temporal, siendo la numero 2 la menor y la numero 7 la mayor.²¹ Se escoge la corona de menor tamaño que completamente cubra la preparación.²⁰ Sus indicaciones son las siguientes: molares primarios con caries involucrando múltiples superficies, molares primarios después de terapia pulpar, caries temprana de la infancia, dientes con defectos en el desarrollo, en niños discapacitados con bruxismo y para restaurar molares permanentes hipomineralizados.¹⁸ Se pretende eliminar toda la caries manteniendo el suficiente tejido dental remanente para asegurar la retención, pero creando el espacio adecuado para el asentamiento de la corona preformada sin interferencias, con una preparación con margen en filo de cuchillo. Las paredes proximales de no ser paralelas deben tener una convergencia de 10°. ¹⁹ La técnica consiste en los siguientes pasos: Después de colocar anestésico local, se reduce la superficie oclusal de 1 a 1.5 mm con fresa de carburo 69L o de diamante de punta de lápiz.

Posteriormente se desgastan las superficies proximales 1 mm, la cara vestibular 1 mm y se redondean ángulos.²¹ Para adaptar los márgenes de la corona en la porción cervical se puede contornear con pinzas especiales.²⁰ Son fáciles de colocar, tienen un índice muy bajo de fracaso y son efectivas al costo, sin embargo, su mayor defecto es la estética.¹⁸

- a. Coronas de acero cromo estéticas: Son coronas de acero cromo con una cubierta del color del diente hecho de poliéster o de una composición epoxy/híbrida en su cara bucal o facial. Hay muy pocos estudios sobre su durabilidad. Son inflexibles relativamente por su cara de resina, y solo la parte lingual puede ser contorneada. Las opciones de color son limitadas y son de 3 a 5 veces más caras que las coronas no estéticas. Su técnica difiere a la tradicional, ya que hay más desgaste de diente; aproximadamente de un 30%. Se debe reducir el diente de manera oclusal, proximal, bucal y lingual. Se debe de tener un margen subgingival muy fino y no se recomienda un ajuste demasiado fijo, por riesgo a fractura de la carilla de resina.¹⁸ El contorneado excesivo de la corona puede causar fracturas en el material de la carilla. La técnica de preparación es la siguiente: después de anestesiarse, se reduce con fresas de diamante 2mm oclusalmente y en las caras proximales de 0.75 a 2mm. Se crea un margen lo más subgingivalmente posible. Se mide la

corona sin forzar para evitar fractura y debe de bajar 1 mm bajo el margen gingival. Se cementa la corona con un cemento de ionómero de vidrio, se remueve el exceso de cemento y se deja secar. Si se requiere, se elimina más cemento y se ajusta la corona con un disco.²²

2. Coronas de policarbonato: Las coronas de policarbonato son de la marca Kudos y son coronas temporales fáciles de usar y manejar con menor tiempo de trabajo. El material es flexible y aceptable, pero tiene de desventajas su propensión al desalajo, descoloración y facilidad de fractura. Su técnica inicia con una preparación mesio distal, seguida por un desgaste oclusal. Posteriormente se asegura su medida correcta y se ajusta la corona con tijeras o piedra. Ya que esté terminada, se graba la corona y se le coloca resina acrílica auto curable para después cementarse con resina compuesta o un cemento.²³

3. Coronas de zirconia: La zirconia ($ZrSiO_4$) es un mineral del grupo de los silicatos y fue descubierto en 1789 por el químico alemán M.H. Klaprot. El dióxido de zirconio (ZrO_2) o zirconia es un compuesto del elemento zirconio que aparece en la naturaleza y desde hace 10-15 años se utiliza en odontología.²⁴

Ante la disminución del costo de la fabricación de la zirconia, se presentó la opción para dientes deciduos. La estética que proviene de estas coronas es muy favorable, aunque éstas demanden una

preparación más invasiva en comparación con la realizada para coronas acero cromo estándares o coronas celuloideas. Tienen una dificultad para adaptarse en presencia de pérdida de espacio interproximal debido a caries, ya que la corona no puede ser reducida, pero existen versiones más estrechas (Narrow) para estos casos. El protocolo para colocar una corona de zirconia NuSmile® ZR es el siguiente: Se evalúa la relación del diente opuesto para determinar si hay espacio suficiente. Después de colocar anestesia local y aislamiento absoluto, se selecciona el tamaño apropiado de la corona con las coronas NuSmile Try In de color rosa, con la que se compara el espacio mesio distal y se calcula que sea del tamaño adecuado del órgano dentario a tratar. Este paso realizado para evitar contactos interproximales muy estrechos, dentición acumulada o pérdida del espacio mesio-distal. La preparación inicia con la reducción del borde incisal de aproximadamente 1.5 a 2mm y en caso de ser oclusal una reducción de 1 a 1.5mm. Se realizará con fresas de diamante de grano grueso. Se abren los espacios interproximales y se realiza una reducción proximal. Se debe de reducir aproximadamente del 20-30% de la superficie dentaria (o 0.5-1.25mm). La preparación debe de ser de paralela a ligeramente convergente hacia incisal u oclusal, siguiendo los contornos de la corona clínica en posteriores y en anteriores con un borde incisal marcado y delgado. Posteriormente se debe extender el margen de la preparación y se debe de refinar a filo

de cuchillo con una fresa de diamante de grano fino para que ningún borde quede de 1 a 3 mm subgingivalmente en todas las superficies. Esta extensión subgingival asegura que el margen de la corona no se va a exponer, que haya una buena retención y que haya una adaptación gingival adecuada. Se debe de evitar la reducción dental excesiva en las áreas cervicales para poder asegurar la retención de la corona. Finalmente, se deben de alisar los ángulos y márgenes para que todas las superficies de la preparación estén ligeramente redondeadas. Se debe de confirmar el espacio oclusal y que no haya márgenes marcados subgingivalmente. Las coronas no deben de ajustarse de manera forzada, sino que deben de bajar y acomodarse subgingivalmente sin afectar el tejido gingival. Si el contorno gingival no es natural, se debe de rebajar más tejido dentario y escoger una corona más chica. Cuando se preparen múltiples dientes, las coronas se deben de probar al mismo tiempo para ver si quedan bien sin estar encimadas y con una entrada pasiva. Se mide con la corona Try-In y cuando tenga el ajuste indicado, se va a limpiar la preparación de todo tipo de saliva, sangre o restos, y se debe de realizar hemostasia antes del cementado, que puede ser mediante presión, infiltración anestésica o mediante un agente hemostático.

Para poder cementar en caso de haber realizado un tratamiento pulpar con eugenol, éste debe de ser cubierto por una capa de ionómero de vidrio.²⁵ El protocolo de cementado inicia con destapar el cemento y

remover las dos partes del cemento en la punta de la jeringa. Posteriormente se coloca la punta mezcladora y se dispensa el cemento dentro de la corona, llenándola por completo. Se coloca inmediatamente la corona sobre el diente y se posiciona correctamente. Se aplica presión digital leve y se estabiliza la corona por 20 segundos. Se hace el primer foto-curado de 5 a 10 segundos en caras vestibular y lingual. Se remueve el cemento sobrante con un explorador e hilo dental. Se realiza el foto-curado final de 10 segundos en cada cara.²⁶

Las coronas no pueden ser recortadas por tijeras, pero es posible ajustar el margen gingival usando fresas para tallar zirconia de pieza de alta con mucha irrigación y mucho cuidado para evitar chispas. Existen fresas especiales para el adaptamiento en caso de tener muy poco espacio oclusal. Después del cementado se recomienda ajustar la oclusión exclusivamente en los dientes antagonistas. En caso de ser necesario se pueden reducir 0.5mm. Cuando se ajusten, se deben de pulir con las fresas adecuadas.²⁵ No siempre se es posible cementar dos coronas de zirconia adyacentes debido a falta de espacio, por lo que en algunos casos se restaura uno de los dientes con zirconia y el otro con una corona acero cromo.²²

Resistencia

Definición:

Acción y efecto de resistir o resistirse. Fuerza que se opone a la acción de otra fuerza.²⁷ La resistencia de materiales u objetos puede ser medida apoyada por el uso de una máquina de ensayos universales (como la Shimadzu ©) en un ensayo de compresión, en donde se mide la cantidad de fuerza aplicada requerida para la fractura del objeto.²⁸ Posteriormente esta fuerza se divide sobre el área cuadrada del dicho objeto para obtener la medida total de resistencia en Pascales.

Fractura

Definición:

Acción y resultado de romper o romperse una cosa violentamente. Rotura, ruptura.²⁹

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La caries extensa sigue siendo muy frecuente en la dentición temporal, causando que las coronas en odontología pediátrica sean de los tratamientos más comúnmente utilizados. Sin embargo, la insatisfacción de los padres sobre el tratamiento de coronas de acero cromo demuestra aún más la demanda de un tratamiento estéticamente más aceptable.^{30, 31, 32, 33}

Esta investigación se relaciona a la necesidad de padres de familia de tener una opción más estética en coronas posteriores para sus hijos, y comparar físicamente cual es la opción más efectiva y duradera para este tipo de pacientes. Dará a la comunidad científica y a odontopediatras otra opción para tratamiento para sus pacientes.

Ya que el producto es relativamente nuevo, no existen los suficientes datos e información para corroborar esta información necesaria. Hay escasos estudios con datos y casuística que avalen la resistencia de las coronas de zirconia en dentición temporal posterior ante fractura y desalojo en boca.¹² El propósito de este estudio es aumentar la casuística y corroborar datos que avalen este producto para que puedan cumplir esta necesidad faltante.

Por estas razones se plantea la siguiente pregunta:

¿Cuál es la resistencia a la fractura de coronas pediátricas de zirconia?

JUSTIFICACIÓN

Actualmente, en México, el tratamiento de elección para dientes temporales que hayan tenido un tratamiento pulpar o una lesión cariosa interproximal de gran tamaño es la corona de acero cromo. Su flexibilidad y maleabilidad la hacen un tratamiento fácil de utilizar, sin embargo, su mayor problema es su estética, ya que hay una nueva preferencia por tratamientos restauradores del mismo color que el diente.^{30, 31, 32} Los padres de familia han demostrado una insatisfacción en la colocación de coronas de acero cromo en dientes temporales posteriores en sus hijos debido a su apariencia metálica.^{31, 34} La demanda incluso ha surgido en la población infantil, ya que los niños han empezado a escoger tratamientos estéticos sobre metálicos dados la opción.³⁵

Ha habido otras opciones, como las coronas de celuloide rellenas por resina o coronas de acero cromo estéticas, pero no tienen mayor durabilidad en boca.³⁰ Por esta razón, se ha presentado una nueva necesidad de una opción estética para este tipo de preparaciones que no sólo cubra el requisito de la estética, sino también el de durabilidad y resistencia.

En cuanto a la apariencia de las coronas de acero cromo estéticas, los padres han demostrado satisfacción, no obstante presentan queja sobre el poco material metálico a la vista.⁸ Si se han realizado estudios sobre la satisfacción de los padres con coronas de zirconia en dientes temporales anteriores, sin embargo, para una opción estética para la dentición temporal posterior, la gran mayoría de los artículos solo menciona a las coronas de acero cromo estéticas.¹³

Se han realizado pocos estudios que han comprobado la resistencia de las coronas acero cromo estéticas,²⁰ y solamente se ha realizado un estudio que compruebe la resistencia de las coronas de zirconia.¹²

HIPÓTESIS

Las coronas de zirconia son eficaces en tratamientos para caries extensa en molares en dentición temporal.

Hipótesis nula

No hay diferencia significativa en la resistencia entre las coronas pediátricas posteriores de zirconia NuSmile®ZR.

Hipótesis alterna (de trabajo)

Hay una diferencia significativa en la resistencia entre las coronas pediátricas posteriores de zirconia NuSmile®ZR.

OBJETIVO

General: Evaluar la resistencia (en megapascales) de las coronas pediátricas de zirconia NuSmile®ZR.

Específico: Evaluar la fuerza requerida de fractura (en Newtons) de las coronas pediátricas de zirconia NuSmile®ZR.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de estudio

Éste se realizó de manera experimental y transversal, identificando el punto de fractura de coronas de zirconia marca NuSmile® ZR.

Universo de estudio

Coronas de zirconia NuSmile®ZR cementadas sobre molares primarios extraídos con preparación adecuada a la corona.

Criterios de inclusión:

Coronas de zirconia NuSmile®ZR cementadas sobre molares primarios extraídos con al menos tres cuartos coronales y un tercio de raíz.

Criterios de exclusión:

Coronas de zirconia NuSmile®ZR cementadas sobre molares primarios extraídos con menos de tres cuartos coronales y un tercio de raíz.

Criterios de eliminación:

Coronas de zirconia NuSmile®ZR cementadas sobre molares primarios extraídos con al menos tres cuartos coronales y un tercio de raíz que no se hayan fracturado acorde al protocolo y molares primarios no conservados correctamente.

Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN	DEFINICIÓN OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICIÓN
Resistencia	Acción y efecto de resistir o resistirse. Fuerza que se opone a la acción de otra fuerza. ²⁷	Se define a la medición que se va a calcular de la fuerza requerida de fractura (N) sobre el área métrica de la muestra (m ²).	Megapascales (MPa)
Medida bucolingual	Medida de la corona de un órgano dentario desde su cara bucal o vestibular a su cara lingual o palatina.	Medida obtenida por un Vernier digital de la corona NuSmile®ZR ya cementada en el molar primario extraído desde su cara bucal o vestibular a su cara lingual o palatina.	Milímetros (mm)

<p>Medida mesiodistal</p>	<p>Medida de la corona de un órgano dentario desde su cara mesial a su cara distal.</p>	<p>Medida obtenida con el Vernier digital de la corona NuSmile®ZR ya cementada en el molar primario extraído desde su cara mesial a su cara distal.</p>	<p>Milímetros (mm)</p>
---------------------------	---	---	------------------------

Método de recolección de datos

- Se consiguieron 18 dientes extraídos con al menos un tercio radicular y dos tercios coroneales donados por pacientes de la Clínica de Odontología Pediátrica del Centro Universitario de Posgrado e Investigación en Salud de la Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de Baja California Campus Tijuana y de la Clínica Dental del Centro de Salud Tijuana con su respectivo consentimiento escrito firmado por los padres del paciente. Inmediatamente se conservaron en solución de cloramina al 0.5%.
- Se midieron con coronas 3M® y se obtuvo la medida de corona NuSmile®ZR de cada muestra.
- Cuarenta y ocho horas antes del estudio los órganos dentarios cariados se restauraron respectivamente con el material de ionómero de vidrio modificado con resina Vitremer™ de la marca 3M ESPE®.
- Posteriormente se prepararon las muestras según las indicaciones del fabricante.
 - Se inició la preparación con la reducción oclusal de 1.5-2mm con fresa de diamante forma de balón grano grueso.
 - Se realizó la reducción supragingival del resto de la corona clínica con fresa de diamante cónica (punta de lápiz) de grano grueso.
 - Se creó un margen subgingival con filo de cuchillo de 1 a 2 mm con una fresa de diamante cónico-extremo redondeado con grano fino,

se refinaron y se contornearon todos los ángulos agudos que tenga la preparación.

- Se probó el ajuste con corona, asegurándose que no entrara a la fuerza.²⁵
- Se recortaron las raíces justo a nivel de furca y se dejó la superficie radicular recortada de manera plana y paralela al plano de oclusión.
- Se cementaron con el cemento NuSmile BioCem® y se realizó el fotocurado inicial de 5 segundos para poder remover el cemento sobrante y posteriormente se realizó el segundo fotocurado de 10 segundos en cada cara.²⁶
- Después del cementado de todas las muestras, éstas se colocaron sobre una base de acrílico y se ajustó su base lo más paralela posible al plano oclusal y su diámetro lo más similar al de la corona de zirconia.
- Se midieron las muestras con Vernier digital de su ancho, largo y alto y se clasificó cada muestra por número.
- Después de 24 horas de su cementado, se transportaron las muestras a la Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología (ECITEC) de la Universidad Autónoma de Baja California Campus Valle de las Palmas, donde se utilizó la máquina de ensayos universales Shimadzu© en su modalidad de compresión.
- Se encendió la máquina de ensayos universales y su computadora con el programa, donde se grabó el estudio en su respectivo archivo. Se

registraron las medidas tridimensionales de todas las muestras en el sistema de computación

- Se colocó en la máquina un cilindro estrecho con su respectiva base que lo sostiene a la máquina que funciona como el aditamento correcto para la compresión. Sobre la base de la máquina se colocó una base cilíndrica de diámetro similar a la del aditamento de compresión y sobre la cual se colocó la muestra.
- Se confirmaron las dimensiones individuales de cada muestra en la computadora.
- Con cuidado usando el control de la máquina con el mando rápido se bajó la base compresora a aproximadamente 1mm arriba de la muestra. Se niveló la fuerza aplicada a 0, y se utilizó el mando de movimiento milimétrico para lentamente tocar el borde oclusal de la muestra. Esto sirvió para indicar cuando se detecte una fuerza ejercida mínima de 20-40 Newtons (N), que funcionó como sensor de la posición adecuada para comenzar la prueba.
- Al estar ajustado, se niveló nuevamente la fuerza y el desplazamiento de la máquina ambos a 0, y se cambió el control de la máquina de modo manual al modo automático.
- Se presionó el mando de fuerza que descendió automáticamente a la velocidad de 0.5 mm por minuto y la misma máquina midió el desplazamiento y la fuerza ejercidas en el tiempo de la prueba. Al monitorear la fuerza ejercida, se verificó la cantidad de la fuerza aplicada

y se identificó el mayor número de Newtons aplicado antes de que se oiga el estruendo indicando la fractura y éste número empiece a bajar.

- Posteriormente se colocó el modo manual de nuevo para levantar la base y poder coleccionar la muestra.
- En la computadora se grabaron versiones en PDF y Excel de la información recaudada del ensayo de compresión, la cual consistió en una curva de carga/desplazamiento y los valores máximos de carga, los cuales están relacionados con la ruptura de la muestra.
- Se repitió este proceso con las 17 muestras siguientes.
- Posteriormente a la recolección de información, se analizaron los datos recaudados.
- Se tomaron fotografías de las muestras fracturadas en el microscopio Mitutoyo ©.

Recursos

Humanos

La preparación de las muestras fue realizada por la CD Karen Janina Collins Galaviz, y la manipulación de la máquina Shimadzu® y su sistema de computación fue realizada por el Mtro. Benjamín González Vizcarra.

Físicos

Clínicas y laboratorios del CUPIS (Centro Universitario de Posgrado e Investigación en Salud) de la Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de Baja California Campus Tijuana y el laboratorio de Materiales de la Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología (ECITEC) en el campus Valle de las Palmas de la Universidad Autónoma de Baja California.

Materiales

Los materiales utilizados para realizar este estudio fueron:

- Solución de cloramina al 0.5%
- 18 envases
- 18 bolsas individuales de plástico con cierre hermético
- 18 molares primarios extraídos
- 18 coronas de zirconia NuSmile® ZR
- Cemento NuSmile BioCem®
- Guantes de látex

- Cubrebocas
- Lentes de protección
- Micromotor
- Fresas de carburo 330, 331L
- Fresas de diamante de balón, punta de lápiz de grano grueso
- Fresas de diamante con punta de lápiz de grano fino
- Disco de carburo con mandril
- Ionómero de vidrio modificado con resina 3m ESPE® Vitremer™
- Monómero y polímero acrílico
- Lámpara fotocurable
- Espátula de resina
- Vernier digital
- Máquina de ensayos universales Shimadzu Corporation ©
modelo AG-IC 100Kn
- Microscopio Mitutoyo Corporation © modelo MSM-414L

Métodos de registro y procesamiento

Al terminar el experimento se guardaron todos los archivos y se utilizó la información recaudada en Excel, que grabó la fuerza y desplazamiento aplicados en el ensayo realizado. Mediante una de las aplicaciones del programa, se verificó el punto más alto registrado (el cual corresponde a la máxima carga aplicada en el ensayo) de cada muestra.

Posteriormente se recaudaron todos los valores de carga máxima en Newtons (N) junto con los valores de largo y ancho (A y B) de las muestras en medidas milimétricas (mm) y se recopilaron en una hoja de Excel. Se realizó la conversión de las medidas milimétricas (mm) a métricas (m) y se multiplicó A x B y para obtener el área de contacto en metros cuadrados (m²).

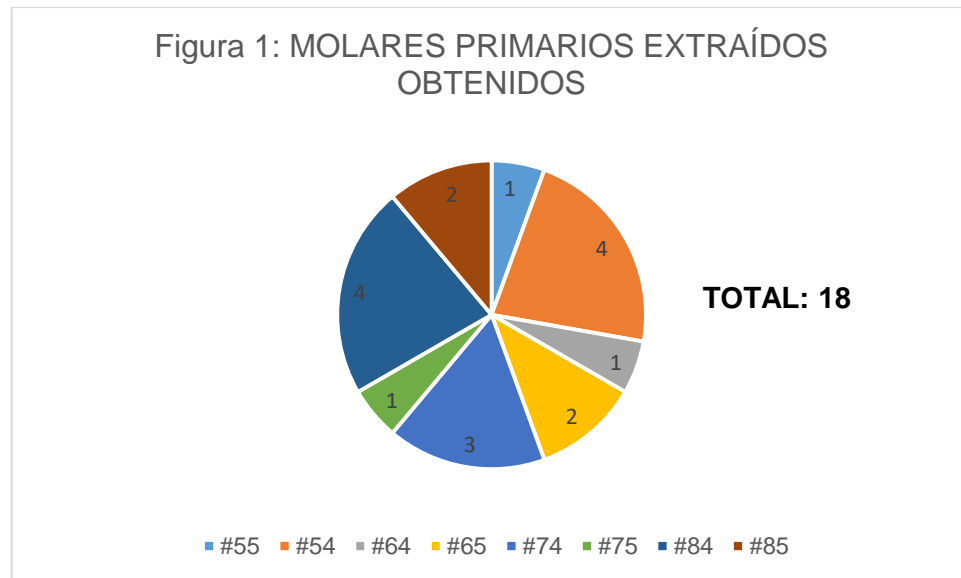
La medida de resistencia de cada muestra será reflejada en el valor del esfuerzo máximo (sigma σ), el cual está definido como la división de fuerza máxima (reflejada en Newtons) entre el área transversal (m²) de la muestra que va a equivaler a pascales (Pa). Para su resultado en megapascales (MPa) se multiplicará por 10⁶.

Posteriormente a su análisis, los resultados finales de resistencia medidos en megapascales fueron analizados en el programa SPSS y en gráficas. Las muestras que no siguieron el protocolo adecuado de fractura hasta su máxima fuerza se excluyeron del estudio.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el presente estudio fueron los siguientes:

Las muestras obtenidas fueron 18 primeros y segundos molares temporales superiores e inferiores (Figura 1).



FUENTE: Resistencia a la fractura de coronas pediátricas de zirconia: In vitro

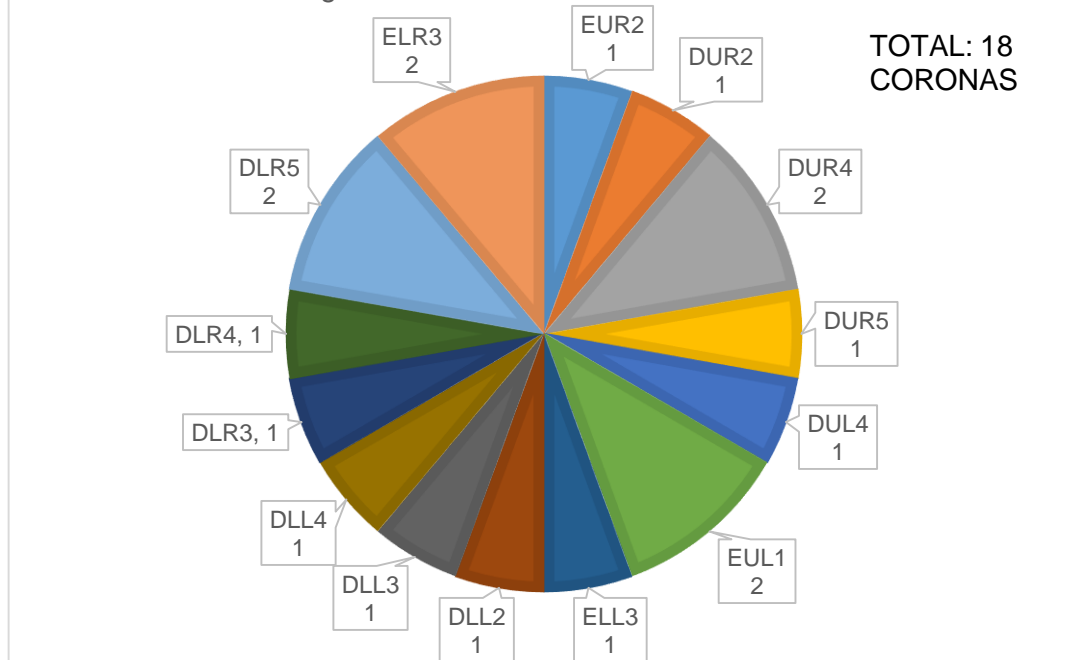
Se utilizaron diversas medidas de coronas NuSmile ZR (Tabla 1 y Figura 2).

Tabla 1

MUESTRAS	MEDIDA CORONA
#1	EUR2
#2	DUR2
#3	DUR4
#4	DUR4
#5	DUR5
#6	DUL4
#7	EUL1
#8	EUL1
#9	ELL3
#10	DLL2
#11	DLL3
#12	DLL4
#13	DLR3
#14	DLR4
#15	DLR5
#16	DLR5
#17	ELR3
#18	ELR3

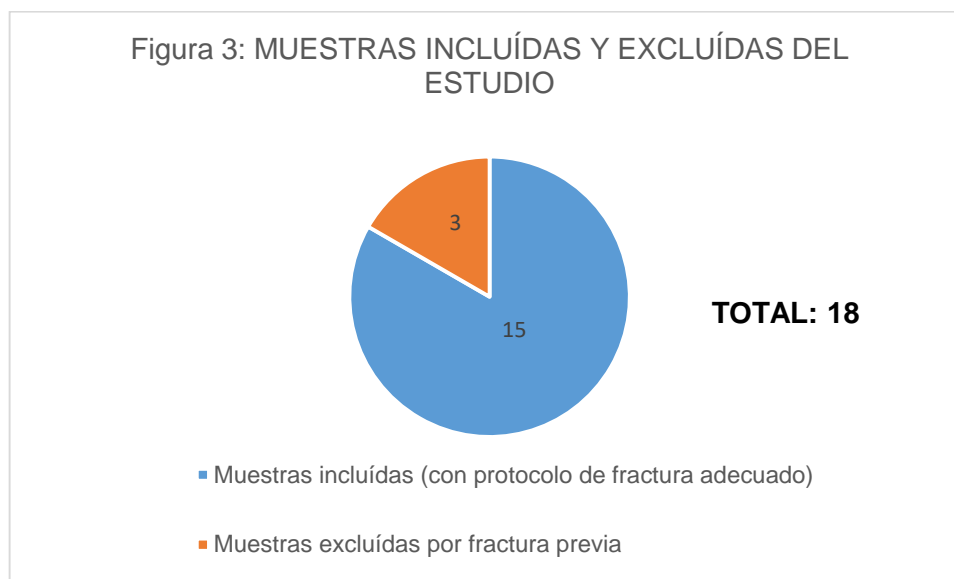
FUENTE: Resistencia a la fractura de coronas pediátricas de zirconia: In vitro

Figura 2: MEDIDAS DE CORONAS



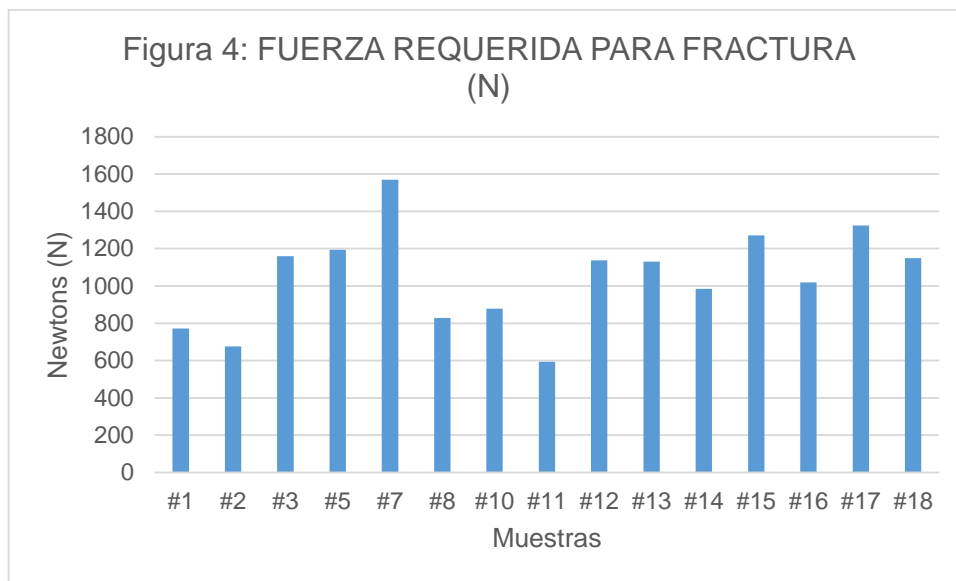
FUENTE: Resistencia a la fractura de coronas pediátricas de zirconia: In vitro

De las 18 muestras conseguidas, las muestras #4, #6 y #9 se fracturaron previo al protocolo completo indicado, por lo cual, al no ser fracturadas en su punto máximo de resistencia, fueron excluidas del estudio (Figura 3). Sólo se registraron los resultados de las otras 15 muestras, las cuales si se fracturaron acorde al protocolo.



FUENTE: Resistencia a la fractura de coronas pediátricas de zirconia: In vitro

La media de la fuerza requerida para la fractura de las muestras adecuadas fue de 1045.83 Newtons (Figura 4 y Tabla 2).



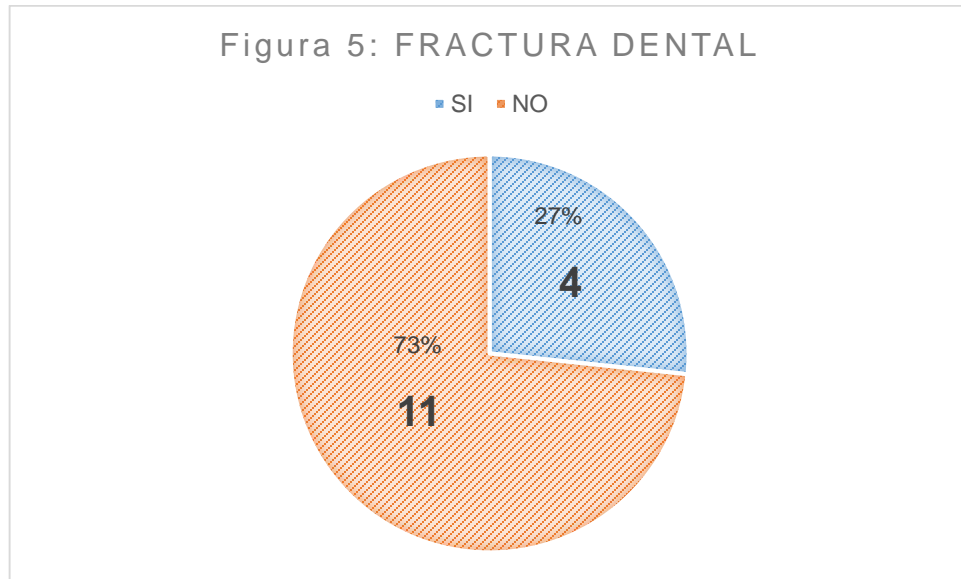
FUENTE: Resistencia a la fractura de coronas pediátricas de zirconia: In vitro

Tabla 2

MUESTRAS	PUNTO DE RUPTURA (Newtons)
#1	771.875
#2	675.00
#3	1159.375
#5	1193.75
#7	1568.75
#8	828.125
#10	878.125
#11	593.75
#12	1137.5
#13	1131.25
#14	984.375
#15	1271.875
#16	1018.75
#17	1325.00
#18	1150.00
MEDIA	1045.833333

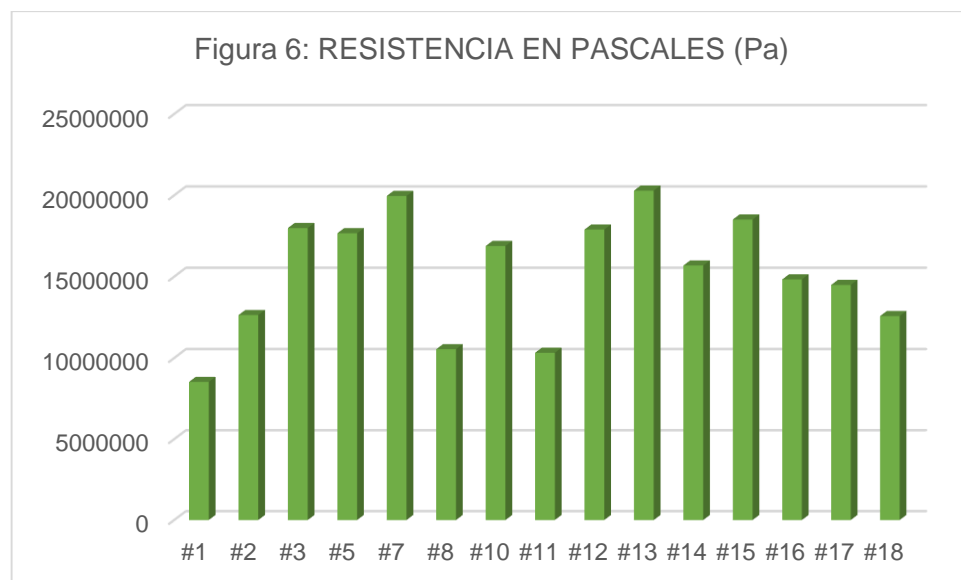
FUENTE: Resistencia a la fractura de coronas pediátricas de zirconia: In vitro

De las 15 muestras, en adición a la fractura de la corona de zirconia, solo 4 también tuvieron fractura de su muñón dental (Figura 5).



FUENTE: Resistencia a la fractura de coronas pediátricas de zirconia: In vitro

Posteriormente, para obtener la resistencia, se calcularon todas las medidas en Newtons y se dividieron sobre el área cuadrada de las muestras para poder dar su valor en Pascales. La media de las muestras en Pascales fue de 15254537.85 Pa (Figura 6) y se multiplicó por 10^6 para obtener el valor en Megapascales. La media de las muestras en Megapascales fue de 15.25453785 MPa (Tabla 3 y Figura 7).

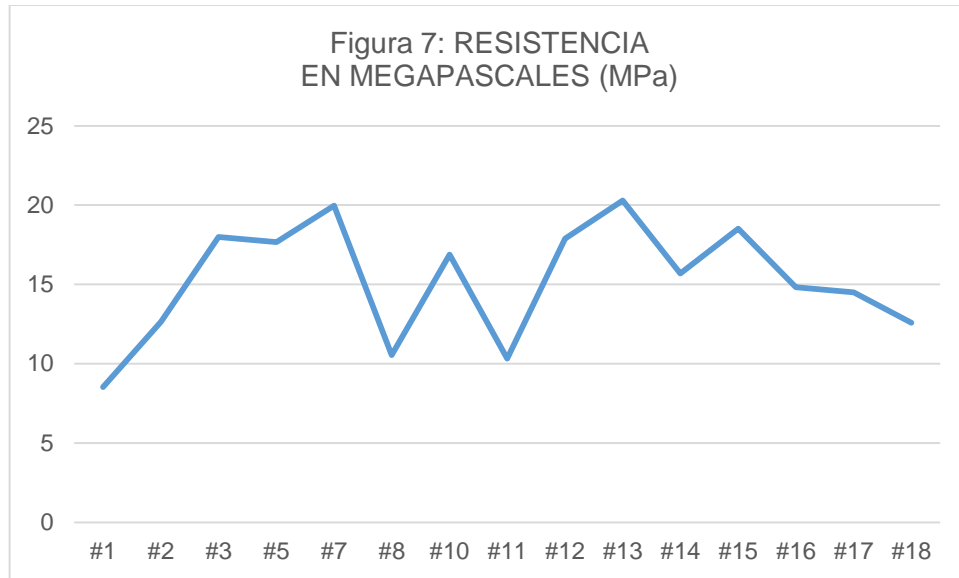


FUENTE: Resistencia a la fractura de coronas pediátricas de zirconia: In vitro

Tabla 3

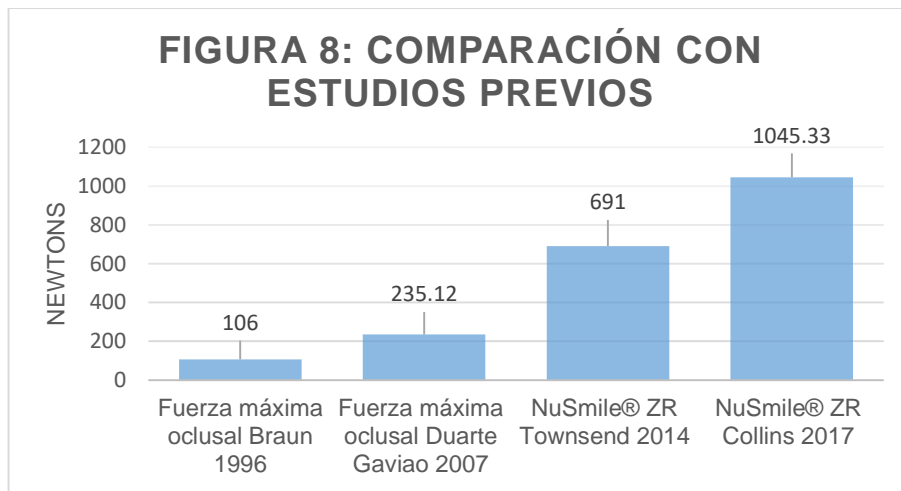
MUESTRAS	Pascales (Pa)	Megapascales (MPa)
#1	8527271.803	8.527271803
#2	12638082.76	12.63808276
#3	17989030.09	17.98903009
#5	17669400.52	17.66940052
#7	19964645.87	19.96464587
#8	10539105.89	10.53910589
#10	16884746.28	16.88474628
#11	10321061.05	10.32106105
#12	17896588.4	17.8965884
#13	20289660.12	20.28966012
#14	15685651.18	15.68565118
#15	18513464.34	18.51346434
#16	14828966.52	14.82896652
#17	14492230.52	14.49223052
#18	12578162.34	12.57816234
MEDIA	15254537.85	15.25453785

FUENTE: Resistencia a la fractura de coronas pediátricas de zirconia: In vitro.



FUENTE: Resistencia a la fractura de coronas pediátricas de zirconia: In vitro

Se compararon las cantidades en Newtons del estudio con el estudio de Townsend 2014 y con las fuerzas oclusales máximas dadas por Duarte Gavião en 2007 y por Braun en primer molar primario en 1996. (Figura 8)



FUENTE: Resistencia a la fractura de coronas pediátricas de zirconia: In vitro

Posteriormente se analizó la información para su estadística mediante el programa SPSS. De acuerdo a la tabla de estadística descriptiva, de un total de 15 muestras hubo un mínimo de 8.527 y un máximo de 20.289 mPa de resistencia, con una desviación estándar de 3.539 (Tabla 4).

Tabla 4.

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Muestra	15	1	18	10.13	5.579
Punto de ruptura	15	593.750	1568.750	1045.83333	261.967111
Longitud 1 (mm)	15	7.00	10.17	8.6353	.84344
Longitud 2 (mm)	15	6.55	10.08	8.0340	1.09952
Esfuerzo (Pa)	15	8527271.803	20289660.120	15254537.84581	3539234.394 305
Área	15	.000052007	.000091428	.00006966354	.0000135654 53
Conversión a MPa	15	8.527271803	20.289660120	15.25453784581	3.539234394 305
N válido (según lista)	15				

FUENTE: Resistencia a la fractura de coronas pediátricas de zirconia: In vitro

DISCUSIÓN

El presente estudio se realizó en 15 muestras finales de coronas de zirconia NuSmile®ZR, de las cuales se obtuvo un promedio de 1045.83 Newtons de fuerza requerida para la fractura y 15.25 MPa de resistencia. En comparación con la fuerza oclusal máxima infantil en la región del primer molar temporal dada por Braun et al de 78 N (para niños de 6-8 años) hasta 106 N (para niños de 10 a 12 años),⁶ se observa que la fuerza promedio para fracturar las coronas es sobrepasada por mucho en los valores obtenidos. Los presentes resultados también son superiores al de Gavião y colaboradores (Ver Figura 8), un estudio en donde se obtuvo una media de 235.12 N de fuerza oclusal máxima en niños de 3 a 5.5 años.³⁶

El método de conservación en cloramina T al 0.5% fue elegido en base a su selección como sustancia apta para conservación de dientes en el biobanco de dientes de la Universidad Nacional de Colombia,³⁷ donde es utilizada como desinfectante y medio de conservación debido a su eficacia para conservar las propiedades dentales durante tiempos prolongados. Su efectividad fue demostrada en el estudio realizado por Mobarak et al. en el 2010 titulado *Effect of pretest storage conditions of extracted teeth on their dentin bond strengths*.³⁸ En este estudio se conservaron 15 dientes en cloramina T al 0.5% por 2 años y un mes, y posteriormente se colocó adhesivo de resina para comprobar efectividad en adhesión, concluyendo que las condiciones de almacenamiento no afectaron la adhesión. En el presente estudio los dientes se conservaron en cloramina T al 0.5% por aproximadamente tres meses.

Entre los estudios previos publicados sobre coronas de zirconia pediátricas, no se pueden comparar resultados de esta investigación con el estudio de Ashima en el 2014, *Zirconia crowns for rehabilitation of decayed primary incisors: an esthetic alternative*⁹ y ni con el de Holsinger en 2016, *Clinical Evaluation and Parental Satisfaction with Pediatric Zirconia Anterior Crowns*,¹³ ya que el primero sólo demostró la retención del tratamiento en boca por más de 30 meses y el segundo sólo confirmó su capacidad restauradora y aceptación por los padres.

Una comparación significativa puede hacerse con la investigación de Beattie en el 2011, titulado *Fracture Resistance of 3 Types of Primary Esthetic Stainless Steel Crowns*,¹¹ en donde se comprobó la resistencia de fractura de coronas de acero cromo estéticas. El estudio fue realizado en bloques de resina epóxica, a diferencia del presente estudio sobre dientes temporales extraídos. Esta base de resina epóxica tuvo un diámetro mucho mayor al de la corona, difiriendo al presente estudio, en donde el diámetro de la base tuvo una medida lo más similar posible al diámetro coronal, para evitar interferencias de fractura de la base de resina. La máquina de estudios universales fue la de MTS, a diferencia de la máquina Shimadzu utilizada en este estudio, y en lugar de una base plana para su compresión se utilizó una esfera metálica. La fuerza requerida de fractura varió entre sus distintas marcas, resultando en 1730 N para EC Crowns de la marca Dental Innovators, 1826 N para Kinder Krowns y 1671 para NuSmile Signature. Se demostró que su fuerza de fractura fue superior a la de la fuerza máxima de la mordida pediátrica.

El estudio más similar a la presente investigación es el publicado por Townsend et al. en el 2014, titulado *In vitro fracture resistance of three commercially available zirconia crowns for primary molars*.¹² No sólo se evaluaron coronas de zirconia, sino también se compararon las marcas disponibles en su tiempo: EZ Pedo, NuSmile y Kinder Krowns. Para obtener una comparación adicional, se utilizaron las coronas de acero cromo estéticas NuSmile Signature. Fueron utilizadas 20 coronas de cada tipo mencionado, dando un total de 60 coronas de zirconia y 20 de acero cromo, un número bastante mayor en comparación con las 15 coronas utilizadas en este estudio. Al igual que el estudio de Beattie, este estudio se realizó sobre bloques de resina epóxica con un diámetro mayor al de la corona, y se empleó una esfera metálica para la compresión de las coronas, difiriendo al presente estudio realizado sobre molares temporales con una base de acrílico similar al de la corona con compresión por una base plana. Contrario al presente estudio, el cual utilizó el cemento de ionómero de vidrio modificado con resina dual fotocurable NuSmile BioCem®, este estudio utilizó el cemento de ionómero de vidrio Ketac™ de la marca 3M ESPE® en todas las coronas. La máquina de estudios universales empleada fue Instron 5566 en lugar de la Shimadzu.

La fuerza requerida para fracturar las coronas varió según su marca, y sus resultados fueron de 1091 N para EZ Pedo, 576 N para Kinder Krowns y 691 para NuSmile®ZR; (Ver Figura %) por otro lado, las coronas de acero cromo NuSmile Signature® obtuvieron 1937 N. En comparación, el presente estudio demostró que las coronas NuSmile ZR obtuvieron un promedio de 1045 N de

fuerza requerida para fractura de las coronas, un número más alto de resistencia no sólo en las coronas de zirconia de la misma marca NuSmile® ZR, sino también en las de KinderKrowns®. En su estudio, Townsend refiere a la base de resina epóxica y al cemento de ionómero de vidrio como factores significativos para la obtención de la fuerza máxima antes de la fractura. Refirió en su investigación a la base de resina epóxica como una limitación a su estudio por su poca elasticidad, e indicó que el haber utilizado un cemento biocerámico (como el utilizado en este estudio) pudo haber alterado los resultados. Como observación final se indica que, aunque la fuerza requerida para fracturar las coronas está sobre la fuerza promedio generada por la presión oclusal de un niño, el riesgo a la fractura no es negado, y se requieren estudios clínicos longitudinales.

CONCLUSIONES

Las coronas de zirconia para dientes temporales son un tratamiento novedoso y estético que, por ser relativamente nuevo en el mundo de la odontología pediátrica, requiere mayor investigación en estudios clínicos longitudinales.

En la presente investigación se obtuvo una fuerza requerida para fractura de 1045.83 Newtons, una cantidad bastante superior a la fuerza oclusal normal infantil indicada por Braun de 78 N (para niños de 6-8 años) hasta 106 N (para niños de 10 a 12 años).

Para poder calcular la resistencia se dividió este estimado de Newtons sobre el área cuadrada de las muestras, lo cual nos dio un resultado de 15254537.85 pascales. Esta cantidad se multiplicó por 10^6 para obtener un resultado promedio de una resistencia calculada de 15.25 megapascales.

Las coronas de zirconia son una alternativa estética y resistente para las restauraciones en dentición temporal. Dará a los pacientes pediátricos y sus padres una opción de tratamiento estético y efectivo.

RECOMENDACIONES

Se requiere un mayor número de estudios longitudinales de las coronas pediátricas de zirconia en boca para confirmar su longevidad y resistencia in vivo.

Se recomienda que dichos estudios se realicen en un mayor número de muestras.

CASO CLÍNICO

RESUMEN

Introducción

Las coronas de zirconia pediátricas están hechas de dióxido de zirconio y se utilizan para el tratamiento de caries extensa en dentición temporal. Fueron creadas como una alternativa estética a las coronas de acero cromo. La caries dental es una enfermedad multifactorial que requiere de la interacción entre un huésped, la microflora y un sustrato dentro de un periodo determinado de tiempo.

Presentación del caso

Paciente masculino de 6.5 años de edad acompañado de su madre acude a la clínica de Odontología Pediátrica UABC en CUPIS para revisión dental. A la inspección clínica se identificaron lesiones cariosas en órganos dentarios molares superiores e inferiores. Se elaboró un plan de tratamiento, el cual se realizó de la siguiente manera: extracciones de OD 74 y 75, colocación de prótesis para sustituir a los OD 74, 75, 84 y 85, selladores en los OD 46, 65, 64 y 55, ionómero en el OD 53, restauración preventiva en el OD 36 y corona de zirconia en el OD 54.

Conclusión

La caries dental es una de las enfermedades más padecidas en el mundo. La caries extensa en dentición temporal es tratada con corona de acero cromo, sin embargo, aunque es aceptable funcionalmente, no lo es estéticamente. Las coronas de zirconia son otra opción de tratamiento efectivo, funcional y estético para la dentición temporal.

Palabras clave: Caries dental, coronas de zirconia

MARCO TEÓRICO

Caries Dental

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha definido la caries dental como un proceso localizado de origen multifactorial que se inicia después de la erupción dentaria, determinando el reblandecimiento del tejido duro del diente y que evoluciona hasta la formación de una cavidad.³⁹⁹

Es el padecimiento de mayor prevalencia y costo en el mundo, ya que se calcula que es padecida en un 70% de la población mundial. Esta prevalencia es mucho mayor en países menos desarrollados y con un mayor índice de pobreza.⁴⁰ Actualmente en México, la situación epidemiológica de caries dental es altamente severa ya que la prevalencia total de caries en la población fue de 94.9% y sólo el 23.5% de la población de 2 a 19 años de edad que acude a los servicios de salud está libre de ella.⁴

Etiología

Se le denomina multifactorial a esta enfermedad debido a la necesidad que tiene de una interacción de tres factores principales para su origen. Éstos son el huésped (higiene bucal, saliva y dientes), la microflora (infecciones bacterianas) y el sustrato (dieta cariogénica). Se toma en cuenta un último factor adicional, el cual es el tiempo. Para que se forme una lesión cariosa es necesario que las condiciones de cada factor sean favorables, como lo son un huésped susceptible, flora oral cariogénica y un sustrato apropiado presente durante un periodo determinado de tiempo.⁴¹ La conjunción de estos factores favorece la acidificación local del medio, provocando la degradación de los hidratos de

carbono de la dieta y siguiendo con la destrucción progresiva del material mineralizado y proteico del diente. Si este proceso no es detenido, puede llevar a la pérdida total de la corona dentaria.³⁹

De toda la microflora oral que existe, los microorganismos más asociados con la caries dental tanto en humanos como en animales de experimentación, son los pertenecientes al género estreptococo (*Streptococcus mutans* y *Streptococcus mitis*) y al *Rothia dentocariosa*.⁴¹ Otros microorganismos presentes son de los grupos *Lactobacillus*, *Actinomyces* y otros tipos de *Streptococcus*.³⁹ Su adhesión inicial a la superficie diente es el paso más importante para la producción de caries. Esta adhesión está mediada por la interacción entre una proteína del microorganismo y varias proteínas de la saliva que serán absorbidas por el esmalte dental. Posteriormente para una colonización bacteriana adecuada es muy importante la formación previa del biofilm, o película adquirida. En estudios recientes se ha demostrado la unión de bacterias al biofilm no consiste solamente mediante uniones electroestáticas, sino también por adhesinas, unas moléculas proteicas en la superficie de las bacterias que se unen a las proteínas salivales para actuar como receptores y facilitar la adherencia bacteriana. Al tener mayor capacidad de adherencia el microorganismo, mayor patogenicidad tiene.⁴¹

La saliva es una solución supersaturada de calcio y fosfato que contiene flúor, proteínas, enzimas, agentes buffer, inmunoglobulinas y glicoproteínas que ayudan a evitar la formación de caries. Aunque tiene muy bajas concentraciones de flúor, desempeña un importante papel en la remineralización, ya que junto

con los cristales del esmalte, forma la fluorapatita, que es el material más resistente al ataque ácido.⁴¹

Factores de virulencia del Streptococcus Mutans

1. Acidogenicidad: El microorganismo puede fermentar los azúcares de la dieta para originar principalmente ácido láctico como producto final del metabolismo, bajando el pH y facilitando la desmineralización del esmalte dental.
2. Adicuricidad: También produce ácido en medio con pH bajo
3. Acidofilicidad: Otra capacidad que posee es el poder resistir la acidez del medio bombeando protones fuera de la célula
4. Síntesis de glucanos y fructanos: Estos polímeros se producen a partir de la sacarosa por medio de enzimas tales como glucosil y fructosiltransferasas. Los glucanos insolubles pueden ser utilizados como reserva de nutrientes, facilitando la adhesión bacteriana al diente. Las glucosiltransferasas se clasifican en:
 - a. GTF-S: sintetizan dextrano (soluble en agua, aspecto globular)
 - b. GTF-I: sintetiza un glucano insoluble
 - c. GTF-SI: sintetiza ambos tipos de glucanos
5. Producción de dextranasa: Es una enzima glucanohidrolasa que es sintetizada y liberada por las bacterias. Al hacer contacto con el glucano en la superficie de las células bacterianas, estas enzimas lo hidrolizan y facilitan el paso de los productos de la hidrólisis hacia el interior de la

misma. Debido a esto, los glucanos extracelulares pueden ser utilizados por las bacterias como fuente de energía.⁴¹

Diagnóstico

El diagnóstico de la caries dental es mediante observación clínica y confirmación con el uso del explorador y análisis radiográfico.⁴⁰

Clasificación

En la Especialidad en Odontología Pediátrica de la Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de Baja California, se utiliza la Clasificación de G. V. Black con el diagrama de Pitts para el diagnóstico de caries dental.⁴²

Por localización:

- Grupo I: Surcos y fisuras de las caras oclusales de premolares y molares, dos tercios oclusales de la cara vestibular de molares y superficies palatina de incisivos superiores. También se consideran lesiones de fosas y fisuras de la superficie vestibular de dientes anteriores.
- Grupo II: Superficies proximales de premolares y molares.
- Grupo III: Superficies proximales de incisivos y caninos sin ángulo incisal involucrado.
- Grupo IV: Superficies proximales de incisivos y caninos con ángulo incisal involucrado.
- Grupo V: Tercio cervical de las caras vestibulares y palatinas de todos los órganos dentarios.
- Grupo VI: Howard y Simon propusieron la incorporación de una clase adicional a la original de Black que incluyen bordes incisales de

anteriores, lesiones que abarquen las superficies mesio-ocluso-distal y las cúspides de premolares y molares.

Por profundidad:

- Grado 1: Lesión cariosa que afecta esmalte.
- Grado 2: Lesión cariosa que afecta esmalte y dentina.
- Grado 3: Lesión cariosa que afecta dentina y pulpa.
- Grado 4: Lesión cariosa que afecta cámara pulpar.⁴²

Prevención y tratamiento de desmineralización

-Cepillado

La manera más simple para prevenir la formación de caries dental es evitar la acumulación de placa bacteriana mediante la remoción por cepillo dental. En pacientes pediátricos el padre o tutor es el que debe de realizar el procedimiento, y debe de limpiar las superficies de los dientes desde su erupción con una gasa y al crecer el niño con un cepillo suave y del tamaño adecuado a la boca del menor. Cuando tenga la habilidad necesaria, el niño puede comenzar a cepillarse los dientes por sí mismo.³⁹

-Fluoruros

Los fluoruros en aplicaciones tópicas (enjuagues, dentífricos, geles) pueden interactuar con los tejidos duros del diente suprimiendo la desmineralización y promoviendo la remineralización. Al potenciar la precipitación de Calcio y PO₄ en el esmalte, el fluoruro va a reemplazar las sales solubles de manganeso y carbonato que se pierden en el proceso de

desmineralización deteniendo al mismo y promoviendo la remineralización de lesiones incipientes de caries.⁴¹

-Edulcorantes

El xilitol es considerado un polialcohol con poder edulcorante y perfil de sabor similares a los de la sacarosa, y es poco metabolizado por los microorganismos bucales. Inhibe la desmineralización, promueve la remineralización, estimula el flujo gingival y disminuye los efectos del *Streptococcus mutans* y caries. Al no poder usar el xilitol como fuente de energía, los microorganismos no pueden producir ácidos como cuando utilizan la sacarosa.⁴¹

Tratamiento de lesiones cavitadas

-Restauraciones

En caso de lesiones cariosas cavitadas, la indicación es una restauración que puede ser de distintos materiales, como lo son las amalgamas, resinas y ionómeros.

Las resinas compuestas son materiales para restauraciones estéticas, cuya matriz está compuesta por polímeros orgánicos, su principal componente es el bisfenol glicidil metacrilato (BIS-GMA) y tiene cargas o rellenos de diferentes sustancias inorgánicas. Existen para dientes anteriores y posteriores y según su activador químico son auto o fotopolimerizables.⁴³ El uso de resina es el más aceptado actualmente por su estética y fácil manejo. Sus limitaciones son su baja resistencia al uso, su contracción ante la polimerización y si hay suficiente tejido de esmalte para proveer adhesión mediante el grabado con ácido fosfórico en todo el margen.⁴⁴

La amalgama ha sido empleada como material restaurador desde hace más de 100 años. La amalgama utilizada para las restauraciones dentales es la combinación del mercurio con 4 metales, que por su volumen aparecen de la forma siguiente: plata, estaño, cobre y zinc.⁴³ Tiene propiedades físicas generalmente adecuadas para casi todas las lesiones cavitadas que no involucran pulpa; su limitación principal su estética y su contenido de mercurio.⁴⁴

Los ionómeros son restauraciones fundamentales en el concepto de técnicas atraumáticas. Designa un polímero que forma enlaces covalentes dentro de las cadenas largas, y enlaces iónicos entre ellas, dándole un gran poder de adhesión. Para el uso clínico, la preparación del cemento de ionómero de vidrio consiste en la mezcla de dos componentes: uno en polvo (compuesto básicamente de flúor, aluminio y silicio,) y otro líquido (ácido polialquenoico). Tiene una muy alta biocompatibilidad, mínima contracción, buena adherencia y sellado; sin embargo, tiene una resistencia baja.⁴⁵

Cuando la lesión cariosa se extiende hasta la pérdida total de una o más superficies dentales, o hay lesiones interproximales de mayor tamaño, la indicación es la colocación de una corona.

-Coronas

Las coronas son una excelente alternativa para sustituir la porción coronal del diente, siendo una excelente solución para aquellos dientes primarios que se encuentren parcialmente destruidos. El material que se utiliza para coronas en odontología pediátrica es básicamente acero inoxidable.¹⁴ Entre los distintos tipos de restauraciones de coronas se encuentran las no pre-formadas (coronas

celuloides) y las pre-formadas (coronas acero cromo, coronas acero cromo estéticas, policarbonato y de zirconia).

Las coronas celuloides son coronas transparentes, que no se dejarán como restauración, sino que su forma servirá de molde al ser rellena por resina compuesta, así mejorando la estructura dentaria.^{15, 16}

La corona de acero cromo es una restauración extremadamente durable y una alternativa racional de tratamiento para dientes con múltiples superficies destruidas. Es el material más empleado para restaurar molares temporales con tres o más superficies destruidas.²¹ Tiene un gran manejo y adaptabilidad, pero su único problema es su estética, por lo cual hay versiones estéticas (coronas de acero cromo cubiertas en la cara bucal o facial con una cubierta del color del diente de material de poliéster o composición epoxy/híbrida). Sin embargo, se pierde flexibilidad y la cubierta estética tiende a desalojarse.

Las coronas de policarbonato son coronas temporales de fácil uso, pero tienen una tendencia muy grande a fracturarse, desalojarse y descolorarse.

Las coronas de zirconia están hechas de dióxido de zirconio, y son de los materiales más novedosos en coronas para dentición permanente.²⁴ Al crecer su popularidad y al crecer la demanda de padres por una alternativa estética a las coronas de acero cromo, se produjeron las coronas de zirconia pediátricas por compañías como EZ Pedo, NuSmile y Kinder Krowns.

El material típico para una corona es: anestesia tópica y local, fresas de pieza de alta, cemento de ionómero de vidrio, agente hemostático, agente de limpieza para coronas y las coronas de zirconia. La técnica inicia al medir el

diente previamente al tratamiento para ver cuál será la medida adecuada de la corona para el diente. La técnica para preparar consiste en los siguientes pasos:

1. Reducción de la superficie oclusal de 1 mm con fresa de barril grano grueso.
2. Reducción mesio distal de 1 mm con fresa de diamante cilíndrica con punta redondeada.
3. Reducción bucolingual de 1mm con la fresa anterior.
4. Reducción subgingival con fresa de flama grano fino de 1mm.
5. Se procede a enjuagar y lavar el interior de la corona con alcohol; en algunos casos se debe hacer control de la hemostasia de los tejidos suaves usando un agente hemostático como Hemodent o Vistostat.
6. Se mide corona y se revisa ajuste mesiodistal y de oclusión.
7. Se seca la corona.
8. Se cementa la corona con cemento dual de ionómero de vidrio.
9. Después del cementado, se recomienda ajustar la oclusión exclusivamente en los dientes antagonistas

Las coronas no pueden ser recortadas por tijeras, pero es posible ajustar el margen gingival usando fresas de diamante fino con pieza de alta y abundante irrigación para evitar chispas. No siempre se es posible cementar dos coronas de zirconia adyacentes debido a falta de espacio, por lo que en algunos casos se restaura un órgano dentario con zirconia y el otro con una corona acero cromo.²²

REPORTE DE CASO CLÍNICO

Anamnesis

Paciente masculino de 6.5 años de edad con aparente buen estado de salud acude a la clínica de Odontología Pediátrica UABC en CUPIS para revisión dental. Nació a los 9 meses de gestación por parto normal; ella refiere un embarazo normal. Dentro de antecedentes post-natales, la alimentación del paciente fue con biberón por 11 meses. Tiene su esquema de vacunación completo y no presenta alergias. En sus antecedentes heredofamiliares y quirúrgicos no se encontraron datos patológicos.

A la inspección clínica se identificó lesiones cariosas en molares permanentes y en temporales con tracto sinuoso.

Examen extraoral

Frente (Figura 9)

- Normofacial
- Asimetría facial
- Línea comisural paralela al piso
- Labios medianos
- Tercio superior ligeramente reducido
- Mentón hiperactivo

Figura 9. Examen extra oral: Fotografía de frente



FUENTE: Resistencia a la fractura de coronas pediátricas de zirconia: In vivo

Perfil (Figura 10)

- Perfil convexo
- Ángulo fronto-nasal abierto
- Ángulo naso-labial abierto
- Ángulo mento-labial abierto

Figura 10. Examen extra oral: Fotografía de perfil derecho



FUENTE: Resistencia a la fractura de coronas pediátricas de zirconia: In vivo

Examen intraoral

Frente (Figura 11)

- Estadio clínico 3
- Dentición mixta
- Manchas melánicas
- Línea media superior recta, inferior desviada a derecha
- Mancha blanca en OD 53

Figura 11. Examen intra oral: Fotografía de frente



FUENTE: Resistencia a la fractura de coronas pediátricas de zirconia: In vivo

Oclusal Superior (Figura 12)

- Arco en forma de “U”
- Dentición mixta
- Órganos dentarios presentes: 55, 54, 53, 52, 51, 61, 62, 63, 64, 65
- Desgaste en 53 y 63
- Erosión en OD 54 y 64
- OD 51 y 61 ligeramente mesializados

Figura 12. Examen intra oral: Fotografía oclusal superior



FUENTE: Resistencia a la fractura de coronas pediátricas de zirconia: In vivo

Oclusal Inferior (Figura 13)

- Arco en forma de herradura
- Dentición mixta
- Órganos dentarios presentes: 46, 83, 82, 41, 31, 72, 73, 74, 75, 36
- Lesiones cariosas en OD 74, 75
- Ausencia por extracción de OD 74 y 75
- Giroversión de 82, 41, 31, 72
- Malposición dentaria

Figura 13. Examen intra oral: Fotografía oclusal inferior



FUENTE: Resistencia a la fractura de coronas pediátricas de zirconia: In vivo

Lateral derecha (Figura 14)

- Mancha blanca OD 55
- Sin clasificación de Angle por ausencia de molar permanente superior y molar temporal inferior
- Frenillo lateral superior con inserción baja
- Curva de Spee anormal

Figura 14. Examen intra oral: Fotografía lateral derecha



FUENTE: Resistencia a la fractura de coronas pediátricas de zirconia: In vivo

Lateral izquierda (Figura 15)

- Curva de Spee anormal
- Escalón recto
- Desgaste OD 63

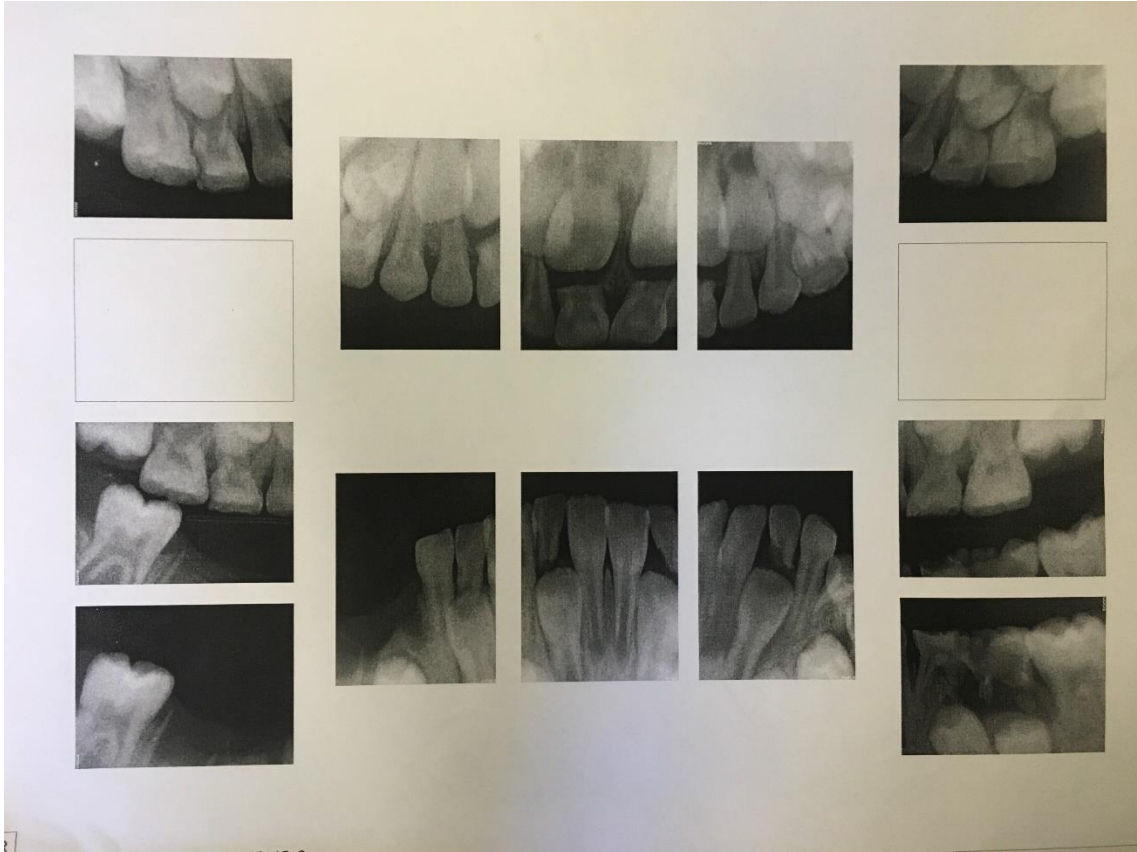
Figura 15. Examen intra oral: Fotografía lateral izquierda



FUENTE: Resistencia a la fractura de coronas pediátricas de zirconia: In vivo

Serie radiográfica

Figura 16. Serie radiográfica de diagnóstico inicial



FUENTE: Resistencia a la fractura de coronas pediátricas de zirconia: In vivo

Diagnóstico

Tabla 5.

16					26
15	55	Sano	Sano	65	25
14	54	Lesión cariosa grupo II grado 2	Erosión	64	24
13	53	Lesión cariosa grupo V grado 1	Sano	63	23
12	52	Sano	Sano	62	22
11	51	Lesión cariosa grupo V grado 1	Mancha blanca	61	21
<hr/>					
41	81	Sano	Sano	71	31
42	82	Sano	Sano	72	32
43	83	Desgaste	Desgaste	73	33
44	84	-	Lesión cariosa grupo II grado 4	74	34
45	85	-	Lesión cariosa grupo II grado 4	75	35
46		Sano	Lesión cariosa grupo II grado 1		36

FUENTE: Resistencia a la fractura de coronas pediátricas de zirconia: In vivo

Plan de tratamiento

Tabla 6.

16		(Sellador)	-		26
15	55	Sellador	Sellador	65	25
14	54	Pulpotomía + Corona de zirconia	Sellador y barniz de flúor	64	24
13	53	Ionómero	-	63	23
12	52	-	-	62	22
11	51	Observación	Barniz de flúor	61	21
<hr/>					
41	81	-	-	71	31
42	82	-	-	72	32
43	83	Observación	Observación	73	33
44	84	Prótesis	Extracción + prótesis	74	34
45	85	Prótesis	Extracción + prótesis	75	35
46		Sellador	Sellador + Restauración preventiva		36

FUENTE: Resistencia a la fractura de coronas pediátricas de zirconia: In vivo

Tratamiento dental

Previo a la autorización de la historia clínica, se le indicó al paciente un tratamiento con amoxicilina y ácido clavulánico cada 12 horas por una semana. Al terminar el tratamiento se le realizaron las extracciones de los órganos dentarios 84 y 85 con infiltración de mepivacaína con epinefrina al 2% de 1.8mL.

Posteriormente a la autorización de la historia clínica se realizaron las extracciones de los órganos dentarios 74 y 75 (con infiltración de mepivacaína con epinefrina al 2% de 1.8mL) y la restauración preventiva con sellador del órgano dentario 36.

En la siguiente cita se le colocaron los selladores en las fisuras de los órganos dentarios 64 y 65, y la aplicación de barniz de flúor en los órganos dentarios 64 y 61.

La cita consiguiente inició con una infiltración de mepivacaína con epinefrina al 2% de 1.8mL, seguida de aislamiento absoluto y la colocación de la restauración con ionómero del órgano dentario 53 y los selladores en los órganos dentarios 16 y 55. Se procedió a realizar el tratamiento de pulpotomía en el órgano dentario 54, sobre el cual después de realizar hemostasia, se le colocó una ligera base de IRM y se cubrió la cavidad con Vitremer© de la marca 3M ESPE®. Después se inició la preparación para la corona de zirconia NuSmile® ZR, la cual consistió en un desgaste oclusal de aproximadamente 1.5 mm con fresa de diamante de balón con grano grueso utilizando una pieza de alta velocidad, seguido de una reducción supragingival del resto de la corona clínica con fresa de diamante cónica de grano grueso. Se creó un margen subgingival

con filo de cuchillo el cual fue refinado y contorneado con una fresa de diamante cónico-extremo redondeado con grano fino. Se probó el ajuste con una corona rosa NuSmile® Try-In, asegurándose que no entrara a la fuerza y verificando que la oclusión sea correcta. Al tener el ajuste y la medida adecuados, se realizó la hemostasia adecuada y el secado de la superficie dentaria, y se colocó la corona definitiva con cemento. Se realizó un foto-curado de 5 segundos en las caras vestibular y palatina y se procedió a remover el cemento restante.

Se terminó la fase de cementado con un segundo foto-curado de 10 segundos en cada cara. Se ajustó la oclusión, se tomaron impresiones en ambas arcadas y se enviaron los modelos de yeso al laboratorio para la elaboración de la prótesis (Figura 17).

Figura 17. Procedimiento de caso clínico.



Compilación de fotografías del procedimiento mostrando: a) pulpotomía, b) colocación de Vitremer, c) preparación coronaria, d) preparación final, e) ajuste con corona Try-In, f) cementado, g) remoción cemento sobrante y h) fotografía final de la corona cementada.

FUENTE: Resistencia a la fractura de coronas estéticas de zirconia: In vivo

La última cita consistió en revisión de la corona de zirconia, la colocación de la prótesis parcial removible en inferior y en la colocación del sellador en el órgano dentario 46.

Fotografías finales

Figura 18. Fotografía final de frente



FUENTE: Resistencia a la fractura de coronas pediátricas de zirconia: In vivo

Figura 19. Fotografía final lateral derecha



FUENTE: Resistencia a la fractura de coronas pediátricas de zirconia: In vivo

Figura 20. Fotografía final lateral izquierda



FUENTE: Resistencia a la fractura de coronas pediátricas de zirconia: In vivo

Figura 21. Fotografía final oclusal superior



FUENTE: Resistencia a la fractura de coronas pediátricas de zirconia: In vivo

Figura 22. Fotografía final oclusal inferior.



FUENTE: Resistencia a la fractura de coronas pediátricas de zirconia: In vivo

Resultados

La caries dental es una enfermedad multifactorial que afecta dentición temporal y permanente y tiene una prevalencia de 70% en todo el mundo.

En lesiones extensas en dentición temporal el tratamiento indicado es la corona de acero cromo, sin embargo, su apariencia metálica no es bien recibida por los padres, por lo cual se requiere una opción más estética. Las coronas de zirconia además de ser estéticamente aceptables, son una opción efectiva como restauración.

Posteriormente al tratamiento el paciente se fue satisfecho con la estética de su tratamiento. Dos semanas después de la colocación no refirió molestia o sensibilidad alguna.

Conclusión

Las coronas de zirconia son un tratamiento efectivo y estético para restaurar dentición temporal con lesiones cariosas extensas. Su efectividad ha sido comprobada, sin embargo, se sugiere la realización de más estudios longitudinales.

ANEXOS

Se analizó la información recaudada en el programa Excel (Figura 23).

Figura 23.

MUESTRA	PUNTO DE RUPTURA (Newtons)	LONGITUD 1 (mm)	LONGITUD 2 (mm)	AREA (M)	ESFUERZO (Pa)	Conversión a MPa	FRACTURA DENTAL Pa	Mpa
1	771.875	8.98	10.08	9.05184E-05	8527271.803	8.527271803	si	8527271.803
2	675	7	7.63	0.00005341	12638082.76	12.63808276	si	12638082.76
3	1159.375	7.7	8.37	0.000064449	17989030.09	17.98903009	si	17989030.09
5	1193.75	8.13	8.31	6.75603E-05	17669400.52	17.66940052	no	17669400.52
6	1568.75	8.44	9.31	7.85764E-05	19964645.87	19.96464587	si	19964645.87
7	828.125	8.44	9.31	7.85764E-05	10539105.89	10.53910589	no	10539105.89
8	878.125	7.94	6.55	0.000052007	16884746.28	16.88474628	no	16884746.28
9	593.75	8.46	6.8	0.000057528	10321061.05	10.32106105	no	10321061.05
10	1137.5	8.84	7.19	6.35596E-05	17896588.4	17.8965884	no	17896588.4
11	1131.25	8.26	6.75	0.000055755	20289660.12	20.28966012	no	20289660.12
12	984.375	8.68	7.23	6.27564E-05	15685651.18	15.68565118	no	15685651.18
13	1271.875	9.16	7.5	0.0000687	18513464.34	18.51346434	no	18513464.34
14	1018.75	9.16	7.5	0.0000687	14828966.52	14.82896652	no	14828966.52
15	1325	10.17	8.99	9.14283E-05	14492230.52	14.49223052	no	14492230.52
16	1150	10.17	8.99	9.14283E-05	12578162.34	12.57816234	no	12578162.34
17	MEDIA	1045.833333			15254537.85	15.25453785	4 de 15 muestras	15254537.85

Compilación de datos analizados en el programa Excel 2016.

FUENTE: Resistencia a la fractura de coronas pediátricas de zirconia: In vitro

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ODONTOLOGÍA PEDIÁTRICA



CONSENTIMIENTO INFORMADO SOBRE DONATIVO DE ÓRGANOS DENTARIOS

Yo, _____, acepto donar voluntariamente el órgano dentario que le fue extraído a mi hijo(a) _____ el día _____ de _____ del 2017 a la Especialidad en Odontología Pediátrica del Centro Universitario de Posgrado e Investigación en Salud para fines de la investigación conducida por la CD Karen Janina Collins Galaviz.

FIRMA DEL PADRE/MADRE/TUTOR

FIRMA CD KAREN JANINA COLLINS GALAVIZ

FUENTE: Resistencia a la fractura de coronas estéticas de zirconia: In vitro

BIBLIOGRAFÍA

1. Diccionario de la Lengua Española [Internet]. 23ava edición. Real Academia Española. 2014. [citado 4 abril 2017]. Disponible en: <http://dle.rae.es/?id=GutF3Go>.
2. Planells del Pozo P, Fuks AB. Zirconia crowns- an esthetic and resistant restorative alternative for ECC affected primary teeth. The Journal of Clinical Pediatric Dentistry. 2014;38(3):193-6.
3. Liu JA, Donly K. A review of esthetic crowns for the primary anterior dentition. Decisions in Dentistry. October 2016; 2(10):18,21-5.
4. Resultados del Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Patologías Bucales. (SIVEPAB) 2013. 1ra edición.2014.
5. Verdugo Díaz RJ et al. Estudio epidemiológico de caries dental en escolares del estado de Baja California, México, 2010. Univ Odontol. Ene-Jun 2013;32(68):99-108.
6. Braun, S. A study of maximum bite force during growth and development. Angle Orthodontics. 1996;66(4):261-4.
7. Garg V et al. Crowns in pediatric dentistry. Journal of Advanced Medical and Dental Sciences Research.2016;4(2):0-0.
8. Sanger RG. Game changers in pedonomics: Think profit, not over head. Dental Economics. 2015;105(8):62-8.
9. Ashima G. Zirconia crowns for rehabilitation of decayed primary incisors: an esthetic alternative. Journal of Clinical Pediatric Dentistry. 2014;39(1):18-22.

10. Roberts C. et al. Clinical evaluation of and parental satisfaction with resin-faced stainless steel crowns. *Pediatric Dentistry*. 2001;23(1);28-31.
11. Beattie, S. et al. Fracture Resistance of 3 Types of Primary Esthetic Stainless Steel Crowns. *Journal of Canadian Dental Association*. 2011;77:b90
12. Townsend, JA. et al. In vitro fracture resistance of three commercially available zirconia crowns for primary molars. *Pediatric Dentistry*. Sep-Oct 2014;36(5):125-9.
13. Holsinger DM et al. Clinical Evaluation and Parental Satisfaction with Pediatric Zirconia Anterior Crowns. *Pediatric Dentistry*. 2016;38(3):192-7.
14. www.propdental.es [citado 11 noviembre 2015]. Disponible en: <https://www.propdental.es/blog/odontologia/coronas-en-odontologia-pediatrica/>
15. Escobar Muñoz F. *Odontología Pediátrica*. 1ra edición. AMOLCA. 2004.
16. Boj JR et al. *Odontopediatría*. 1ra edición. Masson, España. 2004.
17. Pinkham JR. et al. *Odontología Pediátrica*. 3ra edición. McGraw-Hill. 2001.
18. Duggal M. et al. *Paediatric Dentistry at a Glance*. 1ra edición. Wiley Blackwell. 2013.
19. Barberia E. *Odontopediatría*. 2da edición. Masson. 2002.
20. Dean JA. *McDonald and Avery's Dentistry for the Child and Adolescent*. 9na edición. Mosby Elsevier. 2011.
21. Bezerra L. *Tratado de Odontopediatría Tomo I*. 1ra edición. Amolca. 2008.

22. Aschheim, KW. Esthetic Dentistry: A Clinical Approach to Techniques and Materials. 3ra edición. Elsevier. 2015.
23. Venkataraghavan, K. Polycarbonate crowns for primary teeth revisited: Restorative options, technique and case reports. Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry. 2014;32(2):156-9.
24. www.zirkonzahn.com [citado 11 noviembre 2015]. Disponible en: <http://www.zirkonzahn.com/es/faq/informacion-general-zirconia>
25. www.nusmilecrowns.com [citado 11 noviembre 2017] Disponible en: [https://www.nusmilecrowns.com/Plugins/Widgets.FAQ.Vinformatix/Content/FAQ/FAQCategoryFiles/IFU%2005%20ZR%20Technical%20Guide%20\(Eng\)%20Rev%208.pdf](https://www.nusmilecrowns.com/Plugins/Widgets.FAQ.Vinformatix/Content/FAQ/FAQCategoryFiles/IFU%2005%20ZR%20Technical%20Guide%20(Eng)%20Rev%208.pdf)
26. www.nusmilecrowns.com [citado 11 noviembre 2017] Disponible en: https://www.nusmilecrowns.com/Plugins/Widgets.FAQ.Vinformatix/Content/FAQ/FAQCategoryFiles/IFU-12_BioCemPD_QuickStart_Rev5_Web.pdf
27. Diccionario de la Lengua Española [Internet]. 23ava edición. Real Academia Española. 2014. [citado 4 abril 2017]. Disponible en: <http://dle.rae.es/?id=WAPyoeK>
28. Villanueva AF, Bernal AM. Máquina universal para pruebas de resistencia de materiales. Materiales de Ingeniería. Weblog. [citado 11 noviembre 2017]. Disponible en: <https://materialesingenieria.wordpress.com/maquina-universal-para-pruebas-de-resistencia-de-materiales/>

29. Gran Diccionario de la Lengua Española [Internet]. Larousse. 2016. [citado 4 abril 2017]. Disponible en: <http://es.thefreedictionary.com/fractura>
30. Maciel, R. The opinion of children and their parents about four different types of dental restorations in a public health service in Brazil. *European Archives of Paediatric Dentistry*. Feb 2017;18(1):25-9.
31. Woo D, Sheller B, Williams B, Mancl L, Grembowski D. Dentists' and parents' perceptions of health, esthetics, and treatment of maxillary primary incisors. *Pediatric Dentistry*. 2005;27(1):19–23.
32. Kupietzky, A. Parental satisfaction with bonded resin composite strip crowns for primary incisors. *Pediatric Dentistry*. July/Aug 2004;26(4):337-40.
33. Tinanoff N, Douglass JM. Clinical decision-making for caries management in primary teeth. *Journal of Dental Education*. 2001;65(10):1133–42.
34. Lee, J. Restoration of primary anterior teeth: review of literature. *Pediatric Dentistry*. 2002;24(5):506-10.
35. Fishman R, Guelmann M, Bimstein E. Children's selection of posterior restorative materials. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2006;31(1):1-4.
36. Duarte Gavião MB et al. Masticatory performance and bite force in children with primary dentition. *Brazilian Oral Research*. 2007;21(2):146-52

37. González-Pita, LC. Protocolos diseñados para el biobanco de dientes de la Universidad Nacional de Colombia. *Acta Odontológica Colombiana*. Julio-Diciembre 2014;4(2):79-93.
38. Mobarak, EH. Effect of pretest storage conditions of extracted teeth on their dentin bond strengths. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2010;104(2):92-7.
39. Palomer L. Caries dental en el niño: Una enfermedad contagiosa. *Revista chilena de pediatría*. 2006;77(1):56-60.
40. Portilla Robertson, J et al. Conceptos actuales e investigaciones futuras en el tratamiento de la caries dental y control de la placa bacteriana. *Revista Odontológica Mexicana*. 2010;14(4):218-25.
41. Núñez DP, García Bacallao L. Bioquímica de la caries dental. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*. 2010;9(2):156-66.
42. Gil MA. Protectores Dentino Pulpaes y su Aplicación Clínica. (Cátedra de Odontología Operatoria). Venezuela. Universidad Central de Venezuela. 2013.
43. Duque de Estrada Riverón J, Hidalgo-Gato Fuentes I, Pérez Quiñónez, JA. Técnicas actuales utilizadas en el tratamiento de la caries dental. *Revista Cubana de Estomatología*. 2006;43(2):0-0.
44. Mount GJ. A new cavity classification. *Australian Dental Journal* 1998;43(3):153-9.

45. Tascón J. Restauración atraumática para el control de la caries dental: historia, características y aportes de la técnica. *Revista Panamericana de Salud Pública*. 2005;17(2):110–5.