



# Universidad Autónoma de Querétaro

## Facultad de Medicina

“RESISTENCIA A LA FRACTURA CORONAL DE DIENTES  
SOMETIDOS A DIFERENTES SISTEMAS DE  
BLANQUEAMIENTO DENTAL INTERNO”

### Tesis

Que como parte de los requisitos  
para obtener el Diploma de la

ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

Presenta:

L.O Karen Alejandra Ángeles Hernández

Dirigido por:

C. D. E. E. Daniel Alberto de la Rosa Moreno

Querétaro, Qro. a 2 Febrero 2024



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Medicina  
Especialidad en Endodoncia

“RESISTENCIA A LA FRACTURA CORONAL DE DIENTES  
SOMETIDOS A DIFERENTES SISTEMAS DE  
BLANQUEAMIENTO DENTAL INTERNO”

**Tesis**

Que como parte de los requisitos para obtener el Diploma de la  
Especialidad en Endodoncia

**Presenta:**

L. O. Karen Alejandra Ángeles Hernández

**Dirigido por:**

C. D. E. E. Daniel Alberto de la Rosa Moreno

C. D. E. E. Daniel Alberto De La Rosa Moreno  
Presidente

D. en E. Santiago Andaracua García  
Secretario

Dr. Rubén Abraham Domínguez Pérez  
Vocal

C. D. E. E. Irak Osiris Villarreal Vera  
Suplente

L. O. E. E. Miriam Mendoza Estrada  
Suplente

Centro Universitario,  
Querétaro, Qro. Febrero 2024  
México

## Resumen

**Introducción:** El blanqueamiento dental interno es un procedimiento conservador indicado para tratar el oscurecimiento de dientes tratados endodónticamente. Los productos utilizados para el blanqueamiento interno generan una reacción de oxidoreducción en la matriz orgánica. El blanqueamiento dental interno puede generar efectos secundarios negativos en tejidos duros y blandos como interacción con sistemas adhesivos, reabsorción cervical externa, afectación en la microdureza, entre otros.

**Objetivo:** Determinar qué sistema de blanqueamiento disminuye la resistencia a la fractura dental al ser expuestos a dos tipos de blanqueamiento interno Yotuel Extra White 35% o Whiteness HP Maxx.

**Material y métodos:** Diseño experimental *in vitro* con 30 premolares (maxilares y mandibulares) se realizó endodoncia, se desobturó 3mm y se colocó ionómero de vidrio como barrera. Se distribuyeron en 3 grupos, 10 grupo control, 10 grupo Yotuel Extra White 35% y 10 grupo Whiteness HP Maxx. Catorce días después se sometieron a una carga de compresión hasta llegar a la fractura, los datos recolectados fueron analizados por la prueba estadística Kruskal Wallis. Se consideró una  $p < 0.05$  para indicar significancia estadística.

**Resultados:** Ambos grupos experimentales mostraron una resistencia a la fractura dental similar al grupo control.

**Conclusiones:** No puede asumirse que un diente con tratamiento de conductos expuesto a un blanqueamiento dental interno con peróxido de hidrogeno al 35% debilite la estructura del diente.

**(Palabras clave: resistencia a fractura, blanqueamiento interno, peróxido de hidrógeno)**

## Summary

**Introduction:** Internal bleaching is a conservative procedure indicated to treat the darkening of endodontically treated teeth. The recommended products for internal bleaching generate an oxidation reaction in the organic matrix. Internal bleaching can initiate negative side effects in hard and soft tissues such as interaction with adhesive systems, external cervical resorption, microhardness reduction, among others.

**Objective:** To determine which bleaching system decreases the fracture resistance of teeth when exposed to two types of internal bleaching Yotuel Extra White 35% or Whiteness HP Maxx.

**Materials and methods:** An experimental *in vitro* study with 30 premolars (maxillary and mandibular) root canal treatment was previously performed, 3mm was removed and glass ionomer was placed as barrier. Teeth were distributed in 3 groups, 10 control group, 10 Yotuel Extra White 35% group and 10 Whiteness HP Maxx group. Fourteen days later teeth were subjected to compression load until fracture, collected data was analyzed by the Kruskal Wallis statistical test.  $p < 0.05$  was expected to indicate statistical significance.

**Results:** Both experimental groups showed resistance to dental fracture similar to the control group.

**Conclusions:** It cannot be assumed that root canal treated tooth exposed to internal dental bleaching with 35% hydrogen peroxide will weaken the tooth structure.

**(Key words: fracture resistance, internal bleaching, hydrogen peroxide)**

## **Dedicatorias**

Dedico esta obra a mi familia y a Dios por haberme permitido llegar hasta aquí y por darme fuerza para llevar a cabo mis metas y objetivos.

A mis padres a los cuales les debo todo lo que soy y todo lo que puedo lograr, por su amor incondicional, por ser mi fuerza y alentarme a conseguir mis sueños.

A mi hermana que siempre estuvo ahí para darme una palabra de aliento y ser mi apoyo.

A mi abuelita que yo sé que desde el cielo me cuida y que siempre creyó en mí.

A Arya que me acompañó en esas noches de desvelo.

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios por guiarme, inspirarme y permitirme culminar mi tan anhelada carrera.

A mis padres por todo lo que me han enseñado, su amor, su paciencia, sus valores, su protección, su apoyo infinito que siempre me impulso a ser una mejor persona y ha sido la clave de mi éxito.

A mi hermana por ser un ejemplo para mí y por ser mi confidente.

A mis amigas Mercy, Ale y Mariana por su cariño, su apoyo, su sentido del humor con las que recorrí este viaje juntas y los cuales se quedarán en mi corazón para siempre.

A mis compañeros por los buenos momentos, el estrés compartido y las enseñanzas que me dejaron, ahora somos colegas y juntos compartimos este triunfo.

A mis profesores y mentores, por su dedicación, su pasión, por siempre estar ahí cuando me sentía pérdida.

A la prestigiosa Universidad Autónoma de Querétaro por brindarme las bases para formarme profesionalmente.

## Índice

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
<b>Resumen</b>	i
<b>Summary</b>	ii
<b>Dedicatorias</b>	iii
<b>Agradecimientos</b>	iv
<b>Índice</b>	v
<b>Índice de cuadros</b>	vii
<b>Abreviaturas y siglas</b>	viii
<b>I. Introducción</b>	1
<b>II. Antecedentes</b>	3
<b>III. Planteamiento del problema</b>	12
III.1 Pregunta de investigación	12
III.2 Justificación	12
<b>IV. Hipótesis</b>	13
IV.1 Hipótesis de trabajo	13
IV.2 Hipótesis nula	13
<b>V. Objetivos</b>	13
V.1 General	13
V.2 Específicos	13
<b>VI. Material y métodos</b>	14
VI.1 Diseño	14
VI.2 Unidad de análisis	14
VI.3 Muestra	14
VI.3.1 Criterios de inclusión	14
VI.3.2 Criterios de exclusión	14
VI.3.3 Criterios de eliminación	15
VI.4 Procedimientos	15

VI.4.1 Análisis estadístico	21
VI.4.2 Consideraciones éticas	21
<b>VII. Resultados</b>	<b>22</b>
<b>VIII. Discusión</b>	<b>23</b>
<b>IX. Conclusiones</b>	<b>25</b>
<b>X. Propuestas</b>	<b>26</b>
<b>XI. Bibliografía</b>	<b>27</b>

### **Índice de cuadros**

	<b>Página</b>
Cuadro 1 Tipos de decoloraciones	3
Cuadro 2 Comparación de la resistencia a la fractura de los dos grupos experimentales	22

### **Índice de figuras**

	<b>Página</b>
Figura 1 Premolares recolectados	15
Figura 2 Desobturación de los dientes	17
Figura 3 Saliva artificial colocada entre sesiones	18
Figura 4 Sistemas blanqueadores	19
Figura 5 Fractura de los dientes	19
Figura 6 Colocación en la máquina universal de prueba	20

## I. Introducción

El blanqueamiento intracoronal es llevado a cabo comúnmente en dientes que han sido tratados endodónticamente. La técnica de blanqueamiento ambulatorio fue introducida por primera vez por Spasser (1961), posteriormente modificada por Nutting y Poe (1963), llevándonos a lo que es ahora el blanqueamiento dental interno (Chng et al., 2002).

El blanqueamiento intracoronal es un método establecido, simple, rentable y conservador que mejora la tonalidad de los dientes pigmentados que han recibido tratamiento de conductos radiculares (Amato et al., 2006). Aunque estos agentes son eficaces para aclarar el color de los dientes, su uso se ha asociado con complicaciones indeseables (Chng et al., 2002).

En la técnica de blanqueamiento ambulatorio, los agentes blanqueadores más utilizados son el peróxido de hidrógeno y el perborato de sodio, ya sea individualmente o combinados (Nutting, 1963). El uso exitoso del gel de peróxido de carbamida al 37% ha sido reportado en la literatura (Liebenberg, 1997). Los procedimientos de blanqueamiento en dientes tratados endodónticamente utilizando peróxido y otros métodos son relativamente efectivos y más conservadores que cualquier procedimiento protésico. Sin embargo, la disminución de la resistencia a las fracturas coronarias es la más frecuente complicación después del blanqueamiento dental (Da Silva et al., 2008; Kuga et al., 2012).

El mecanismo de acción de los materiales blanqueadores se basa en reacciones de oxidación en el tejido dental. Los productos de estas reacciones son radicales libres de oxígeno y agua, después de la descomposición de las macromoléculas de pigmento (Sasaki et al., 2009). Los efectos adversos del procedimiento de blanqueamiento se atribuyen a la presencia de peróxido de hidrógeno, que puede modificar la microdureza (De Oliveira et al., 2007) y el módulo

de elasticidad de los tejidos dentales (Chng et al., 2004). Estos radicales libres se unen a la hidroxiapatita y producen peróxido de apatita. Este producto es capaz de degradar iones de hidroxiapatita Ca + y fosfato (Zhao et al., 2000).

En múltiples estudios previos se ha investigado los efectos del blanqueamiento en la morfología del esmalte, la alteración de la textura en la superficie del esmalte, aumento en la porosidad de la estructura superficial del esmalte, desmineralización y disminución de la concentración de proteínas, degradación de la matriz orgánica, modificación de la relación calcio: fosfato y la pérdida de calcio, apoyando así la hipótesis de que los agentes blanqueadores son componentes químicamente activos potencialmente capaces de inducir alteraciones estructurales sustanciales en el esmalte dental humano (Alqahtani, 2014). En contraste con otros estudios que han reportado que el blanqueamiento no altera significativamente la superficie del esmalte (Cadenaro et al., 2010).

De Arruda et al. (2012) estudiaron la microdureza e histomorfología del esmalte bovino después de usar peróxido de hidrógeno al 35% donde se concluyó que el peróxido de hidrogeno al 35% disminuyó la dureza y los cambios histomorfológicos en las superficies del esmalte expuestas a agentes cariogénicos.

Aunque varios estudios han demostrado una reducción significativa en la fuerza de unión de los materiales de restauración para la dentina posterior a un blanqueamiento dental (Amaral et al., 2008; Vieira et al., 2012) existe incertidumbre sobre este tema con respecto a pacientes tratados endodónticamente (Leandrin et al., 2020).

No existen estudios suficientes del efecto del blanqueamiento interno sobre la resistencia a la fractura coronal utilizando productos recientes en el mercado, lo cual podría beneficiar al odontólogo en su elección del producto final y al paciente a mantener el órgano dental funcional más tiempo en boca.

## II. Antecedentes

La sociedad, en general, está más preocupada que nunca por la belleza y la apariencia perfecta (Hargreaves et al., 2011).

Es bien conocido que la insatisfacción de los pacientes con la apariencia de su sonrisa está influenciada principalmente por el color de sus dientes (Monteiro et al., 2019).

La decoloración dental se ha descrito como “cualquier cambio en el tono, el color o la translucidez de un diente debido a cualquier causa” (Ingle et al., 2008). Esta crea una amplia variedad de problemas cosméticos, como menciona Sulliman (2004) la profesión dental y el público gastan considerables cantidades de tiempo y dinero en un intento por mejorar la apariencia de dientes descoloridos.

Según Plotino et al. (2008) la decoloración de los dientes varía en etiología, apariencia, localización, gravedad y adherencia a la estructura del diente.

Las decoloraciones intrínsecas se incorporan a la estructura del diente. Las decoloraciones extrínsecas se adhieren a la superficie del diente. Las decoloraciones intrínsecas y extrínsecas pueden existir en combinación y pueden afectar el esmalte, la dentina o la pulpa (Hargreaves et al., 2011).

Cuadro 1. Tipos de decoloraciones.

<b>Tipos de decoloración</b>	<b>Color producido</b>
<b>Extrínseco (Manchas directas)</b>	
Té, café y otros alimentos	Café a negro
Cigarros	Amarillo/ Café a negro
Placa dentobacteriana/ mala higiene	Amarillo/ Café

<p align="center"><b>Extrínseco (Manchas indirectas)</b></p> <p>Sales de metales polivalentes y antisépticos catiónicos (clorhexidina)</p>	<p>Negro y Café</p>
<p align="center"><b>Intrínsecas</b></p>	
<p>Causas metabólicas (Porfiria eritropoyética congénita)</p>	<p>Morada/ Café</p>
<p>Causas hereditarias (amelogénesis o dentinogénesis)</p>	<p>Café o negro</p>
<p>Causas iatrogénicas (tetraciclina)</p>	<p>Apariencia de bandas: clásicamente amarillo, marrón, azul, negro o gris</p>
<p>Fluorosis</p>	<p>Blanco, amarillo, gris o negro</p>
<p>Causas de trauma (hipoplasia del esmalte, hemorragia pulpar, resorción radicular)</p>	<p>Café, gris a negro y mancha rosa</p>
<p>Referente a la edad</p>	<p>Amarillo</p>
<p align="center"><b>Internas</b></p>	
<p>Caries</p>	<p>Naranja a café</p>
<p>Restauraciones</p>	<p>Café, gris y negro</p>
<p>Resorción radicular</p>	<p>Rosa</p>

(Sulieman, 2004).

## **Causas sistémicas intrínsecas**

### Causas genéticas

La amelogénesis imperfecta describe un grupo de condiciones hereditarias asociadas con mutaciones en cinco genes, afectando la estructura y apariencia del esmalte en la dentición primaria y secundaria (Hargreaves et al., 2011).

La dentinogénesis imperfecta y la displasia dentinaria son un grupo de trastornos dentinarios genéticos hereditarios autosómicos dominantes, caracterizados por una estructura dentinaria anormal (Barron et al., 2008). Clínicamente los pacientes que padecen dentinogénesis imperfecta tienen dientes con decoloraciones de color marrón amarillento, ámbar oscuro o gris azulado y mayor translucidez.

Otras enfermedades que causan decoloración de los dientes incluyen porfiria, eritroblastosis fetal o talasemia y anemia de células falciformes (Hargreaves et al., 2011).

### Causas metabólicas

La hipoplasia del esmalte también puede ocurrir después de una exposición excesiva al fluoruro durante la formación de los dientes. Los tonos de decoloración varían desde manchas blancas con apariencia opaca o calcárea hasta manchas amarillas o marrones en el lado facial del diente afectado, en casos severos se presentan defectos en la superficie del esmalte (Clarkson, 1989).

### Tetraciclina

La tetraciclina es un antibiótico utilizado para tratar enfermedades como infecciones del tracto urinario, clamidia y acné. En particular en los niños pequeños,

causa manchas oscuras, profundas, grises o marrones que pueden afectar a todo el diente u ocurrir como un patrón de rayas horizontales. También induce decoloraciones en los dientes permanentes que se manifiestan durante el desarrollo del diente, cuando la tetraciclina se calcifica en el diente, lo que genera esas manchas características (Hargreaves et al., 2011).

### **Causas locales intrínsecas**

#### Hemorragia pulpar y necrosis pulpar.

Arens (1989) estableció que la hemorragia pulpar es la causa más común de decoloración después de un trauma. La sangre entra en los túbulos dentinarios y luego se descompone. La extirpación pulpar también provoca hemorragia en la dentina.

La irritación de la pulpa dental puede ocurrir química, mecánicamente o por agresión microbiana, especialmente por bacterias y sus subproductos tóxicos. Los productos de desintegración de la necrosis pulpar pueden incorporarse a los túbulos dentinarios y provocar la decoloración de la dentina circundante. La intensidad de la decoloración parece proporcional al tiempo que los agentes decolorantes permanecen en la cámara pulpar (Hargreaves et al., 2011).

#### Materiales de restauración

Hargreaves (2011) mencionó que los materiales de relleno metálicos, como la amalgama o el oro, pueden provocar decoloraciones.

## Metamorfosis cálcica

Watts y Addy (2001) mencionaron que la calcificación pulpar provoca una decoloración a través de obliteración de los túbulos dentinarios y acumulación de dentina terciaria pero el diente puede seguir estando vital. Este proceso ocurre a menudo posterior a un trauma.

Otros factores, como la abrasión, la erosión o las irritaciones iatrogénicas también pueden estimular la pulpa vital para iniciar procesos de obliteración (Thordarson et al., 1991).

## **Causas internas**

### Caries dental

La caries progresiva puede causar decoloración de los dientes. Las primeras etapas de la caries se caracterizan por lesiones de esmalte blancas y opacas. Si la caries se detiene, la lesión puede oscurecerse al absorber pigmentos de fuentes exógenas, lo que con frecuencia le da un color marrón oscuro o negro intenso (Thylstrup, 1996).

Los irrigantes, los materiales de restauración intraconducto y otros materiales de restauración pueden causar decoloración. El combinar irrigantes que contienen hipoclorito de sodio (incluso en concentraciones bajas) y clorhexidina conducen a un precipitado rojo pardusco (Basrani et al., 2007).

El tipo de material de obturación del conducto radicular y los agentes de medicación desempeñan un papel en la tendencia a la decoloración del diente (Van der Burgt et al., 1985, 1986).

Dependiendo del material, las decoloraciones causadas por los materiales de obturación endodónticos son corregibles (Van der Burgt et al., 1986).

Aunque el agregado de trióxido mineral (MTA) posee una excelente biocompatibilidad (Ribeiro et al., 2005) este material de color gris conduce a decoloraciones dentales indeseables en la región estética de los dientes (Bortoluzzi et al., 2007). No obstante, según Jacobovitz y De Lima (2008) puede haber decoloración en los tejidos duros después de la aplicación de MTA blanco, esto resulta del proceso de oxidación del hierro (Ferrita tetracálcica de aluminio) (Zimmerli et al., 2010).

### Resorción radicular

Las reabsorciones de la raíz cervical pueden provocar decoloraciones rosadas de los dientes (Hargreaves et al., 2011).

## **Blanqueamiento en dientes no vitales**

El blanqueamiento de dientes no vitales fue inicialmente mencionado por Garretson (1895), quien usó cloro como agente blanqueador (Fasanaro, 1992). Pearson (1951) usa el peróxido de hidrógeno para blanquear los dientes no vitales.

Recientemente, algunos autores han descrito el uso clínico exitoso del blanqueamiento externo / interno de dientes tratados endodónticamente (Plotino et al., 2008).

El blanqueamiento de los dientes no vitales implica una intervención mínimamente invasiva que, si se realiza correctamente, sólo soporta riesgos leves. Sin embargo, existen opiniones contradictorias y preguntas sin respuesta sobre este método (Zimmerli et al., 2010).

Las sustancias recomendadas en el blanqueamiento de dientes tratados endodónticamente son las que promueven una reacción de oxireducción, principalmente peróxido de hidrógeno, en varias concentraciones o métodos de activación.

Otras sustancias, como el sodio perborato o peróxido de carbamida, tienen el peróxido de hidrógeno como subproducto final y también se utilizan en el blanqueamiento intracoronal (Attin et al., 2003; Chng et al., 2004).

Cuando el agente blanqueador se coloca en la cámara pulpar, el oxígeno reactivo se libera; la sustancia decolorada es químicamente reducida y se transforma en una materia incolora (McEvoy, 1989).

El peróxido de hidrógeno es el peróxido más simple y en su forma pura es un líquido incoloro de una viscosidad ligeramente más alta que el agua. Se puede utilizar para procedimientos de blanqueamiento en el consultorio y en el hogar (Hargreaves et al., 2011).

Se demostró que el peróxido de hidrógeno no induce cambios significativos en los contenidos relativos orgánicos e inorgánicos del esmalte, sino que blanquea los dientes al oxidar la matriz orgánica (Eimar et al., 2012).

El peróxido de carbamida o el peróxido de hidrógeno de urea, se descompondrá en carbamida y peróxido de hidrógeno en solución acuosa (Nathoo, 1997).

El peróxido de carbamida se puede utilizar para blanqueamiento interno (Vachon et al., 1998). Al 35%, muestra tasas de difusión extrarradicular muy bajas en comparación con el peróxido de hidrógeno y el perborato de sodio (Hargreaves et al., 2011).

El blanqueamiento dental puede causar efectos adversos localizados en los tejidos duros y blandos, como el riesgo de reabsorción cervical externa, la interacción con los sistemas de unión adhesiva y la solubilidad del material dental (Anderson et al., 1999).

Aunque una gran cantidad de estudios han demostrado que la fuerza de unión a los tejidos dentales disminuye después de blanqueamiento con agentes blanqueadores, existe controversia sobre el efecto negativo de los materiales sobre la resistencia a la fractura coronal de dientes tratados endodónticamente (Khoroushi et al., 2010).

Ya que la dentina constituye una parte importante de la estructura del diente, es probable que cualquier cambio en las propiedades biomecánicas de la dentina después del blanqueamiento tenga un impacto en la fuerza general de los dientes (Chng et al., 2002).

Los efectos adversos del blanqueamiento dental se atribuyen a la presencia del peróxido de hidrógeno, que puede modificar la microdureza (De Oliveira et al., 2007) y el módulo de elasticidad (Chng et al., 2004) de los tejidos dentales.

Estas alteraciones pueden estar relacionadas con la disminución de los componentes orgánicos de la dentina (Kawamoto y Tsujimoto, 2004) y a los cambios en la morfología del tejido (Suliman et al., 2004), que puede que influyan en la resistencia a la fractura de los dientes blanqueados (Cavalli et al., 2004; Tam et al., 2007; Da Silva et al., 2008).

El pH de los agentes blanqueadores, la capacidad amortiguadora de la dentina y el aumento de diámetro y densidad de los túbulos dentinarios a medida que la pulpa es abordada son factores que pueden influir en la microdureza de la dentina (Pashley et al., 1985).

Este problema es aún más crítico en dientes con tratamiento endodóntico, que presentan cierto grado de debilidad estructural (Cavalli et al., 2004).

Varios estudios recientes han comparado las propiedades biomecánicas de la dentina de dientes tratados endodónticamente con la dentina de dientes vitales. Los resultados indicaron que los dientes tratados endodónticamente no fueron más débiles que los dientes vitales (Lewinstein y Grajower, 1981; Huang et al., 1992; Sedgley y Messer, 1992).

Sin embargo, el mecanismo exacto por el cual los agentes blanqueadores pueden afectar la dentina no está completamente aclarado. Algunos estudios han indicado que el peróxido de hidrógeno puede provocar la disolución de material inorgánico, una reducción de la relación calcio-fósforo y una reducción de los componentes orgánicos de la dentina por oxidación de proteínas (Rotstein et al., 1992, 1996; Pérez et al., 1993; Saleh y Ettman, 1999; Chng et al., 2002).

### **III. Fundamentación teórica**

En la actualidad la sociedad se ha enfocado en la estética y la belleza en la búsqueda de una apariencia perfecta. El diseño de sonrisa está influenciado principalmente por el color dental, es por ello que el blanqueamiento dental interno se ha considerado como un método simple, rentable y conservador que se ha popularizado ampliamente, convirtiéndose en una excelente opción terapéutica para los dientes con tratamiento de conductos previo que presentan pigmentaciones, siendo la reducción a la resistencia a las fracturas coronarias la complicación más frecuente.

Conocer que marca de blanqueamiento dental interno disminuye la resistencia a la fractura dental permitirá al Odontólogo una toma de decisiones clínicamente más acertada en la cual pueda disminuir el índice de fracturas coronales, garantizando el éxito en el tratamiento, mejorando así la estética y funcionalidad de los órganos dentales en boca.

#### **III.1 Planteamiento del problema.**

El blanqueamiento dental interno es un procedimiento comúnmente utilizado en la rama de Endodoncia para devolverle la apariencia a los dientes que presentaron alguna decoloración; a lo largo del tiempo aparecieron distintas marcas en el mercado como lo son Yotuel Extra White 35% (Biocosmetics) y Whiteness HP Maxx (Dentscare Ltda, Brasil), pero no se conoce con certeza cuál de estos sistemas de blanqueamiento dental interno afecta la resistencia a la fractura dental.

#### **III.2 Pregunta de investigación.**

¿Qué sistema de blanqueamiento disminuye la resistencia a la fractura dental, Yotuel Extra White 35% o Whiteness HP Maxx?

## **IV. Hipótesis**

### **IV.1 Hipótesis de trabajo**

El sistema de blanqueamiento Whiteness HP Maxx disminuye más la resistencia a la fractura dental que el sistema de blanqueamiento Yotuel Extra White 35%.

### **IV.2 Hipótesis nula**

El sistema de blanqueamiento Yotuel Extra White 35% disminuye más la resistencia a la fractura dental que el sistema de blanqueamiento Whiteness HP Maxx.

## **V. Objetivos**

### **V.1 Objetivo general**

Determinar qué sistema de blanqueamiento disminuye la resistencia a la fractura dental Yotuel Extra White 35% o Whiteness HP Maxx.

### **V.2 Objetivos específicos**

Evaluar la resistencia a la fractura dental posterior al blanqueamiento interno con el sistema Yotuel Extra White 35%.

Evaluar la resistencia a la fractura dental posterior al blanqueamiento interno con el sistema Whiteness HP Maxx.

Comparar la resistencia a la fractura dental posterior al blanqueamiento interno con los dos sistemas de blanqueamiento.

## **VI. Material y métodos**

### **VI.1 Tipo de investigación**

Experimental *in vitro*

### **VI.2 Unidad de análisis**

Premolares maxilares y mandibulares humanos extraídos por razones ortodónticas

### **VI.3 Muestra**

El tamaño de la muestra por cada marca de blanqueamiento interno fue de 10 premolares cada uno, el total de muestras estuvo conformada de 30 premolares.

El tamaño de la muestra se decidió después de realizar una búsqueda bibliográfica, tal es el caso de Kuga et al. (2012) que realizó su estudio con una muestra de 10 dientes extraídos al igual que de Toledo et al. (2014) y Leandrin et al. (2020).

#### **VI.3.1 Criterios de inclusión**

Premolares maxilares o mandibulares humanos extraídos con ápices completos, sin tratamiento endodóntico que fueron extraídos por razones ortodónticas.

#### **VI.3.2 Criterios de exclusión**

Premolares maxilares o mandibulares humanos extraídos que presentaron calcificaciones internas, reabsorciones internas, fracturas o fisuras.

### VI.3.3 Criterios de eliminación

Se eliminaron todos aquellos especímenes que sufrieron algún imprevisto durante el desarrollo de las pruebas que imposibilitó la evaluación de las variables de interés.

### VI.4 Procedimiento

La fase experimental del estudio se dividió en:

Fase I: Fase de recolección

Fase II: Fase de instrumentación

Fase III: Protocolo de Blanqueamiento interno

Fase IV: Fase de medición

Fase V: Obtención de resultados y tratamiento estadístico

#### Fase I

1. Se recolectaron los órganos dentales de la Clínica Odontológica de la Facultad de Medicina, los cuales se solicitaron como donación después de su extracción por fines ortodónticos (Figura 1).



Figura 1. Premolares recolectados.

2. Los dientes recolectados se limpiaron a fondo de cualquier tejido blando adherido a la superficie de la raíz con bisturí.
3. Se descartaron los dientes que presentaron alguna fisura o fractura. Para prevenir deshidratación, los dientes se almacenaron en agua hasta su uso.

## **Fase II**

1. Se realizó el acceso a la cavidad con una fresa redonda estéril a alta velocidad utilizando refrigeración.
2. En secuencia, se realizó la preparación del conducto radicular con la técnica Crown Down utilizando limas K (Maillefer, Ballaigues, Suiza) e hipoclorito de sodio al 2,5%.
3. Las muestras se prepararon apicalmente en una lima # 50K seguida por riego final con 5,0 ml de EDTA al 17% (Biodinâmica, Ibiporã, PR, Brasil) durante 1 minuto.
4. Después de eso, los conductos se irrigaron con 10 mL de agua destilada y se secaron con puntas de papel absorbente (Dentsply-Herpo, Petropolis, RJ, Brasil).
5. Posteriormente, los conductos radiculares se obturaron con técnica de onda continua y termoplastificada con sellador AH plus (Dentsply- Herpo, Petropolis, RJ, Brasil).
6. Se tomaron radiografías para verificar la calidad de la obturación.
7. Se utilizó un obturador caliente para eliminar 3 mm de gutapercha del conducto y se colocó una barrera cervical de ionómero de vidrio Ketac Molar Easymix (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) hasta la unión cemento- esmalte y se fotopolimerizó por 40 segundos (Figura 2).
8. El acceso endodóntico se selló con IRM (Caulk Dentsply, Milford, DE).
9. Todas las muestras se mantuvieron en saliva artificial durante 14 días a

37°C.

10. Posteriormente los dientes se dividieron de forma aleatoria en 3 grupos.

Grupo 1: Yotuel Extra White 35%.

Grupo 2: Whiteness HP Maxx.

Grupo 3: Grupo control.



Figura 2. Desobturación de los dientes.

### Fase III

1. El agente blanqueador de cada grupo (Figura 4), se colocó en la cara labial del diente, extendiéndolo con pincel.
2. Transcurridos 15 minutos se retiró el gel por aspiración.
3. Se repitió la aplicación del gel, extendiéndose con pincel y transcurridos 15 min se retiró por aspiración.
4. Después de la segunda aspiración del agente blanqueador, se lavó con agua durante 15 segundos y se secó con torundas de algodón estéril.
5. El acceso endodóntico que selló con IRM (Caulk Dentsply, Milford, DE).
6. Todas las muestras se mantuvieron en saliva artificial durante 7 días.

7. Después de ese período, el acceso coronal se abrió, se lavó la cámara pulpar con agua destilada y se secó con torundas de algodón estéril.
8. El agente blanqueador correspondiente se reemplazó con otros dos recambios de mezcla fresca, como mencionado anteriormente.
9. Después de la segunda aspiración del agente blanqueador, se lavó con agua durante 15 segundos y se secó con torundas de algodón estéril.
10. El acceso endodóntico se selló con IRM (Caulk Dentsply, Milford, DE).
11. Las muestras se reubicaron en saliva artificial durante 7 días adicionales, por un total de 14 días de tratamiento.
12. La saliva artificial se reemplazó entre sesiones (Figura 3).



Figura 3. Saliva artificial colocada entre sesiones.

Posteriormente, se retiró el sello coronal, la cámara pulpar se enjuagó con agua destilada y se secó con torundas de algodón estéril. Los especímenes (grupos de control y experimentales) se restauraron con ionómero de vidrio Ketac Molar Easymix (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) y se mantuvieron en saliva artificial hasta las pruebas de resistencia a la fractura (Figura 5).



Figura 4. Sistemas blanqueadores.



Figura 5. Fractura de los dientes.

#### Fase IV

1. Se utilizó la máquina de prueba universal para medir los valores de fractura coronal.
2. Para la adaptación de los especímenes a la máquina se creó un molde rectangular para usarlo como base para todos los especímenes.
3. Se utilizó acrílico fotocurable para conformar la base siendo la parte radicular la que quedó cubierta y dejando descubierta la corona quedando la división en la unión cemento esmalte.
4. Se utilizó una fresa de bola #10 de diamante de baja velocidad, la cual se adaptó al mismo molde rectangular utilizado para los especímenes con la finalidad de adaptación a la máquina de prueba universal.
5. El dispositivo con la fresa de bola se colocó de forma paralela al eje longitudinal de los dientes, centrado hasta tocar la pendiente vestibular y la cúspide lingual (Figura 6).

6. Se aplicó una velocidad de cruceta de 1mm/min para producir la fractura (Figura 5).
7. La fractura fue caracterizada por una disminución repentina de la fuerza y se midió en Newtons.

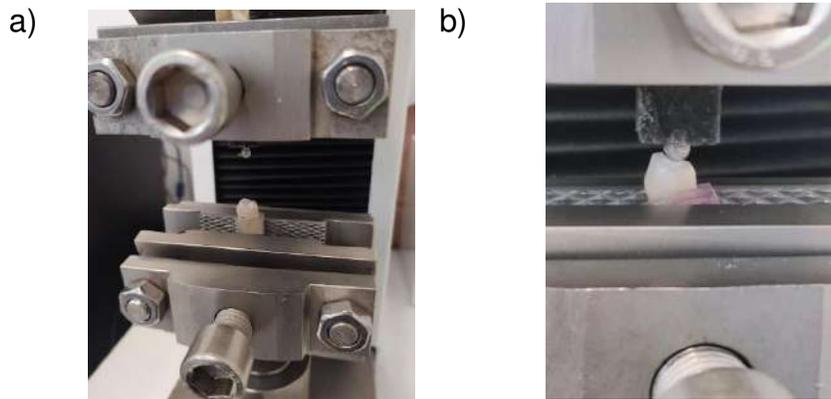


Figura 6. a) y b) Colocación en la máquina universal de prueba.

#### **VI.4.1 Análisis estadístico**

Los datos fueron registrados, obteniendo promedio, desviación estándar y rango de estos. Se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov, se obtuvieron datos con una distribución anormal, por lo que se realizó la prueba estadística Kruskal Wallis considerando un valor de significancia de  $p > 0.05$ .

#### **VI.4.2 Consideraciones éticas**

Esta metodología fue aprobada por el comité de ética y una vez realizados los experimentos, los dientes se desecharon conforme a la NOM-087-ECOL-SSA1-2002 que habla del Manejo de Residuos Peligrosos Biológico-Infeciosos.

## VII. Resultados

En este estudio se utilizaron dos sistemas de blanqueamiento interno: Yotuel Extra White 35% Peróxido de hidrógeno y Whiteness HP Maxx. La prueba de evaluación para estos sistemas de blanqueamiento fue la resistencia de fractura dental. Los resultados se observan en el Cuadro 2, mostrando los valores promedio y desviación estándar correspondiente a la resistencia de fractura en Newtons.

Cuadro 2. Comparación de la resistencia a la fractura de los dos grupos experimentales

	Grupo 1 (n=9)	Grupo 2 (n=9)	Control (n=10)	Valor de p*
	X ± DE (Rango)			
RESISTENCIA A LA FRACTURA	686.6 ± 287.21 (362.5 - 1092.8)	853.6 ± 203.67 (358.7- 1002.4)	556.4±80.35 (270.6 - 657.7)	0.1641

GRUPO 1: Yotuel Extra White 35%; GRUPO 2: Whiteness HP Maxx; CONTROL: Sin agente blanqueador; X: Promedio; DE: Desviación estándar. \*: Kruskal Wallis test

Como se puede observar no existe diferencia estadísticamente significativa en la resistencia a la fractura entre los grupos experimentales y el grupo control ( $p > 0.05$ ).

## VIII. Discusión

El blanqueamiento dental interno es un procedimiento conservador destinado al manejo de los dientes decolorados con tratamiento de conductos previo, Khoroushi et al. (2010), menciona que una de sus ventajas es que se considera como un tratamiento predecible.

A pesar de que el blanqueamiento dental es un procedimiento efectivo y menos destructivo que cualquier tipo de restauración protésica, es bien sabido que no es un tratamiento libre de riesgos. Si los protocolos son realizados de forma correcta, disminuye la probabilidad de complicaciones; Goldberg et al. (2010), lo describe como tolerabilidad clínica.

En el presente estudio se comprobó la resistencia a la fractura coronal de dientes sometidos a un protocolo de blanqueamiento interno Whiteness HP Maxx y Yotuel Extra White, ambos teniendo como agente blanqueador el peróxido de hidrogeno al 35%. Los hallazgos de este estudio demostraron que el blanqueamiento dental interno al 35% con peróxido de hidrogeno no afecto la resistencia a la fractura de los dientes. Estos resultados reafirman los estudios previos de Tam et al. (2007) y Azevedo et al. (2011), que evaluaron resistencia a la fractura de dientes sometidos a blanqueamiento y verificaron que los agentes blanqueadores no alteraron sus propiedades.

Por otro lado, en estudios anteriores Khoroushi et al. (2010), reportó que la resistencia a la fractura de los dientes tratados endodónticamente disminuye después de diferentes protocolos de blanqueamiento con peróxido de hidrogeno, esto lo mencionó Kawamoto y Tsujimoto (2004), en su estudio donde argumentaron que el peróxido de hidrogeno produce alteraciones morfológicas donde se altera la dentina peritubular y la intertubular provocando de igual manera alteraciones estructurales en la hidroxiapatita del diente.

Estos resultados corroboran el estudio previo de Bonfante et al (2006), donde estableció que la reducción de la microdureza en la dentina posterior a un blanqueamiento dental no es dañina clínicamente de forma significativa. La resistencia del diente puede ser recuperada con una restauración con materiales adecuados, evitando una fractura posterior. Es interesante considerar que como mencionó Khouroushi et al. (2010), las alteraciones estructurales ocasionadas por el agente blanqueador pueden revertirse mediante la remineralización con flúor o ascorbato de sodio. No obstante, es importante considerar que en una situación clínica es imposible declarar que ningún protocolo de blanqueamiento afecta la resistencia a la fractura.

Es crucial entender que los resultados presentes en este estudio se ven ligados a la metodología correspondiente. En el presente estudio se utilizaron premolares maxilares y mandibulares humanos extraídos, que, aunque se dividieron de forma equitativa con la misma cantidad de premolares maxilares y mandibulares en cada grupo no se estandarizaron las dimensiones individuales, lo cual puede generar un sesgo que se consideró una limitación en la propia resistencia a la fractura de cada uno.

Los hallazgos del presente estudio y la evidencia basada en la investigación indican que el blanqueamiento de los dientes no vitales se puede considerar como un procedimiento factible y seguro si se realiza siguiendo los protocolos clínicos establecidos, ya que como se menciona en el estudio de Azevedo et al (2011) se debe tener precaución al usar los agentes blanqueadores durante un largo periodo.

## **IX. Conclusiones**

En este estudio se puede concluir que el blanqueamiento dental interno al 35% con peróxido de hidrógeno no disminuyó la resistencia a la fractura de los dientes y que no hubo diferencias significativas en ambos protocolos de blanqueamiento por lo que se puede considerar como un procedimiento seguro siguiendo los protocolos establecidos del fabricante.

## **IX. Propuestas**

En esta investigación no se utilizaron dientes estandarizados en dimensiones para determinar una comparación más exacta por lo que se recomienda realizar más investigación con muestras con especificaciones más exactas.

## **X. Bibliografía**

Alqahtani, Mohammed Q. 2014. "Tooth-Bleaching Procedures and Their Controversial Effects: A Literature Review." *The Saudi Dental Journal* 26 (2): 33–46.

Amaral, Cristiane, Ana Jorge, Katia Veloso, Maria Erhardt, Vanessa Arias, and Jose Augusto Rodrigues. 2008. "The Effect of In-Office in Combination with Intracoronal Bleaching on Enamel and Dentin Bond Strength and Dentin Morphology." *J Contemp Dent Pract* 9 (5): 17–24.

Amato, Massimo, Maria Serena Scaravilli, Mauro Farella, and Francesco Riccitiello. 2006. "Bleaching Teeth Treated Endodontically: Long-Term Evaluation of a Case Series." *Journal of Endodontics* 32 (4): 376–78.

Anderson, Donald G, Daniel J Chiego Jr, Gerald N Glickman, and Laurie K McCauley. 1999. "A Clinical Assessment of the Effects of 10% Carbamide Peroxide Gel on Human Pulp Tissue." *Journal of Endodontics* 25 (4): 247–50.

Arens, D. 1989. "The Role of Bleaching in Esthetics." *Dental Clinics of North America* 33 (2): 319–36.

Attin, T, F Paque, F Ajam, and A M Lennon. 2003. "Review of the Current Status of Tooth Whitening with the Walking Bleach Technique." *International Endodontic Journal* 36 (5): 313–29.

Barron, Martin J, Sinead T McDonnell, Iain MacKie, and Michael J Dixon. 2008. "Hereditary Dentine Disorders: Dentinogenesis Imperfecta and Dentine Dysplasia." *Orphanet Journal of Rare Diseases* 3 (1): 1–10.

Basrani, Bettina R, Sheela Manek, Rana N S Sodhi, Edward Fillery, and Aldo Manzur. 2007. "Interaction between Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine Gluconate." *Journal of Endodontics* 33 (8): 966–69.

Bortoluzzi, Eduardo Antunes, Gustavo Sivieri Araújo, Juliane Maria Guerreiro Tanomaru, and Mário Tanomaru-Filho. 2007. "Marginal Gingiva Discoloration by Gray MTA: A Case Report." *Journal of Endodontics* 33 (3): 325–27.

Brown, G. 1965. "Factors Influencing Successful Bleaching of the Discolored Root Filled Tooth." *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 20 (2): 238–44.

Burgt, T P Van der, and A J M Plasschaert. 1985. "Tooth Discoloration Induced by Dental Materials." *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 60 (6): 666–69.

Burgt, Tina P van der, Cemal Eronat, and Alphons J M Plasschaert. 1986. "Staining Patterns in Teeth Discolored by Endodontic Sealers." *Journal of Endodontics* 12 (5): 187–91.

Cadenaro, Milena, Chiara Ottavia Navarra, Annalisa Mazzoni, Cesare Nucci, Bruce A Matis, Roberto Di Lenarda, and Lorenzo Breschi. 2010. "An in Vivo Study of the Effect of a 38 Percent Hydrogen Peroxide In-Office Whitening Agent on Enamel." *The Journal of the American Dental Association* 141 (4): 449–54.

Cavalli, Vanessa, Marcelo Giannini, and Ricardo M Carvalho. 2004. "Effect of Carbamide Peroxide Bleaching Agents on Tensile Strength of Human Enamel." *Dental Materials* 20 (8): 733–39.

Chng, H K, A U J Yap, P Wattanapayungkul, and C P C Sim. 2004. "Effect of Traditional and Alternative Intracoronary Bleaching Agents on Microhardness of Human Dentine." *Journal of Oral Rehabilitation* 31 (8): 811–16.

Chng, Hui Kheng, Joseph E A Palamara, and Harold H Messer. 2002. "Effect of Hydrogen Peroxide and Sodium Perborate on Biomechanical Properties of Human Dentin." *Journal of Endodontics* 28 (2): 62–67.

Clarkson, J. 1989. "Review of Terminology, Classifications, and Indices of Developmental Defects of Enamel." *Advances in Dental Research* 3 (2): 104–9.

Eimar, Hazem, Ryan Siciliano, Mohamed-Nur Abdallah, Samer Abi Nader, Wala M Amin, Pedro-Pablo Martinez, Alicia Celemin, Marta Cerruti, and Faleh Tamimi. 2012. "Hydrogen Peroxide Whitens Teeth by Oxidizing the Organic Structure." *Journal of Dentistry* 40: e25–33.

Fasanaro, Tom S. 1992. "Bleaching Teeth: History, Chemicals, and Methods Used for Common Tooth Discolorations." *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 4 (3): 71–78.

Faunce, F. 1983. "Management of Discolored Teeth." *Dental Clinics of North America* 27 (4): 657–70.

Hargreaves, Kenneth M, Stephen Cohen, and Louis H Berman. 2011. *Cohen's Pathways of the Pulp*. Mosby Elsevier,.

Huang, Tzy-Jou G, Herbert Schilder, and Dan Nathanson. 1992. "Effects of Moisture Content and Endodontic Treatment on Some Mechanical Properties of Human Dentin." *Journal of Endodontics* 18 (5): 209–15.

Ingle, John Ide, Leif K Bakland, and J Craig Baumgartner. 2008. "Ingle's Endodontics/John I. Ingle, Leif K. Bakland, J. Craig Baumgartner." Hamilton, Ont.: BC Decker.

Jacobovitz, M, and R K P De Lima. 2008. "Treatment of Inflammatory Internal Root Resorption with Mineral Trioxide Aggregate: A Case Report." *International Endodontic Journal* 41 (10): 905–12.

Kawamoto, Kohji, and Yasuhisa Tsujimoto. 2004. "Effects of the Hydroxyl Radical and Hydrogen Peroxide on Tooth Bleaching." *Journal of Endodontics* 30 (1): 45–50.

Khoroushi, Maryam, Atieh Feiz, and Roghayeh Khodamoradi. 2010. "Fracture Resistance of Endodontically-Treated Teeth: Effect of Combination Bleaching and an Antioxidant." *Operative Dentistry* 35 (5): 530–37.

Kim, S T, P V Abbott, and P McGinley. 2000. "The Effects of Ledermix Paste on Discolouration of Immature Teeth." *International Endodontic Journal* 33 (3): 233– 37.

Kuga, Milton Carlos, José Mauricio dos Santos Nunes Reis, Semíramis Fabrício, Idomeo Bonetti-Filho, Edson Alves de Campos, and Gisele Faria. 2012. "Fracture Strength of Incisor Crowns after Intracoronal Bleaching with Sodium Percarbonate." *Dental Traumatology* 28 (3): 238–42.

Leandrin, Thais P, Cristiane M Alencar, Keli R Victorino, Andréa Ar Dantas, Reinaldo O Lima, Júlia C Martins, Joissi F Zaniboni, Edson A de Campos, and Milton C Kuga. 2020. "Is  $\alpha$ -Tocopherol or Sodium Ascorbate Effective as Antioxidant on Fracture Resistance of Bleached Teeth?" *The Journal of Contemporary Dental Practice* 21 (5): 481–85.

Lewinstein, I, and R Grajower. 1981. "Root Dentin Hardness of Endodontically Treated Teeth." *Journal of Endodontics* 7 (9): 421–22.

Liebenberg, William H. 1997. "Intracoronal Lightening of Discolored Pulpless Teeth: A Modified Walking Bleach Technique." *Quintessence International* 28 (12).

McEvoy, S A. 1989. "Chemical Agents for Removing Intrinsic Stains from Vital Teeth. I. Technique Development." *Quintessence International* (Berlin, Germany: 1985) 20 (5): 323–28.

Monteiro, Renata Vasconcelos, Carolina Mayumi Taguchi, L A Linhares, and J K Bernardon. 2019. "Effectiveness of Combined Internal-External Bleaching for Nonvital Teeth." *General Dentistry* 67 (5): 40–44.

Nathoo, Salim A. 1997. "The Chemistry and Mechanisms of Extrinsic and Intrinsic Discoloration." *The Journal of the American Dental Association* 128: 6S- 10S.

Nutting, E B. 1963. "A New Combination for Bleaching Teeth." *J South Calif Dent Assoc* 31: 289–91.

Oliveira, Daniel Pinto de, Erica Cappelletto Nogueira Teixeira, Caio Cezar Randi Ferraz, and Fabricio B Teixeira. 2007. "Effect of Intracoronar Bleaching Agents on Dentin Microhardness." *Journal of Endodontics* 33 (4): 460–62.

Pashley, David, Atsuko Okabe, and Phillip Parham. 1985. "The Relationship between Dentin Microhardness and Tubule Density." *Dental Traumatology* 1 (5): 176–79.

Perez, F, P Calas, A De Falguerolles, and A Maurette. 1993. "Migration of a *Streptococcus Sanguis* Strain through the Root Dentinal Tubules." *Journal of Endodontics* 19 (6): 297–301.

Plotino, Gianluca, Laura Buono, Nicola M Grande, Cornelis H Pameijer, and Francesco Somma. 2008. "Nonvital Tooth Bleaching: A Review of the Literature and Clinical Procedures." *Journal of Endodontics* 34 (4): 394–407.

Ribeiro, Daniel Araki, Marco Antonio Hungaro Duarte, Mariza Akemi Matsumoto, Mariangela Esther Alencar Marques, and Daisy Maria Favero Salvadori. 2005. "Biocompatibility in Vitro Tests of Mineral Trioxide Aggregate and Regular and White Portland Cements." *Journal of Endodontics* 31 (8): 605–7.

Rotstein, I, E Dankner, A Goldman, I Heling, A Stabholz, and M Zalkind. 1996. "Histochemical Analysis of Dental Hard Tissues Following Bleaching." *Journal of Endodontics* 22 (1): 23–26.

Rotstein, Ilan, Zachi Lehr, and Itzhak Gedalia. 1992. "Effect of Bleaching Agents on Inorganic Components of Human Dentin and Cementum." *Journal of Endodontics* 18 (6): 290–93.

Rotstein, Ilan, Chaim Mor, and Shimon Friedman. 1993. "Prognosis of Intracoronaral Bleaching with Sodium Perborate Preparations in Vitro: 1-Year Study." *Journal of Endodontics* 19 (1): 10–12.

Saleh, A A, and W M Ettman. 1999. "Effect of Endodontic Irrigation Solutions on Microhardness of Root Canal Dentine." *Journal of Dentistry* 27 (1): 43–46.

Sasaki, Robson Tetsuo, F M Flório, and R T Basting. 2009. "Effect of 10% Sodium Ascorbate and 10%  $\alpha$ -Tocopherol in Different Formulations on the Shear Bond Strength of Enamel and Dentin Submitted to a Home-Use Bleaching Treatment." *Operative Dentistry* 34 (6): 746–52.

Sedgley, Christine M, and Harold H Messer. 1992. "Are Endodontically Treated Teeth More Brittle?" *Journal of Endodontics* 18 (7): 332–35.

Silva Pobbe, Priscila de Oliveira da, Raqueli Viapiana, Aline Evangelista SouzaGabriel, Melissa Andréia Marchesan, Manoel Damião Sousa-Neto, Yara Teresinha Correa Silva-Sousa, and Ricardo Gariba Silva. 2008. "Coronal

Resistance to Fracture of Endodontically Treated Teeth Submitted to LightActivated Bleaching.” *Journal of Dentistry* 36 (11): 935–39.

Spasser, Herbert F. 1961. “A Simple Bleaching Technique Using Sodium Perborate.” *NY State Dent. J.* 27: 332–34.

Sulieman, M. 2004. “An Overview of Bleaching Techniques: 1. History, Chemistry, Safety and Legal Aspects.” *Dental Update* 31 (10): 608–16.

Sulieman, M, M Addy, E Macdonald, and J S Rees. 2004. “A Safety Study in Vitro for the Effects of an In-Office Bleaching System on the Integrity of Enamel and Dentine.” *Journal of Dentistry* 32 (7): 581–90.

Tam, Laura E, Vicki Y Kuo, and Amin Noroozi. 2007. “Effect of Prolonged Direct and Indirect Peroxide Bleaching on Fracture Toughness of Human Dentin.” *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 19 (2): 100–109.

Thordarson, Arni, Björn U Zachrisson, and Ivar A Mjör. 1991. “Remodeling of Canines to the Shape of Lateral Incisors by Grinding: A Long-Term Clinical and Radiographic Evaluation.” *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 100 (2): 123–32.

Thylstrup, A. 1996. “Clinical and Pathological Features of Dental Caries.” *Textbook of Clinical Cariology*, 140–45.

Tinaz, Ali Cemal, Bagdagül Helvacioğlu Kivanç, and G Gorgul. 2008. “Staining Potential of Calcium Hydroxide and Monochlorophenol Following Removal of AH26 Root Canal Sealer.” *J Contemp Dent Pract* 9 (3): 56–63.

Toledo Leonardo, Renato de, Milton Carlos Kuga, Flávia Angélica Guiotti, Carolina Andolfatto, Norberto Batista de Faria-Júnior, Edson Alves de Campos, Kátia Cristina Keine, and Andrea Abi Rached Dantas. 2014. “Fracture Resistance of

Teeth Submitted to Several Internal Bleaching Protocols.” *The Journal of Contemporary Dental Practice* 15 (2): 186.

Vachon, C, P Vanek, and S Friedman. 1998. “Internal Bleaching with 10% Carbamide Peroxide in Vitro.” *Practical Periodontics and Aesthetic Dentistry: PPAD* 10 (9): 1145–48.

Vieira, Cleusa, Yara T Correa Silva-Sousa, Nelize Marcelino Pessarello, Fuad Abi Jaccob Rached-Junior, and Aline Evangelista Souza-Gabriel. 2012. “Effect of High-Concentrated Bleaching Agents on the Bond Strength at Dentin/Resin Interface and Flexural Strength of Dentin.” *Brazilian Dental Journal* 23 (1): 28–35.

Zhao, Huichuan, Xudong Li, Jianxin Wang, Shuxin Qu, Jie Weng, and Xingdong Zhang. 2000. “Characterization of Peroxide Ions in Hydroxyapatite Lattice.” *Journal of Biomedical Materials Research* 52 (1): 157–63.

Zimmerli, Brigitte, Franziska Jeger, and Adrian Lussi. 2010. “Bleaching of Nonvital Teeth.” *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 120 (4): 306–13.