



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DEPARTAMENTO DE
ODONTOLOGÍA CONSERVADORA

**COMPORTAMIENTO DE LAS BASES
CAVITARIAS EN LAS TÉCNICAS DE
BLANQUEAMIENTO INTERNO**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA MÁSTER
OFICIAL DE CIENCIAS ODONTOLÓGICAS**

J. IGNACIO POVEDA SÁENZ

Madrid 2012

COMPORTAMIENTO DE LAS BASES CAVITARIAS EN LAS TÉCNICAS DE BLANQUEAMIENTO INTERNO

Trabajo de Investigación para optar al Grado de Máster en Ciencias
Odontológicas por la Universidad Complutense de Madrid que presenta:

J. IGNACIO POVEDA SÁENZ

Director:

Prof. Dr. D. Jesús Oteo Calatayud

Profesor Ayudante Doctor del Departamento de
Odontología Conservadora

Facultad de Odontología

Universidad Complutense de Madrid

Madrid 2012



Don **Jesús Oteo Calatayud**, Profesor Ayudante Doctor del Departamento de Odontología Conservadora de la FACULTAD DE ODONTOLOGÍA de la Universidad Complutense de Madrid.

CERTIFICA:

Que el Trabajo de Investigación titulado: “COMPORTAMIENTO DE LAS BASES CAVITARIAS EN LAS TÉCNICAS DE BLANQUEAMIENTO INTERNO” , del que es autor Don **J. Ignacio Poveda Sáenz**, ha sido realizado en este Departamento bajo mi dirección, reuniendo, a mi juicio, los requisitos necesarios para ser presentado y defendido para la obtención del Título de Máster en Ciencias Odontológicas.

Para que conste a los efectos oportunos, queda firmado a tres de septiembre de dos mil doce.

Fdo.: Dr. Jesús Oteo Calatayud

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar al doctor Jesús Oteo Calatayud, director del presente trabajo, por la confianza que depositó en mí al brindarme la oportunidad de participar directamente en este proyecto. Agradezco su ayuda, apoyo constante y consejos recibidos a lo largo de mi formación académica y en especial a lo largo de este trabajo.

En segundo lugar a mi hermano Manuel, por su colaboración, apoyo y paciencia en esta investigación.

A Don David Rubio Flores, especialista en Odontología Conservadora y Endodoncia, profesor colaborador del Departamento de Odontología Conservadora de la UCM, por la colaboración prestada en todo momento para la realización de las mediciones de las muestras y el asesoramiento en dicho campo.

Agradecer todo el apoyo que me fue brindado a José Granizo, compañero y amigo, por su colaboración en el análisis estadístico de este estudio.

Al Laboratorio protésico Omega Dental, en especial a Javier por su apoyo humano y profesional en el desarrollo de este trabajo.

A todos ellos, GRACIAS.

INDICE

	págs.
1.- Introducción.....	7
1.1. Historia y evolución de los blanqueamientos.....	8
1.2. Clasificación y etiología de las discromías dentales.....	11
1.2.1. Tinciones intrínsecas.....	13
1.2.1.1. Tinciones intrínsecas generales.....	13
1.2.1.2. Tinciones intrínsecas locales.....	19
1.2.2. Tinciones extrínsecas	24
1.3. Tratamiento de las discromías dentarias de origen intrínseco.....	27
1.3.1. Blanqueamientos internos.....	27
1.3.1.1. Indicaciones y contraindicaciones.....	27
1.3.1.2. Agentes blanqueantes.....	29
1.3.1.3. Técnicas de blanqueamiento interno.....	34
1.3.1.4. Criterios que debe cumplir un diente endodonciado antes de ser blanqueado.....	37
1.3.1.5. Medidas de protección en el blanqueamiento de dientes no vitales.....	38
1.3.1.6. Complicaciones.....	41

1.3.1.7. Otras complicaciones.....	49
1.3.1.8. Recidiva.....	49
2.- Justificación e hipótesis de trabajo.....	51
3.- Objetivos.....	53
4.- Material y método.....	55
4. 1. Selección y preparación del material de estudio.....	56
4.1.1. Definición de la muestra	56
4.1.2. Tamaño muestral	56
4.1.3. Distribución de los especímenes.....	57
4.1.3.1. Grupos de estudio.....	57
4.1.3.2. Asignación de los especímenes.....	57
4.1.4. Preparación de las muestras.....	58
4.1.4.1. Fase de higienización.....	58
4.1.4.2. Fase de preparación inicial.....	58
4.1.4.3. Procedimiento clínico de colocación de las bases cavitarias	61
4.1.4.4. Conformación de la base cavitaria.....	62
4.1.4.5. Colocación del agente blanqueante.....	62
4.1.4.6. Eliminación del agente blanqueante e inserción del colorante	63
4.1.4.7. Sellado de la cámara pulpar de las muestras.....	63
4.1.4.8. Posicionamiento de las muestras.....	63

4.2. Observación de la filtración.....	64
4.2.1. Sección de los dientes.....	64
4.2.2. Evaluación de la microfiltración.....	65
4.3. Análisis estadístico.....	66
4.3.1. Variables de este estudio	66
5.- Resultados	68
5.1. Análisis estadístico descriptivo	69
5.2. Resultados	70
6.- Discusión.....	77
7.- Conclusiones.....	85
8.- Bibliografía.....	87

1. INTRODUCCIÓN

1.1 HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LOS BLANQUEAMIENTOS.

Estética por definición, es la ciencia de la belleza: aquel detalle particular de un objeto animado o inanimado que lo hace agradable a la vista. A través de la historia, los criterios de belleza han sido influenciados por la cultura y el ambiente. Antiguamente en Asia, los dientes eran intencionalmente manchados de negro o incrustados con piedras preciosas como signos de nobleza.

Hoy en día en las tribus primitivas de África, el tono rojo, naranja o negro de los dientes es considerado decorativo. Sin embargo, en la conciencia mundial de la civilización estéticamente moderna, unos dientes bien contorneados y alineados marcan el estándar de la belleza. Los dientes no sólo son considerados parte del atractivo, son también indicadores de salud nutricional, autoestima, higiene, nivel económico y sexualidad. Como resultado, existe una paranoia por la reacción social ante la decoloración dentaria o anomalía en la posición de los dientes anteriores (1).

A mediados del siglo XIX, fue cuando se iniciaron los primeros intentos para aclarar los dientes descoloridos mediante diversos agentes. Inicialmente, se usó el ácido oxálico hasta que se descubrió el efecto blanqueante del peróxido de hidrógeno en 1884 (2).

Truman en 1864, describió las primeras técnicas de blanqueamiento sobre dientes no vitales, en las que utilizó una gran variedad de compuestos, tales como: hipoclorito de sodio, perborato de sodio y peróxido de hidrógeno, solos o combinados, con o sin activación de calor (3,4).

El blanqueamiento es un procedimiento simple, efectivo y relativamente sencillo para mejorar la apariencia dental. Sin embargo, la seguridad de los mismos radica en el uso bajo supervisión profesional. Actualmente han aparecido en el mercado numerosas formulaciones de productos para blanqueamiento dental que carecen de soporte científico y que pueden ser aplicados por el paciente sin necesidad de una consulta con un profesional. Esto conjuntamente con el uso inadecuado de los mismos puede conllevar a la aparición de alteraciones de diverso tipo, tanto a nivel de tejidos dentales como de tejidos blandos circundantes.

Hay controversia en cuanto a los efectos de los agentes de blanqueamiento sobre los tejidos duros y blandos orales, pero si hay consenso en cuanto a que un uso racional y responsable de los mismos, así como la elección de productos sometidos a investigación rigurosa, son los parámetros que nos asegurarán el éxito en el tratamiento, minimizando así los posibles efectos adversos (1).

El blanqueamiento dental es en la actualidad uno de los tratamientos más demandados por parte de los pacientes dentro de la odontología estética. No se trata de una técnica reciente, ya que hace más de un siglo que se realizaron los primeros intentos; no obstante, durante los últimos diez años este tratamiento se ha convertido en una parte vital de la odontología estética (5).

La finalidad de los blanqueamientos es eliminar las coloraciones causadas por agentes extrínsecos e intrínsecos, y devolver al paciente un color dental adecuado que satisfaga sus necesidades estéticas.

Existen distintos métodos de blanqueamiento: blanqueamiento vital y el no vital; dentro de los mismos existen diferentes modalidades (5). Nosotros nos vamos a centrar en los blanqueamientos de dientes no vitales, es decir en el blanqueamiento interno (6); de dentro hacia fuera. Este tipo de técnicas son más demandadas en sectores anteriores (7), siendo una intervención relativamente de bajo riesgo (1), eficiente y de relativamente bajo coste económico para mejorar la estética de los dientes tratados endodónticamente (8).

Restaurar un diente anterior decolorado para conseguir una armonía estética con el resto de dentición representa a menudo un reto importante para el dentista. Los tratamientos restauradores tradicionales para enmascarar un diente oscuro comprenden desde carillas hasta técnicas de recubrimiento total. A menudo el mejor resultado que se puede conseguir con este tipo de procedimientos irreversibles es un compromiso estético, debido a la dificultad de mimetizar el aspecto del diente natural (6).

Esto convierte al blanqueamiento dental no vital en un arma estratégica fundamental a la hora de conseguir un resultado estético global satisfactorio en la reconstrucción de este tipo de dientes, que con frecuencia presentan alteraciones en su color (9), siendo el primer eslabón de tratamiento en estos casos (10).

Las técnicas de blanqueamiento constituyen una vertiente más del tratamiento endodóncico, de la misma forma que el correcto tratamiento de conductos es decisivo a la hora de permitir la realización de un blanqueamiento. Por este motivo y debido a la continua aparición en el mercado de productos y técnicas de blanqueamiento dental no vital y a una mayor demanda por parte de los pacientes, los cuales pretenden obtener soluciones satisfactorias frente al grave problema que plantea la presencia de uno o varios dientes no vitales decolorados en la región anterior con un serio compromiso estético, se hace imprescindible una continua formación y actualización del profesional de la odontología, y en este caso de la endodoncia. Siendo la finalidad del tratamiento, proporcionar a los pacientes unos tratamientos lo más eficaces, lo más inocuos y conservadores (9).

Antes del blanqueamiento, cada caso debe ser documentado con fotografías, incluyendo una guía de color, para objetivar el resultado y hacer que el éxito del tratamiento sea verificable. Igualmente, existen sistemas que pueden medir el color del diente de forma objetiva antes del tratamiento y de esa forma valorar el cambio de color después del tratamiento.

El paciente debe ser informado de los riesgos y complicaciones del tratamiento, así como de las alternativas. No hay garantía de que el blanqueamiento dental será un éxito. Debemos realizar un cuestionario al paciente de las posibles alergias a los compuestos, plásticos, látex, peróxido. Hay agentes de blanqueamiento que no se pueden utilizar en mujeres embarazadas o en periodo de lactancia. Una cuidadosa consideración que tenemos que tener en cuenta son los niños, niñas y adolescentes. En todos los casos, el permiso del padre o tutor legal es necesario.

1.2. CLASIFICACIÓN Y ETIOLOGÍA DE LAS DISCROMÍAS DENTALES.

Las causas que pueden provocar discoloración dental son múltiples y diversas, pudiendo ser sistémicas y locales y a su vez se dividen en exógenas o extrínsecas y en endógenas o intrínsecas, afectando de igual modo tanto a dientes vitales como a no vitales. Todas las sustancias que causan coloraciones anormales en los dientes se denominan sustancias cromogénicas (3).

a.- Las decoloraciones **exógenas** pueden ser debidas como resultado del consumo de ciertos agentes cromógenos, tales como el té, vino, nicotina, colorantes alimentarios, etc., por una higiene oral inadecuada o por ciertos productos de higiene bucal (clorhexidina).

Thordarson y cols. 1991, afirman que otros factores, tales como la abrasión, erosión o irritaciones iatrogénicas pueden también estimular la pulpa vital para iniciar los procesos de destrucción, con la consiguiente discromía dental (2).

Por otra parte, autores como Watts y Addy en 2001, proponen que un adelgazamiento del esmalte dental durante el envejecimiento también oscurece en cierto modo el diente (3).

b.- Una decoloración **intrínseca** se define como aquella que tiene su origen dentro de la cámara pulpar. Pueden ser pigmentaciones permanentes o transitorias y pueden aparecer de forma generalizada, afectando a toda la dentición o aisladamente, afectando a algún diente en particular (2).



Fig.1. Decoloración intrínseca.

Entre las causas que con una mayor frecuencia producen discoloración en los dientes no vitales, cabe destacar las siguientes: la presencia de pigmentos hemáticos y bacterianos tras una hemorragia pulpar dentro de los conductos radiculares y la posterior necrosis de la pulpa; la falta de control de la hemorragia durante el tratamiento endodóncico; la apertura inadecuada de la cavidad de acceso a los conductos; la presencia de materiales de obturación endodóncicos en la cámara pulpar; los medicamentos empleados en la terapéutica de la patología pulpar; las obturaciones dentales inadecuadas o permeables en dientes no vitales; la caries del esmalte y de dentina en dientes no vitales (9).

Dentro de este tipo de discromías, Plotino y cols. en 2008 diferenciaron entre causas pre-eruptivas y post-eruptivas. (Tabla 1)

CAUSAS PRE - ERUPTIVAS	CAUSAS POST - ERUPTIVAS
- Antibióticos (Tetraciclinas)	- Necrosis pulpar
- Metabolismo (Fluorosis)	- Hemorragia intrapulpar
- Genética (Amelogénesis imperfecta, hiperbilirrubinemia)	- Tejido pulpar residual después de un tratamiento endodóncico.
- Traumatismo dental	- Materiales endodóncicos
	- Materiales de obturación
	- Reabsorción radicular
	- Envejecimiento dental

Tabla1: Clasificación de las descoloraciones intrínsecas: pre-eruptivas y post-eruptivas.

1.2.1. Tinciones intrínsecas

Se clasifican en tinciones intrínsecas generales y tinciones intrínsecas locales según la etiología:

1.2.1.1. Tinciones intrínsecas generales

Son tinciones causadas por procesos generales, afectando la coloración de toda o gran parte de la dentición y produciéndose mayoritariamente en el periodo de formación dental, aunque en algunas ocasiones, afecta al diente ya desarrollado, como es el caso del envejecimiento. Pueden ser debidas a numerosas enfermedades y pueden ocasionar coloraciones muy variadas, aún dentro de la misma patología causante.

a) Enfermedades sistémicas

Las principales enfermedades sistémicas que provocan este tipo de tinción son las **alteraciones hepáticas** como la atresia biliar que cursa con un aumento de la bilirrubinemia que afecta a los dientes con una tinción verde oscuro más intenso en raíces que en coronas, afectando sobretodo a la dentición temporal y la bilirrubinemia, con aumento de pigmentos biliares, bilirrubina, y biliverdina en sangre, cuya tinción aparece en dentición temporal oscilando entre amarillo-verde y marrón; las **alteraciones hemolíticas** como la eritroblastosis fetal, la talasemia o la anemia depreanocítica, todas ellas cursan con ruptura masiva de hematíes, con el consecuente aumento de hemoglobina y derivados en sangre, cuya tinción es más frecuente de ver en la dentición temporal y presenta coloraciones muy variables desde el azul verdoso al negro azulado o marrones; las **alteraciones metabólicas** que afectan la coloración dental son la alcaptonuria que le da una coloración marrón y la porfiria que presenta una coloración que oscila del marrón rosado al malva, debido a la eritrodoncia o depósito de porfirinas en los dientes y finalmente las **alteraciones endocrinas** como el hipoadrenalismo que provoca una tinción verdosa o el hiperadrenalismo que tiñe de color amarillo claro a rosa o la tinción amarillo-marrón del hipotiroidismo y el blanco-azulado lechoso o gris del hipertiroidismo.

b) Displasias dentales

Los procesos de malformación del tejido dental o displasias dentales pueden afectar también a la coloración dental. Las más importantes son la **amelogénesis imperfecta**, enfermedad ligada al cromosoma X, con carácter autosómico dominante, dando a los dientes un color amarillo, y la **dentinogénesis imperfecta**, también autosómico

dominante que suele afectar a la dentición temporal y que provoca dientes opalescentes grisáceos, o dientes amarillo-marrón de manera más frecuente.

c) Ingesta de sustancias o medicamentos.

Dentro de este grupo podemos englobar tres grandes apartados: las tetraciclinas y otros antibióticos o fármacos, la fluorosis y la carencia de vitaminas y otras sustancias.

- *Tetraciclinas y otros antibióticos o fármacos:*

Las tetraciclinas empezaron a ser utilizadas en 1948. En 1956, Schuster y Schwachman demostraron que provocaban una coloración dental y que podían atravesar la placenta. Pero no fue hasta 1963, cuando la FDA advirtió de que su uso podría teñir los dientes de forma permanente.

Se considera que el mecanismo de acción es la quelación que se produce entre el antibiótico y el calcio, depositándose en forma de ortofosfato cálcico-tetraciclina en los tejidos que están mineralizándose en el momento de la administración, como cartílagos, huesos o dientes. También se contempla la posibilidad de depósito por unión del antibiótico a diferentes elementos como níquel, magnesio, zinc, nitratos, aluminio, hierro y calcio (11).

A nivel dentinario provocan cambios de color y a nivel del esmalte pueden producir hipoplasias tanto en la dentición temporal como en la permanente (11).

La tinción varía del amarillo al gris, o marrón según la composición utilizada. Se ha visto que la Doxyciclina (Vibramicina) no tiñe; así como la Dimethylclortetraciclina (Ledermycin), la Oxytetraciclina (Terramicina) y la Tetraciclina (Acromicina) tiñen de amarillo; y la Clortetraciclina (Aureomicina) tiñe de gris-marrón. La intensidad de la tinción dependerá de la dosis, duración del tratamiento, fase de mineralización y tipo de tetraciclina empleada. En función de los factores anteriormente mencionados, así como del tipo de fármaco, podemos encontrar distintos grados de afectación de los dientes: (11).

- Grado I: se caracteriza por ser una coloración muy leve, amarilla o marrón claro, pero que es uniforme.

- Grado II: son los más frecuentes y se trata de dientes amarillos, marrones o grises con una distribución uniforme pero más intensa que la anterior.

- Grado III: además de presentar más saturación en el color, aparecen bandas o líneas.

- Grado IV: es rara y se caracteriza por presentar dientes muy oscuros con bandas o estrías e incluso irregularidades en la superficie.

La afectación de los dientes por tetraciclinas, puede darse tanto en la dentición temporal como en la definitiva. En el caso de la discromía de la dentición temporal, el periodo abarca desde los cinco meses de embarazo de la madre afectando a los dientes embrionarios fetales hasta los cinco años de edad del niño, por tanto, en la época de formación de los dientes. Además se ha visto que a medida que la luz del sol incide sobre ellos, el antibiótico se oxida adquiriendo un color más oscuro (marrón) cambiando el color tras la erupción, por oxidación; cosa que explicaría la aparición de recidivas tras el blanqueamiento, así como el hecho de que los dientes anteriores sean más oscuros que los posteriores (39).

Otro rasgo característico de los dientes con discromías por tetraciclinas, es un cambio o incluso pérdida en la fluorescencia ante la presencia de luz ultravioleta, adquiriendo un color amarillo (12).

Ante la toma de tetraciclinas en la edad adulta, se han observado riesgos de pigmentación en casos de tratamientos prolongados, supuestamente por procesos de remineralización continuos del esmalte o bien por la incorporación en la dentina secundaria, que posteriormente se oxida por acción de la luz, produciendo tinción permanente (13).

Otro antibiótico que se ha descrito como pigmentante es la minociclina, empleada por ejemplo en el tratamiento del acné. Éste produce una variación de color azul-grisáceo que tiende al gris que oscurece las coronas de los dientes y que aparece en el 3-6% de los casos.

No se conoce su mecanismo de acción, pero parece ser que, el plasma sanguíneo lo distribuye por los distintos tejidos del organismo, y especialmente a los que tienen colágeno para después oxidarse y colorear. En base a esta teoría, algunos autores como Bowles y Cheek, aconsejan asociar su administración con un antioxidante como la vitamina C para prevenir el efecto de la tinción (13).

Además de la tetraciclina y la minociclina también se han asociado tinciones a otros fármacos como el linezolid, que produce tinciones reversibles o la amoxicilina, que también produce tinciones reversibles azul grisáceas (14 - 16).

El tratamiento de las tinciones por tetraciclinas dependerá del tipo de grado de cada caso. Se ha comprobado que los grados I y II responden bastante bien al blanqueamiento externo ambulatorio de larga duración, aproximadamente seis meses. Si se trata de cuadros más agresivos habrá que optar por tratamientos protésicos con coronas o con carillas que producen un grado de satisfacción alta entre los pacientes o bien un tratamiento combinado, realizando un blanqueamiento previo al tratamiento protésico. La tercera opción sería plantear un tratamiento de conductos, desvitalizando los dientes y el posterior blanqueamiento interno, obteniéndose resultados a corto plazo, de forma bastante previsible (2).

- ***Fluorosis:***

El flúor se ha utilizado tanto para fluorizar el agua corriente, como en pastas dentífricas y colutorios, por su efecto anticariogénico. Una dosis baja de flúor protege contra la caries, así una concentración de flúor entre 0.7 y 1.2 ppm en el agua corriente maximiza el efecto de prevención de la caries, minimizando el efecto de tinción dentaria; mientras que una dosis demasiado elevada puede producir tinciones marrones, manchas blancas e hipomineralización superficial, provocando porosidad en la superficie del esmalte y aspecto moteado (2).

La acción del flúor es dosis-dependiente y su efecto sobre los dientes afecta durante la formación y calcificación del esmalte, es decir, entre el quinto mes de embarazo y los cinco años de edad, aunque hay autores que consideran que el periodo de riesgo estaría entre el cuarto mes de gestación y el octavo año de vida.

El flúor ejerce su acción sobre los ameloblastos, alterando la amelogénesis, afectando sobretodo a la fase de maduración y produciendo cambios de la matriz de los dientes fluorados con una alta proporción de proteínas matriciales inmaduras.

Suele afectar a múltiples dientes de ambas arcadas, sobretodo a dientes permanentes, en particular a molares y premolares, y puede extenderse también a la dentición temporal dependiendo de la concentración de flúor, la predisposición genética, la etapa de desarrollo y la duración de la exposición. En función del grado de afectación, podemos clasificarlos siguiendo el índice de DEAN que lo clasifica en: (2)

- Normal.
- Cuestionable: el diente presenta sutiles y pequeñas manchas blancas.
- Muy leve: encontramos el diente veteado, con manchas que ocupan más del 25% de la superficie.
- Leve: las manchas se extienden hasta el 50%.
- Moderada: cuando todo el diente aparece afectado por manchas que pueden ser marrones. (Fig.2)
- Severa: se afecta toda la superficie pudiendo afectarse también la forma del diente con presencia de defectos externos.



Fig.2.Fluorosis Moderada.

- ***Déficit vitamínico y de otras sustancias:***

El aporte insuficiente de sustancias o vitaminas, como las vitaminas A, C, D, fósforo o calcio, implicadas en la formación del esmalte y la dentina durante la

odontogénesis pueden provocar la aparición de problemas estructurales que se manifiestan con cambios de coloración en los dientes (2).

d) Alteraciones por calor

Los dientes son muy resistentes a los cambios de temperatura, pero un exceso en la temperatura actúa produciendo un cambio de color tanto en el esmalte, provocando un aclaramiento por pérdida de agua y mayor opacidad, como en la dentina cambiando el color hacia un marrón claro, que se va oscureciendo a medida que se elevan los grados de temperatura. La velocidad del cambio de color es mayor cuanto más rápido sea el aumento de grados (17).

e) Envejecimiento

Con el paso de los años, los dientes se oscurecen, volviéndose más amarillos. Este cambio de color se produce porque la pulpa dental se va atrofiando y en su lugar se forma dentina secundaria. Además la dentina circundante se vuelve más compacta y menos permeable, tomando un color más saturado y disminuyendo la luminosidad o valor; el esmalte se adelgaza, provocando el dominio del color de la dentina y apareciendo una superficie lisa y pulida, que pierde naturalidad (18) (Fig. 3).



Fig. 3. Coloración amarilla por envejecimiento.

f) Color post mortem

Otro fenómeno que produce coloración dental, es el proceso de tinción hacia el rosa que se produce en los dientes de cadáveres. Parece que esta coloración es debida al

acúmulo de sangre tras la muerte, dependiendo más de un factor físico que de factores químicos (19) (Fig.4).



Fig.4. Coloración rosa post mortem.

1.2.1.2. Tinciones intrínsecas locales

Estas tinciones a diferencia de las generales, afectan a dientes de forma aislada y no a toda la dentición, actuando generalmente sobre el diente ya formado, como consecuencia de la acción de un agente causal, variando el color en función del mismo.

a) Procesos pulpares y traumatismos

- **Las hemorragias;** es la causa más común de la decoloración de un diente después del trauma dental. Ya en 1989, Arenas y cols. describen que la extirpación de la pulpa o un traumatismo sobre el diente, inducen a la fractura de vasos sanguíneos, desencadenando un sangrado interno. La sangre entra en los túbulos dentinarios y se descompone, esto conduce a un depósito de degradación de productos sanguíneos cromogénicos, tales como; hierro hemosiderina, hemina, hematina y hematoïdina. Esto causa un cambio de color de rosado a rojo por extravasación sanguínea. El hierro se puede convertir en sulfuro de hierro, que junto con el sulfuro de hidrógeno producido por las bacterias provoca una coloración gris de los dientes (8, 2).

Si el tejido pulpar no sufrió daño, el exceso de sangre poco a poco se va reabsorbiendo hasta que el diente vuelve su color normal, pasando por colores como el naranja, marrón, azul, o incluso negro. Otras veces, el color se mantiene a pesar de que el diente está vital (8,2).

-La calcificación; total o parcial de la cámara pulpar como posible respuesta del diente ante un traumatismo u otra agresión, produce una coloración más intensa cuanto más calcificada esté la cámara. El color que adquiere el diente es más saturado y amarillo. Watts y Addy afirman en 2001, que la calcificación de la pulpa causa la decoloración del diente a través de la obliteración de los túbulos dentinarios y la acumulación de la dentina terciaria, pero el diente sigue siendo vital (2).

-La necrosis; se produce cuando la agresión es superior a los márgenes de resistencia del diente. Existe un fenómeno de degradación de productos sanguíneos cromogénicos. Esta necrosis, con o sin bacterias, producirá productos de desintegración del tejido que se introducirán en los túbulos dentinarios, tiñendo así la dentina. En los casos en los que haya bacterias, la coloración se hace más intensa ya que el tejido necrótico reacciona con los productos sulfatados del metabolismo de las bacterias formando sulfuro ferroso que es una sustancia muy negra y pigmentante. El diente adquiere un color más oscuro que varía del gris al marrón o negro según el tiempo transcurrido y la presencia o no de bacterias (2).

Marín y cols. en 1997 realizaron un estudio in vitro sobre dientes naturales que fueron tratados con sangre, eritrocitos, plasma rico en plaquetas, o una solución salina. La decoloración más fuerte se dio en el grupo tratado con eritrocitos. En todas las muestras se detectó la presencia de hematina, hemoglobina y hemosiderina. Esto lleva a la conclusión de que aparte de los productos de la degradación de la sangre, los productos de degradación de proteínas del tejido pulpar también son responsables de las decoloraciones (8).

Cuando quedan restos pulpares, se parece a la situación de necrosis pulpar. En estos casos, la pulpa remanente se degrada, tiñendo así la dentina por la introducción de los productos de desnaturalización en los túbulos.

El tratamiento de los procesos pulpares y traumatismos, consiste en realizar el tratamiento endodóntico correcto y posteriormente el blanqueamiento interno. Es aconsejable hacerlo lo antes posible, para evitar que la tinción se haga más intensa y resistente (2). Respecto a los cambios de color asociados con el tratamiento del conducto radicular, autores como Brown y cols. 1965, Faunce y cols. 1983, Hattab y cols. 1999, Watts y Addy 2001, concluyeron que normalmente surgen debido a la

incorporación de productos de degradación de la hemorragia pulpar y a un eliminado incompleto de restos de la pulpa (20).

b) Patologías Dentales

Además de los traumatismos y los procesos pulpares, las patologías que afectan directamente al diente, pueden ocasionar cambios de color, y procederemos a enumerar las más importantes:

- **Caries**: La afectación de caries en un diente, presenta generalmente desde su inicio, un cambio de color. En la primera fase suelen aparecer lesiones blancas, ocasionadas por la pérdida de sustancia mineral, también pueden aparecer tinciones oscuras, de color pardo, por incorporación de sustancias pigmentantes en el tejido careado, o debido al proceso de remineralización del diente (2).

- **Reabsorción radicular**: Sobretodo las internas, ocasionan un cambio de color de tono rojo - rosado, producido fundamentalmente por la transparencia que ofrece la delgadez de la dentina, producida por la reabsorción, unido al aumento de vascularización del tejido de granulación inflamatorio que se produce en el interior del diente. Este color que produce la reabsorción radicular, frecuentemente se observa al exfoliarse los dientes deciduos, ya que el diente definitivo produce la reabsorción radicular del diente temporal que sustituirá, adquiriendo un color rosado la corona, que es muy característico (2).

- **Hipoplasias del esmalte**: Son lesiones producidas en la fase de odontogénesis. El diente ya erupciona con estas lesiones, sin variar su aspecto, forma o tamaño con el paso del tiempo. Suelen presentarse en la cara vestibular de los dientes anteriores, son manchas muy características y más o menos definidas, que generalmente se ven por transparencia a través del esmalte sano. Pocas veces se observan en la superficie, siendo el color que adoptan blanco o en ocasiones pardo (2).

- **Diente de Turner**: Es una displasia producida como consecuencia de un daño que se ha producido en el germen del diente definitivo, antes de su erupción, y que reacciona con la aposición de cemento cicatricial en la zona media de la cara vestibular

de los incisivos y en la oclusal de los premolares, alterando el color normal del diente (2).

c) Materiales de obturación, endodoncia y otros.

Muchos materiales que se utilizan para realizar tratamientos odontológicos pueden producir cambios en la coloración dental.

- **Materiales de obturación:** en los materiales de reconstrucción debemos destacar como el más importante la amalgama de plata.

- *Amalgama de plata:* es un material que ha sido ampliamente utilizado, con unas características clínicas muy buenas, pero con el gran inconveniente estético que presenta. Este material no sólo resulta antiestético per se, sino que con el transcurrir del tiempo se degrada, especialmente en la interfase diente-material apareciendo una tinción gris oscura o negra alrededor de la obturación, producida por la penetración de iones de plata en el interior de los túbulos dentinarios (9, 20) (Fig. 5).



Fig. 5. Coloración por amalgama de plata.

- *Composite:* los composites o resinas compuestas, a diferencia de la amalgama de plata, son materiales muy estéticos y no presentan problemas de coloración a corto plazo, pero al ser de naturaleza porosa se tiñen con facilidad por pigmentos disueltos en la saliva, produciéndose cambios de coloración, y mucho más si la obturación no se deja muy bien pulida o no se consigue una correcta interfase diente-material, aunque se utilicen composites de micropartícula que facilitan el pulido (2) (Fig.6).



Fig. 6. Cambio de coloración del composite por caries marginal.

- **Materiales de endodoncia:** La causa principal del cambio de color que sufren los dientes endodonciados es producido por los materiales utilizados en el tratamiento de conductos, como la gutapercha, cementos, puntas de plata, y elementos de retención como pernos y pins, que producen un color grisáceo a la pieza dental. Otra causa, sería el cambio de color sufrido al no retirar bien el tejido necrótico y restos sanguíneos durante el procedimiento de la endodoncia. Un estudio de Van der Burgt y cols., revela que no todos los cementos colorean igual, pero todos tienden a teñir el diente a las tres semanas de colocarse.

- **Otros materiales:** Muchos materiales que han sido y son utilizados en odontología, tienen la capacidad de teñir el diente. Boksman y cols. 1983, Burgt y Plasschaert 1985, 1986, ya sugirieron que el tipo de material de obturación del conducto radicular, la medicación intraconducto y los selladores utilizados que contienen eugenol o sales de plata, juegan un papel importante en la decoloración de los dientes no vitales (20).

Según un estudio del autor Basrani y cols. publicado en 2007, las soluciones de irrigación, la combinación de agentes irrigantes que contengan hipoclorito de sodio (incluso a bajas concentraciones) y la clorhexidina llevan a precipitados de color marrón-rojo, pudiendo también causar dicha decoloración.

1.2.2. Tinciones extrínsecas

Las tinciones extrínsecas se producen por aposición pigmentaria sobre el diente, requiriendo que previamente se haya formado sobre la superficie dentaria la película adquirida o restos de la membrana de Nashmith. Esta estructura proteínica previa es necesaria para que tengan lugar las tinciones extrínsecas, como anteriormente ya hemos comentado. Las principales causas de producir este tipo de tinciones son las siguientes:

a) Alimentos y hábitos sociales.

Dentro de sustancias alimentarias, podemos subdividirlas en aquellas que ocasionan manchas poco duraderas y no se consideran importantes, ya que desaparecen con un simple cepillado, y en aquellas que condicionan tinciones más permanentes, como el café, té, vino, coca - cola (12,21). Los componentes que se unen a la película adquirida actuando como mediadores y aumentando la capacidad de coloración, parecen ser sobretodo los polifenoles o taninos. Si el contacto con la sustancia cromógena es muy prolongado en el tiempo, el colorante puede unirse al contenido orgánico del esmalte, transformándose en una coloración intrínseca, y oscureciendo de forma permanente el color del diente (22).

El tabaco es otro factor a considerar, ya sea en forma de cigarrillos, puros o pipa. Son varios los estudios que demuestran que existe una clara diferencia entre la presencia de tinciones en los dientes de los fumadores y los no fumadores. Estudios han revelado que se observa que el 28% de fumadores presentan tinciones, frente a los no fumadores que tan sólo el 15% las presentan (22). El mecanismo de acción es parecido al de los alimentos, salvo que en estos casos es la nicotina y el alquitrán los que se depositan en la superficie dental o incluso llegan a penetrar en los túbulos dentinarios, dificultando su eliminación.

La clorhexidina, que es muy usada para controlar la placa bacteriana en pacientes periodontales y es el componente fundamental de muchos colutorios, e incluso geles tópicos. Provoca la aparición de manchas de color negro en la superficie de los dientes producidas por oxidación al reaccionar con los componentes salivares (23).

La teoría más aceptada sobre la tinción producida por la clorhexidina es la que se explica por la precipitación de aminos de la dieta cromógena con los cationes de la superficie dental, pigmentando el diente. Las tinciones pueden variar según la susceptibilidad personal, la técnica de cepillado, la concentración de clorhexidina empleada, y sobretodo el tiempo de uso de la misma. Se recomienda que un uso de clorhexidina de dos semanas es el límite de tiempo para que no se produzcan este tipo de tinciones. También se han descrito tinciones con el uso prolongado de otros enjuagues bucales como aceites esenciales fenólicos (Listerine®) (23).

b) Tinciones metálicas.

Las tinciones metálicas suelen producirse en pacientes que por cuestiones laborales o por ingesta de medicamentos, entran en contacto con sales de distintos minerales, que posteriormente precipitan en la boca.

El color dependerá del tipo de sustancia o mineral, así el hierro produce pigmentos negros, el cobre verdosos, el potasio violeta-negro, el nitrato de plata gris y el fluoruro estañoso marrón dorado. Se supone que la causa es la formación de sales de azufre, aunque esta teoría no explica el proceso químico tan complejo necesario para formar un sulfuro (22).

De todas formas, la ingesta de hierro u otros minerales o incluso el contacto con ellos, no implica necesariamente la aparición de tinciones ya que si se mantiene una correcta higiene, el cambio de color no tiene porque producirse.

c) Tinciones bacterianas.

El depósito de ciertas bacterias o sustancias bacterianas en los dientes también pueden provocar cambios en el color de tipo externo. El depósito de materia alba y sarro es de color blanco amarillento y se compone de bacterias, células epiteliales, restos alimenticios y proteínas salivares fundamentalmente. Se depositan en la superficie del diente cuando el paciente no se cepilla durante unos días; se considera que los restos sobre la superficie del diente que no se cepillan dentro de las siguientes 24 horas, se precipitan ocasionando un depósito que no se eliminará fácilmente en el siguiente

cepillado, debido a que se han adherido al diente. Esta placa bacteriana calcificada forma el sarro o tártaro, que se presenta como un depósito más denso y duro de color amarillo de localización supragingival o negro en la zona infragingival, que puede colorearse por la aposición de otros pigmentos, como por ejemplo el tabaco (24,22).

En niños y adolescentes con mala higiene, puede depositarse un pigmento verde, producido por bacterias (bacilo piocianico) y hongos de la cavidad oral. El pigmento verde es debido a la fenacina, aunque otros autores consideran que pueden ser debidos a la hemoglobina procedente de la gingivitis. Puede desaparecer con la adolescencia.

Los depósitos negros pueden aparecer tanto en adultos como en niños, aunque es más frecuente en dentición temporal. Son manchas pequeñas de color negro situadas en el borde gingival. La intensidad del color es variable según el paciente y no están relacionadas con la higiene oral. Se suele tratar de depósitos de sales ferrosas, procedentes de la dieta y metabolizadas por las bacterias propias de la flora bucal. Hay estudios que han comprobado que estos pacientes presentan cambios en la composición salival, con mayores concentraciones de calcio, fósforo, cobre, glucosa, sodio y menores de proteínas y también coincide que tienen menor índice de caries. En cualquier caso se trata de manchas sin trascendencia clínica que sólo representa un problema estético y no de salud y que además suelen desaparecer en la adolescencia.

1.3. TRATAMIENTO DE LAS DISCROMÍAS DENTARIAS DE ORIGEN INTRÍNSECO

1.3.1 Blanqueamientos internos

1.3.1.1 Indicaciones y contraindicaciones del blanqueamiento interno

Antes de comentar las indicaciones de los blanqueamientos de dientes no vitales, tenemos que explicar dos conceptos importantes que son el blanqueamiento dental y el efecto blanqueante.

El blanqueamiento dental es el aclaramiento de los dientes mediante la aplicación de un agente químico que penetra al interior de la estructura dental. El efecto

blanqueante es la limpieza de la superficie de los dientes mediante la aplicación de productos detergentes o abrasivos (41) (Fig. 7).

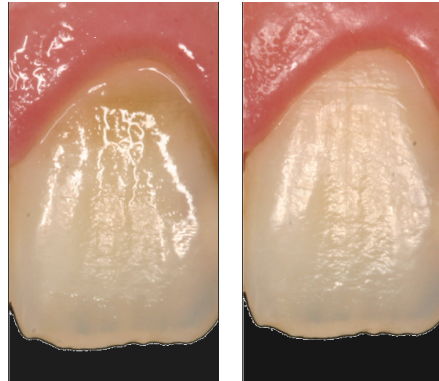


Fig. 7. Imagen del efecto blanqueante.

Indicaciones

Plotino y cols. 2008 (2), determinan que el blanqueamiento del diente no vital está indicado en todas aquellas situaciones en las que los cambios de color no surjan debido a los iones metálicos (puntas de plata, amalgamas), ya que no es fiable realizar técnicas de blanqueamiento con los métodos de hoy en día para este tipo de decoloraciones.

En cambio, el resto de las decoloraciones, como las discromías por necrosis o hemorragia pulpar, post endodónticas, etc., se pueden disimular o eliminar, a menudo con resultados notables (22).

Contraindicaciones

- Tratamiento de conductos radiculares incorrecto
- Presencia de lesiones periapicales
- Signos de reabsorción radicular
- Decoloración por sales metálicas, particularmente amalgama de plata. Los túbulos dentinarios se encuentran virtualmente saturados con la aleación y no mejorará el aspecto con el blanqueamiento.
- Gran reconstrucción con fragilidad de la corona

1.3.1.2 Agentes blanqueantes

Los agentes de blanqueamiento dental están controlados por la Oficina Federal de Salud de Suiza y el Instituto Medicamento Swissmedic and Cosmetics. Esto establece que los pacientes pueden adquirir directamente los productos con un máximo de peróxido de hidrógeno al 6% o una cantidad equivalente de oxígeno de liberación de otros agentes. Los productos con una mayor concentración de estos agentes están aprobados sólo para uso profesional, aunque esta normativa está siendo modificada actualmente por una normativa de la Comunidad Europea (2).

Los agentes blanqueantes intracoronales más utilizados son el peróxido de hidrógeno, peróxido de carbamida y el perborato sódico. El peróxido de hidrógeno presenta gran efectividad para eliminar las manchas en el esmalte y la dentina de los dientes vitales y no vitales.

Los primeros intentos de blanqueamiento interno de dientes desvitalizados datan casi de la misma época que los ensayos en dientes vitales. Garreton planteó ya en 1895 un tratamiento químico a base de hipoclorito de sodio. Sylva en 1938 obtuvo resultados satisfactorios empleando el perborato de sodio (22).

En 1924, se describe la forma de blanqueamiento de dientes desvitalizados, cuando Printz propone el uso de peróxido de hidrógeno al 30% mezclado con perborato de sodio, colocándolo en el interior de la cámara pulpar del diente al que se le aplicaba luz y calor. Grogan, también confirmó las propiedades del perborato de sodio como agente blanqueante en 1946, concluyendo que dicho agente blanqueante en contacto con agua se descomponía en peróxido de hidrógeno, liberando oxígeno (8). Pearson, en 1958 empleaba peróxido de hidrógeno activado por calor. Mas adelante, Spasser y cols. en 1961, fueron los primeros en llevar a cabo de manera exitosa un blanqueamiento interno, al mezclar perborato de sodio y agua, introduciéndolo en la cámara pulpar durante un periodo de tiempo (22, 8). En 1963, esta técnica fue modificada por Nutting y Poe, que con el fin de mejorar la eficacia del blanqueamiento, sustituyen el agua por peróxido de hidrógeno al 30%. La mezcla se incorpora en la cámara pulpar, donde permanecerá durante una semana; a esta técnica se la denominó técnica ambulatoria de

blanqueamiento. Estos autores informaron que el perborato de sodio y peróxido de hidrógeno liberan oxígeno, por lo que su combinación debería ser sinérgica y eficaz (8).

Estos autores fueron los pioneros en colocar una base de óxido de zinc-eugenol en la porción cervical del conducto radicular con el propósito de prevenir la filtración de los agentes blanqueantes. Esta técnica fue apoyada posteriormente por Ho y Goerig en 1989 (25, 22).

En el año de 1976, Frank propuso el empleo de calor local sumado al uso de peróxido de hidrógeno al 30% para aumentar la eficacia del tratamiento; sin embargo, aparecían reabsorciones radiculares entre el 10-15% de los dientes sometidos al tratamiento. Estos fenómenos eran producidos por el peróxido de hidrógeno o más bien por el pH ácido de dicha solución. Este efecto puede aparecer entre los 5-15 años posteriores al tratamiento. Los casos donde se había empleado exclusivamente perborato de sodio mezclado con agua no mostraban las mismas desventajas, por lo que muchos autores sugieren el empleo de la técnica descrita por Spasser en 1961 (22).

En 1989, Haywood y Heymann, introdujeron la utilización de peróxido de carbamida como agente blanqueante para tratamiento de dientes vitales, demostrando la liberación de peróxido de hidrógeno y urea que generaba. Posteriormente, se empezó a emplear peróxido de carbamida al 10%, como agente blanqueante para el tratamiento de las decoloraciones de dientes no vitales. El peróxido de carbamida es un compuesto orgánico que contiene peróxido de hidrógeno y urea, según autores como Goldstein y Kiremidjian-Schumacher (1993), los productos de peróxido de carbamida al 10%, contienen alrededor de un 3,5% de peróxido de hidrógeno (8, 26, 2).

Según Koulaouzidou y cols. en 1996, los principales agentes blanqueadores usados son el peróxido de hidrogeno al 30-35% solo o en combinación con perborato sódico (8).

El perborato de sodio, como agente para el blanqueamiento, fue ignorado durante mucho tiempo, ya que su estabilidad durante el almacenamiento era muy pobre. Gracias a un procedimiento de recubrimiento, este producto ahora se almacena bien y es un

agente de blanqueamiento que se comercializa. Hoy en día se considera el perborato de sodio un agente blanqueante intracoronal muy seguro.

Eficacia de los agentes blanqueantes

Nutting y Poe. en 1963, ya reconocieron que la adición de peróxido de hidrógeno a una concentración del 30% al perborato de sodio en la técnica de "walking bleach", mejora la eficacia del blanqueamiento de dientes no vitales (27).

Rotstein y cols. 1991 (27), mostraron que no existían diferencias estadísticamente significativas respecto a la eficacia, entre el perborato de sodio mezclado con agua y el uso de peróxido de hidrógeno en el blanqueo de dientes no vitales.

Los estudios in vitro sobre la eficacia de los agentes de blanqueamiento intracoronales, sin embargo, demuestran que la eficacia del perborato de sodio, es inferior al peróxido de hidrógeno al 30%, bien cuando se utiliza solo o en combinación con perborato de sodio. En consecuencia, se requieren más sesiones de blanqueamiento para lograr el resultado estético deseado. El aumento de mayor número de sesiones de blanqueamiento, aumenta el coste del tratamiento (26).

Warren y cols. 1990, Rotstein y cols. 1991 y 1993 (26), tras realización de varios estudios, llegaron a la conclusión de que el éxito en técnicas de blanqueamiento con peróxido de hidrógeno al 30% oscilaba entre 80% y 93% después de dos sesiones de blanqueamiento, en comparación con el 39% - 53% cuando se utilizaba perborato de sodio.

Los estudios de laboratorio han demostrado que el peróxido de hidrogeno es un agente blanqueante eficaz. Sin embargo, a concentraciones altas (30%) debe utilizarse con precaución, a fin de evitar que aumente el riesgo de reabsorción radicular por difusión del mismo a través de la raíz, siendo mayor, desde el criterio de Rotstein y cols. 1991, Koulaouzidou y cols. 1996, ante la presencia de defectos del cemento (10).

Weiger y cols. 1994, tras la realización de varios estudios, concluyeron que la penetración radicular del peróxido debe ser lo más limitada posible, ya que no se conoce el umbral biológico de compuestos de peróxido de hidrogeno que puede causar daños

irreversibles a los tejidos blandos y tejidos duros dentales. Sin embargo, no había información disponible sobre la penetración de peróxido a nivel de la región coronaradicular del diente a partir de diferentes concentraciones de geles de peróxido de carbamida. Si se utiliza un gel con una concentración más baja de peróxido de carbamida podría lograr resultados estéticos aceptables reduciendo al mínimo las complicaciones relacionadas con el blanqueamiento no vital, lo que sería clínicamente deseable. Esto llevó a la búsqueda de agentes blanqueadores alternativos que son tan efectivos como los tradicionales, pero sin las complicaciones asociadas (28).

El perborato de sodio mezclado con agua destilada y el peróxido de carbamida en gel, representan dos alternativas para el blanqueamiento de dientes endodonciados.

Weiger y cols. 1994 compararon los efectos de varios tipos de perborato de sodio (mono, tri o tetrahidratado) utilizados para el blanqueamiento intracoronal y verificó que la combinación de perborato de sodio tetrahidratado con peróxido de hidrógeno al 30% o el agua dio lugar a similares resultados estéticos (8).

Leonard y cols. 1998, compararon los cambios de color en los dientes extraídos durante dos semanas de blanqueamiento con un 5%, 10% o 16% de peróxido de carbamida y verificó que las concentraciones más altas (10% y 16%) fueron más eficientes. Las bajas concentraciones de peróxido de carbamida necesitan más tiempo para blanquear los dientes pero con el tiempo logran el mismo resultado que una mayor concentración del agente (8).

Vachon y cols. 1998 demostró que el peróxido de carbamida al 10% era menos eficaz que el perborato de sodio en combinación con peróxido de hidrógeno al 30% después de tres tratamientos de blanqueamiento cuando se evalúa a los 14 días (26). Sin embargo, un año más tarde, en 1999, este mismo autor, comparó la eficacia de peróxido de carbamida al 10% y el perborato de sodio mezclado con peróxido de hidrógeno al 30% en el blanqueamiento interno, obteniendo la misma eficacia.

En un estudio posterior in vitro, Kaneko y cols. 2000, llegan a la conclusión de que el efecto blanqueante del perborato de sodio mezclado con agua es similar al del peróxido de hidrógeno al 30% (27).

Según un estudio de Perrine y cols. en el año 2000 (8), el peróxido de carbamida al 10% obtuvo resultados similares en blanqueamientos internos que el perborato de sodio mezclado con agua.

Otro factor que contribuye a la mayor eficacia del peróxido de carbamida, es la relación entre el pH y velocidad de reacción del proceso de blanqueamiento, cuanto más alto es el pH, más radicales libres están disponibles para el blanqueamiento.

Price y cols. 2000 (26), concluyeron que el gel de peróxido de hidrógeno al 35% posee un pH de 3,7 y el gel de peróxido de carbamida al 35% un pH de 6.5, lo que indica que el gel de peróxido de carbamida puede tener aproximadamente la cantidad equivalente de radicales libres que el gel de peróxido de hidrógeno al 35% disponibles para el blanqueamiento, el perborato de sodio posee un pH de 9.9 (Rotstein y Friedman 1991) (20).

De acuerdo con una revisión de Sun y cols. en el 2000 sobre la reacción de blanqueamiento, la ionización óptima se produce cuando el peróxido de hidrogeno se protege en el rango de pH desde 9,5 hasta 10,8. En este rango, el efecto de blanqueamiento podría ser un 50% mejor que cuando es más ácido.

Price y cols. 2000 afirman que la mayoría de agentes blanqueantes del mercado son ácidos, ya que esto alarga la vida útil del agente. Por lo tanto, parece que los productos más comerciales están optimizados para la vida útil en lugar de acción blanqueadora óptima (20).

Otro agente blanqueante que se empezó a comercializar y que fue estudiado por diferentes autores entre ellos, Gokay 2000, Cavalli 2004, Lim y cols. 2004, fue el peróxido de carbamida a concentraciones elevadas, 35-37%, convirtiéndose en un agente más popular y eficaz para las técnicas de blanqueamiento intracoronal (20).

Según un estudio realizado por Teixeira y cols. en 2004 (28), los resultados estéticos usando peróxido de carbamida al 37% con la técnica “walking bleach” para blanqueamientos internos, son verdaderamente aceptables.

Lee y cols. en 2004 (28), observaron que el peróxido de carbamida al 35%, producía menores niveles de difusión radicular de peróxido que el peróxido de

hidrógeno al 35%. Sin embargo, hasta entonces, no se había determinado la eficacia del peróxido de carbamida al 35% para el blanqueamiento interno.

Lim y cols. en 2004, realizó otro estudio llegando a la conclusión de que utilizando el peróxido de carbamida al 35% como agente para el blanqueamiento interno de dientes no vitales, parecía combinar la eficacia de 35% de peróxido de hidrógeno con la seguridad del perborato de sodio. La igual eficacia del peróxido de hidrógeno al 35% y el 35% de peróxido de carbamida en gel, puede deberse a que el peróxido de hidrógeno al 35% posee un exceso de ingrediente activo, que simplemente se difunde sin reaccionar través del tejido de la raíz. Otra posibilidad según diferentes autores, es que el peróxido de carbamida penetra en la dentina con menos facilidad que el peróxido de hidrógeno, que lo hace más fácilmente (26).

Ari y Ungor en el año 2002 comprobaron que no hay diferencias estadísticamente significativas en los resultados estéticos obtenidos cuando se usan los tres tipos de perborato de sodio con agua o con peróxido de hidrógeno al 30% en el blanqueamiento interno. Las demás combinaciones de perborato de sodio también se han evaluado (8).

Bizhang y cols. 2003 (8), demostraron in vitro, que el perborato de sodio mezclado con peróxido de hidrógeno fue más eficaz que el perborato de sodio mezclado con agua en el blanqueamiento interno de dientes descoloridos de la especie bovina.

Oliveira y cols. 2006 (8), comprobaron que la combinación de perborato de sodio con gel de clorhexidina 2% no disminuyó la eficacia de blanqueamiento con perborato de sodio y sugirió que el 2% gel de clorhexidina mostró un buen potencial de uso como vehículo de perborato de sodio o como complemento para el peróxido de carbamida en la técnica de blanqueamiento “walking bleach” para prevenir la microfiltración coronal.

Yui y cols. 2008 (8), demostró que el perborato de sodio asociados tanto con peróxido de carbamida al 10% como al 35%, fue más eficaz que cuando se asocia con agua destilada para el blanqueamiento intracoronal con la técnica de blanqueamiento “walking bleach”.

1.3.1.3 Técnicas de blanqueamiento interno

Existen básicamente tres opciones diferentes para aclarar los dientes no vitales: el blanqueamiento ambulatorio “walking bleach”, técnica interior-exterior “inside/outside bleaching” y las técnicas de blanqueamiento en clínica “in-office bleaching techniques”.

1. Walking bleach:

Esta técnica fue descrita por Spasser en 1961. Se mezcla perborato de sodio con agua hasta formar una pasta y después se inserta en la cavidad de acceso. Más tarde, la técnica fue modificada por Nutting y Poe en 1963, mezclando perborato de sodio con peróxido de hidrógeno y la inserción de esta en la cavidad de acceso. Posteriormente autores como Holmstrup y cols. 1988, Rotstein y cols. 1991, Ari y Ungor 2002 demostraron que no hay diferencia en la efectividad entre estos dos métodos.

En esta técnica de blanqueamiento, lo primero es realizar una cavidad de acceso lo más reducida posible de tal manera que se observe correctamente la cavidad pulpar y sea fácil de limpiar. El material de relleno del conducto se elimina 2-3 milímetros por debajo de la encía. Esto se controla mediante una sonda periodontal. Se coloca una base impermeable sobre el material de sellado del conducto para un mejor sellado apical (29). El gel blanqueante se inserta en la cavidad de acceso y se obtura de manera provisional. Después de unos días, el resultado del blanqueamiento es examinado y, si es necesario, se inserta de nuevo agente blanqueante en la cavidad de acceso (1).

El peróxido de hidrógeno al 30%, para Lewinstein y cols. 1994 puede tener un efecto perjudicial sobre la microdureza del esmalte y la dentina. Para la dentina, la reducción de la dureza fue significativa después de sólo una aplicación en tiempo de 5 minutos del agente blanqueante. En cambio, el uso de perborato de sodio en combinación con peróxido de hidrógeno no alteró la dureza.

Por otro lado, en un estudio más reciente, se encontró que no sólo el 35% de peróxido de hidrógeno podría disminuir la microdureza de la capa de dentina externa, sino también el 35% de peróxido de carbamida, tuvo influencia, pero fue relativamente menor. Sin embargo la aplicación de perborato de sodio (mezclado con agua o 30% de

peróxido de hidrógeno) en la cavidad pulpar, parecía no tener ninguna influencia sobre la microdureza de la dentina (2).

Un reciente estudio, Camps y cols. 2007, basado en la tasa de difusión del peróxido de hidrogeno en la dentina, intentaron determinar el intervalo de tiempo ideal para volver a aplicar agente blanqueador. Dada la diferente estructural de la dentina en pacientes jóvenes y pacientes de avanzada edad, se determinó un tiempo de aplicación ideal de 33 horas para los pacientes jóvenes y 18 horas para pacientes de edad avanzada.

Carrasco y cols. 2003 determinaron que el 37% de peróxido de carbamida muestra la mejor penetración en la dentina, mientras que el perborato de sodio mezclado con peróxido de hidrógeno al 20% o con peróxido de carbamida al 27%, no penetra tan profundamente en la dentina.

En ocasiones, Demarco y cols. 2001 recomiendan una aplicación de hidróxido de calcio para disminuir la inhibición de oxígeno de la polimerización del compuesto de relleno definitivo, y para contrarrestar el aumento de la permeabilidad de la dentina causada por el agente blanqueador, así como elevar el valor de pH en la cavidad (Kehoe y cols. 1987). Sin embargo, los autores asignan poca relevancia clínica para aumentar el pH de esta manera debido a la gran capacidad de amortiguación de la dentina.

Tras la realización de estudios basados en la penetración de los agentes blanqueantes sobre la dentina, surgió una nueva línea de investigación que tenía como objetivo determinar la fuerza de adhesión dentinaria.

Lai y cols. 2002, concluyen que los agentes de blanqueamiento reducen notablemente la fuerza de adhesión. Además se demostró que el etanol y la acetona inhiben la polimerización de los sistemas de adhesión durante el blanqueamiento. (Barghi & Goldwin 1994, Sung y cols 1999).

Por el contrario, Arcari Müller y cols. en 2007, determinaron que la fuerza de adhesión a la dentina no se ve influenciada de manera negativa al utilizar agentes blanqueantes (perborato de sodio, peróxido de hidrógeno o peróxido de carbamida) en comparación con el grupo control sin blanquear.

El éxito del blanqueamiento, parece en gran medida depender de la duración de la aplicación del agente blanqueante. Por esta razón, Dietschi y cols. 2006 aseguran que este método de blanqueamiento ambulatorio a menudo se comporta mejor que la técnica en clínica.

2. Inside/outside Bleaching.

Esta técnica fue descrita por primera vez por Settembrini y cols. en 1997 y fue modificada más tarde por Liebenberg 1997 (2).

Como su nombre lo indica, la idea es aplicar agente de blanqueamiento, tanto en las superficies externas como internas del diente. La cavidad de acceso permanece abierta durante el proceso de tratamiento. Una de las ventajas de esta técnica es la utilización de una baja concentración del gel blanqueante obteniendo así el efecto deseado. Al igual que en la técnica anterior se coloca una base para evitar la filtración del agente al conducto obturado.

En primer lugar, se hace una férula de vacío con reservas orales y vestibulares de los dientes a blanquear. En los dientes adyacentes, la férula de blanqueamiento se ajusta perfectamente y evita la exposición accidental del gel.

El paciente es instruido en el uso de la férula. Con el agente blanqueante, se llenan la cavidad de acceso al diente y la ubicación correspondiente al diente a blanquear de la férula. La férula se inserta y el exceso de agente blanqueante se elimina con la yema del dedo o un bastoncillo de algodón (2).

Cuando se ha alcanzado color deseado, la cavidad de acceso se limpia y se coloca un material de restauración provisional (cemento de ionómero de vidrio o cemento de policarboxilato). Una semana después, se puede colocar la restauración definitiva.

Lai y cols. publicaron en 1998, el uso de esta técnica asociada al blanqueamiento simultáneo de dientes no vitales y vitales, en los que es posible y necesario combinar blanqueamiento externo e interno.

A pesar de que el éxito del blanqueamiento con esta técnica, puede ser mayor en los primeros días que con la técnica en clínica, Bizhang y cols. en 2003 encontraron después de seis meses, resultados muy similares. Una desventaja es la falta de control de las bacterias durante el blanqueamiento. Los microorganismos pueden colonizar los túbulos dentinarios, y existe el peligro de que no sólo el resultado de blanqueamiento, sino también el éxito a largo plazo del tratamiento de endodoncia pueda verse comprometido (2).

3. In-Office Bleaching.

Este método es conocido como blanqueamiento de los dientes vitales, pero también puede ser empleado para los dientes no vitales. Sin embargo, la predictibilidad del método es más bien baja.

Se aplica en clínica, lo primero que hay que hacer es aislar con un dique de goma, para proteger los tejidos blandos y los dientes adyacentes, teniendo así una mejor amplitud del campo de trabajo. La preparación de la cavidad de acceso y el sellado del conducto radicular se realiza como en la técnica ambulatoria. Aplicaremos el agente blanqueante sobre y en el diente, en este tipo de técnica se suele utilizar peróxido de hidrógeno al 30%. Después de un tiempo de aplicación de 15-20 minutos, si es necesario se repite el procedimiento. Normalmente, el efecto de blanqueamiento deseado suele ser efímero, ya que el diente sufre una deshidratación. Esto concuerda con la experiencia adquirida en el blanqueamiento de dientes vitales de autores como Dietschi y cols., que en 2006 corroboran un mayor éxito a largo plazo del blanqueamiento ambulatorio, siendo más predecible que la técnica de blanqueamiento en clínica (2).

1.3.1.4. Criterios que debe cumplir un diente endodonciado antes de ser blanqueado.

Para realizar el tratamiento de las discromías dentales en dientes endodonciados debemos tener presente una serie de consideraciones con el fin de obtener los mejores resultados: (30)

1. Las condiciones periapicales de los dientes deben de estar en perfecto estado antes de realizar cualquier método de blanqueamiento.

2. El tratamiento de conductos del diente que va a ser tratado debe ser correcto, estando éste asintomático, no existiendo alteraciones en la obturación del conducto ni

lesión periapical. En caso contrario, estaría indicado rehacer la terapéutica endodóncica previamente al blanqueamiento.

3. Conocer la causa y el grado de discoloración del diente endodonciado a tratar, así como el tiempo que hace que apareció la coloración, ya que el éxito del blanqueamiento está en relación directa con dichos factores.

4. Determinar si el diente en cuestión justifica o no el tratamiento, es decir, que el diente a blanquear sea del grupo anterior ya que habitualmente son los que más preocupan a los pacientes.

5. La corona del diente que se va a blanquear debe estar íntegra, ya que, si ha sido restaurada en muchas ocasiones con resinas compuestas, los resultados obtenidos pueden ser pobres. Si presenta grietas, hipoplasias y esmalte sin soporte dentinario, no estaría indicado realizar un blanqueamiento.

1.3.1.5. Medidas de protección en el blanqueamiento dental de dientes no vitales.

La necesidad de impedir el contacto entre los agentes blanqueantes empleados en el blanqueamiento dental no vital con los tejidos orales, la filtración de los mismos hacia la zona periapical del diente y hacia los tejidos periodontales cervicales, se hace imprescindible para prevenir los posibles efectos nocivos que estos agentes blanqueantes puedan generar.

1. Aislamiento del campo operatorio. El estricto aislamiento del diente no vital a blanquear mediante dique de goma, con perforaciones pequeñas y bordes invertidos, ligaduras dobles con hilo de seda dental encerrada a nivel cervical y la utilización de cuñas, continúa constituyendo la medida de protección del diente y de los tejidos orales más actual y eficaz en el blanqueamiento dental no vital.



Fig. 8. Aislamiento diente previo a blanqueamiento interno.

También es útil la utilización de otros procedimientos de protección tisular accesorios con el fin de incrementar el grado de protección gingival; entre ellos, la colocación bajo el dique de goma de cremas hidrosolubles, vaselina, glicerina y/u otros materiales de aislamiento. De igual forma se puede reforzar el aislamiento mediante el empleo de cianocrilato para reforzar el sellado del dique de goma sobre el diente a blanquear.

2. Base protectora coronorradicular. El adecuado aislamiento del conducto radicular, tras una obturación endodóncica correcta y su sellado mecánico mediante la colocación de una base cavitaria, situada de forma óptima a nivel coronoradicular y resistente a los efectos de los agentes blanqueantes, es el segundo pilar básico de protección del diente, junto a las mencionadas medidas de protección tisular.

Previamente a la realización de un blanqueamiento dental no vital, debemos colocar una base cavitaria en forma de casquete, con el fin de evitar la difusión de los agentes blanqueantes hacia la región cervical y periápice del diente y evitar el riesgo que ello conlleva asociado (9). En referencia a este último punto hay que mencionar la reciente incorporación a los posibles materiales a emplear como base cavitaria aislante.

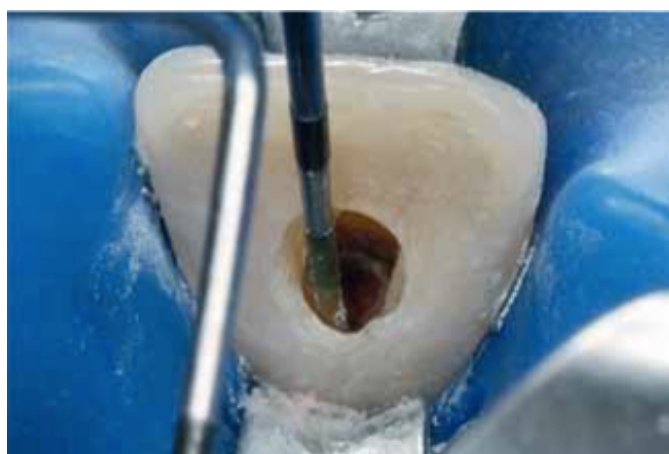


Fig. 9. Conformación de una base cavitaria previo a blanqueamiento interno.

3. Neutralización del estrés oxidativo. Otro aspecto de relevante interés a considerar, es la necesidad de intentar prevenir y contrarrestar los posibles efectos oxidativos que los agentes blanqueantes generan sobre los tejidos orales por la producción de radicales libres (radical hidroxilo, radical hidroperoxilo, anión superóxido, óxido nítrico) durante la realización del tratamiento y una vez finalizado el mismo, mediante el empleo de sustancias antioxidantes que van a permitir neutralizar la acción de los mismos, reforzar los mecanismos de defensa orgánicos frente a ellos y restablecer la situación de equilibrio inicial entre los factores prooxidantes y antioxidantes (9).

Por lo que el empleo de agentes antioxidantes para el lavado del interior de la cámara pulpar o para su colocación en ella durante un tiempo determinado con el fin de eliminar y neutralizar los restos de los productos de blanqueamiento de las superficies dentales blanqueadas es una medida útil a la hora de disminuir el riesgo potencial de inducir esta situación de desequilibrio o de estrés oxidativo a nivel dentoperiodontal (9).

4. Control sobre productos de blanqueamiento dental. Hay que mencionar, de igual forma, la necesidad de un mayor y más estricto control sanitario por parte de los gobiernos de los productos de blanqueamiento dental distribuidos en el mercado y de la instauración de leyes que regulen de manera adecuada su distribución, comercialización y el uso por parte del profesional y de los pacientes (9).

5. Reconstrucción del diente blanqueado. El primer aspecto a analizar es contemplar la disminución de las fuerzas de adhesión entre las resinas compuestas y las superficies dentarias, así como la inhibición de los agentes de unión empleados que se produce tras el blanqueamiento dental, por lo que es conveniente demorar la obturación definitiva del diente blanqueado por lo menos de una a dos semanas, con el fin de recuperar los niveles normales de adhesión entre las superficies dentarias blanqueadas y los composites (9).

La restauración definitiva del diente no vital blanqueado se debe llevar a cabo mediante resinas compuestas específicamente diseñadas para este fin, presentan una gama de colores más amplia para la mimetización del color del diente postblanqueado (9).

Poseen una mayor traslucidez y unas propiedades tanto ópticas como físicas excelentes. Estas resinas dotan de kits para el maquillaje y caracterización para este tipo de reconstrucciones dentales, con sistemas de retención intra-radicular estéticos que no provoquen la discoloración de la estructura dental remanente facilitando la transmisión de la luz halógena.

Citaremos, también, la importancia de colocar en el interior de la cámara pulpar un núcleo central de ionómero de vidrio blanco o de composite transparente o de un color más claro que el elegido como adecuado para la reconstrucción del diente en cuestión. Esto permite lograr un tono más claro y evita la pérdida de traslucidez que se produciría al emplear un único material para realizar tanto el sellado de la apertura de la cavidad o la reconstrucción del diente, como el relleno del resto de la cámara pulpar (9).

1.3.1.6. Complicaciones

REABSORCIÓN RADICULAR

Epidemiología

En 1979, Harrington y Natkin, describieron la asociación de reabsorción cervical externa del diente con el blanqueamiento intracoronario de dientes tratados endodónticamente. Estudios posteriores de Lado y cols. 1983, Goon y cols. 1986, Friedman y cols. 1988, también describieron casos de este tipo de reabsorciones en blanqueamientos internos.

Una revisión publicada en 2003, resume los resultados de cuatro estudios de seguimiento, en los cuales se han reportado 22 casos de reabsorción radicular cervical tras blanqueamientos internos (4) (Tabla 1).

Friedman y cols. 1988, reportaron la incidencia de la reabsorción cervical externa en un 6,9%, al realizar un estudio sobre 58 dientes no vitales, que blanquearon con una mezcla de perborato de sodio y 30% de peróxido de hidrógeno y el uso de calor, por un período de 1-8 años.

Sin embargo, Holmstrup y cols. 1988, en un estudio sobre 95 dientes no vitales, no verificaron reabsorción cervical externa tras el blanqueamiento de dientes no vitales con perborato de sodio mezclado con agua después de la evaluación a tres años (8).

TABLE 1
Internal Tooth Bleaching and Cervical Root Resorption

Type of Study	Bleaching Procedure	Observation Time	No. of Patients	No. of Teeth	Trauma	Cervical Resorption	Reference
Case report	WB ^a			2 teeth	2 teeth	all teeth	Latcham, 1986, 1991
Case report	WB ^b			1 tooth	1 tooth	all teeth	Goon <i>et al.</i> , 1986
Case report	WB+TC ^c			18 teeth	15 teeth	all teeth	Harrington and Natkin, 1979; Lado <i>et al.</i> , 1983; Cvek and Lindvall, 1985; Gimlin and Schindler, 1990; Al-Nazhan, 1991
Follow-up ^d	WB ^e	3-15 yrs	20	112	No	0%	Abou-Rass, 1998
Follow-up ^d	WB ^f	4 yrs	31	248	No	0%	Anitua <i>et al.</i> , 1990
Follow-up	WB ^g	3 yrs	86	95	96%	0%	Holmstrup <i>et al.</i> , 1988
Follow-up	WB, TC, WB+TC ^h	1-8 yrs	46	58	38% ⁱ	6.9%	Friedman <i>et al.</i> , 1988

^a WB = "walking bleach" technique with H₂O₂.

^b WB = "walking bleach" technique with NaBO₃ + 30% H₂O₂.

^c WB+TC = "walking bleach" technique (NaBO₃ + 30% H₂O₂) combined with thermo catalytic treatment.

^d Tetracycline-discolored, intentionally endodontically treated teeth.

^e WB = "walking bleach" technique with NaBO₃ + 30% H₂O₂ replaced once a week.

^f WB = "walking bleach" technique with NaBO₃ + oxygen-water (conc. not given).

^g WB = "walking bleach" technique with NaBO₃ replaced every 10-15 days.

^h WB = "walking bleach" technique with 30% H₂O₂ (cervical resorption, 5.0%); TC = thermo catalytic treatment with 30% H₂O₂ and heat (cervical resorption, 7.6%); WB+TC = combination of the two previously mentioned techniques (cervical resorption, 8.0%).

ⁱ No history of trauma in teeth with cervical resorption.

Anitua y cols. en 1990, examinaron 250 dientes con tinciones severas por tetraciclinas en un período de cuatro años de seguimiento, tras ser blanqueados con perborato de sodio mezclado con agua, llegaron a la conclusión de que no hubo evidencia de reabsorción externa alguna (4).

Un estudio realizado por Abou-Rass y cols. en 1998, sobre 112 dientes blanqueados con una mezcla de perborato de sodio y 30% de peróxido de hidrógeno, evaluados tras 3-15 años de seguimiento determinó que no hubo reabsorción radicular externa en ningún caso (4).

Otros estudios; Harrington y Natkin 1979, Lado y cols. 1983, Cvek y Lindwall 1985, Latcham 1986, 1991, Heitersay y cols. 1994, demostraron valores de incidencia muy variables, desde 1% a 13% (2, 31, 4).

Etiología

La reabsorción radicular producida tras el blanqueamiento interno se ha atribuido a diferentes causas, como la extravasación de peróxido y su contacto con el tejido periodontal, la difusión de los radicales libres a través de los túbulos dentinarios, al espacio periodontal, así como a la acción del calor que en aquel momento se utilizaba para acelerar las reacciones oxidativas que constituyen el mecanismo de acción de estos productos. Diferentes estudios, como Harrington y Natkin 1979, Heitersay y cols. 1994, Friedman 1997, Attin y cols. 2003 observaron que las reabsorciones cervicales pueden ocurrir más frecuentemente con altas concentraciones de agente blanqueante y antepasado de traumatismo en esa pieza (27, 31,40).



Fig.10. Imagen radiográfica de reabsorciones radiculares cervicales en ambos incisivos centrales maxilares tras la realización de blanqueamientos internos.

Los estudios realizados por Outhwaite y cols., Pashley y cols. en 1983, con peróxido de hidrógeno al 30% y la aplicación de calor, encontraron que el 2% de todos los dientes mostraron reabsorciones cervicales. Llegaron a la conclusión de que la aplicación de calor durante el procedimiento, resulta en un aumento de la permeabilidad de la dentina debido a la expansión térmica, lo que induce un aumento en el diámetro de los túbulos y como consecuencia de ello a una mayor filtración del agente blanqueante.

Según un estudio de Heithersay y cols. 1994, en todos los casos de reabsorción radicular que ellos detectaron tras el blanqueamiento no vital, se había producido ningún trauma dental con anterioridad.

Estudios realizados a posteriori, observaron casos en los que se produce reabsorción radicular en dientes sin antecedentes de trauma y en blanqueamientos no vitales en los que el calor no se utilizó como acelerador de la reacción. Este hecho, reemplaza los estudios anteriores que relacionaban la reabsorción radicular con un antepasado de traumatismo o a la aplicación de calor (27).

En la actualidad, la recomendación general es no calentar el agente blanqueador en la cavidad de acceso y por lo tanto renunciar a su activación termocatalítica, ya que autores como Friedman 1997, Attin y cols. 2003, determinaron que el calor puede dañar el tejido periodontal y dar lugar a una tasa de aumento de la reabsorción en la superficie de la raíz. Por otra parte, Dahlstrom y cols. 1997, Farmer y cols. 2006, comparten encontrar un incremento de peróxido de hidrógeno en la superficie exterior del diente cuando el agente blanqueante se calienta en la cavidad pulpar (2).

En los exámenes de la reabsorción radicular cervical, Heithersay 1999 demostró que el tratamiento de ortodoncia es responsable de la mayoría de las reabsorciones cervicales (24,1%), el trauma dental es el segundo factor más común que predispone a la reabsorción cervical del diente (15,1%).

Factores influyentes en la difusión

Gran número de autores, entre ellos, Rotstein 1991, Cooper 1992, Hanks 1993, Weiger 1994, Koulaouzidou 1996, Attin 2003, Benetti 2004, Gokay 2005, a lo largo del tiempo, concluyen que la difusión de los agentes blanqueantes se puede ver afectada por varios factores, incluyendo las características de los tejidos dentales, el pH, la concentración, principios activos y tiempo de contacto de los agentes blanqueantes.

Otros factores que pueden contribuir a incrementar el potencial de riesgo de la mencionada reabsorción cervical son: la morfología del límite amelocementario, la edad del paciente, los defectos del cemento y el grabado ácido del esmalte y/o dentina previo al tratamiento blanqueante (31).

Con respecto a la morfología de LAC, el estudio llevado a cabo en 1992 por Rotstein y cols. demostraron que el peróxido de hidrogeno altera la estructura química de la dentina y del cemento, haciéndoles susceptibles a la reabsorción (27,29), pero no fue hasta 1996 cuando Koulaouzidou y cols. publicaron una relación entre la penetración del peróxido a nivel radicular y el tipo de relación cemento-esmalte en el LAC.

Los defectos en el LAC pueden ser debidos a cambios morfológicos o a cambios patológicos, así como por factores iatrogénicos. La relación entre el cemento y el esmalte varia entre los diferentes dientes y en las diferentes áreas del mismo diente. La relación cemento - esmalte se caracteriza por un contacto borde a borde entre esmalte y cemento, la superposición de esmalte por encima del cemento, o una brecha entre el esmalte y el cemento con la consiguiente exposición de la dentina. Esta exposición en el nivel de la unión cemento-esmalte está presente en aproximadamente el 25% de los dientes anteriores, lo que puede contribuir a la incidencia de la reabsorción cervical externa producida en las técnicas de blanqueamiento interno (21).

Mecanismo de la reabsorción cervical

Aunque el mecanismo exacto de la reabsorción radicular no está muy claro, existen varias hipótesis en la literatura. En un principio, Vaes y cols. 1968 especulaban que la difusión de los iones de hidrógeno a partir de agentes blanqueantes intracoronaes podría proporcionar un medio ácido que es óptimo para la actividad osteoclástica y la reabsorción ósea (20).

Más adelante Cvek y Lindvall 1985, Madison y Walton 1990, observaron que el agente blanqueante colocado en la cámara pulpar, se difunde a través de los túbulos dentinarios penetrando así en la región cervical del diente donde da lugar a una reacción inflamatoria con la consiguiente colonización bacteriana y reabsorción radicular (28).

Fuss y cols. 1989, Rotstein y cols. 1991 demostraron que la dentina es permeable al peróxido de hidrógeno y que la cantidad que se difunde puede alcanzar hasta el 82% de la cantidad total aplicada, en función de las variaciones morfológicas y químicas así como diferencias en el grosor de la dentina remanente.

Varios autores, Harrington y Natkin 1979, Rotstein y cols. 1991, han afirmado que la penetración del peróxido de hidrogeno a través de los túbulos dentinarios en el medio circundante provoca la destrucción celular y de tejidos, iniciando así un proceso inflamatorio que puede ir seguido de una reabsorción radicular. Las bacterias a través del surco gingival o de la cámara pulpar podría ser un factor que contribuye al desarrollo de la reabsorción radicular (31, 28, 29).

Desde un punto de vista biológico, pudieran ser dos los mecanismos implicados en la reabsorción cervical. Por un lado la reducción del pH que produce la llegada de radicales libres al espacio periodontal, lo cual desencadenaría un proceso inflamatorio, estimulando la activación de los macrófagos y la liberación de los factores mediadores de la inflamación, los cuales se han relacionado con la destrucción periodontal y con la reabsorción cervical.

Por otro lado, un segundo mecanismo sería que la dentina tratada con peróxidos sufre cambios en su estructura y es reconocida como un cuerpo extraño, lo que pondría en marcha una serie de mecanismos inmunológicos que conllevarían a dicha resorción. En definitiva se trata de un proceso en el que se produce una estimulación de la actividad osteoclástica que conlleva una destrucción del hueso, del cemento y de la dentina (31).

Cambios de pH

Kehoe en 1987, Fuss en 1989, describieron que los agentes blanqueantes causaban una disminución del pH en el microambiente del ligamento periodontal a nivel del cuello dentario, por lo tanto aumentaban el riesgo de reabsorción radicular. Sin embargo, los estudios de los cambios de pH que tienen lugar durante el blanqueamiento no vital son contradictorios (27).

Un estudio de Dahlstrom y cols. 1997 indica que el peróxido de hidrógeno induce cambios en el pH y genera el radical hidroxilo, una especie química muy reactiva que puede degradar los componentes del tejido conectivo, el colágeno y en particular el ácido hialurónico. Este puede ser uno de los mecanismos subyacentes a la destrucción del tejido periodontal y la reabsorción de la raíz, después del blanqueamiento interno.

Kehoe y cols. 1987 informó de que la combinación Superoxol - perborato de sodio era ácida, aunque tanto Fuss y cols. 1989 como Rotstein y Friedman 1991 determinaron que la combinación era alcalina. La diferencia observada es probablemente debido a la variación en la proporción de la mezcla analizada en los estudios. Otros autores determinan que el Superoxol posee un pH ácido, mientras que el perborato de sodio es alcalino (20).

Tras esta gran controversia, Price y cols. 2000, investigó el pH de algunos agentes de blanqueamiento y se encontró que los productos de blanqueamiento en clínica eran todos ácidos.

Wang y Hume, 1988, realizaron un estudio para evaluar los cambios de pH y cuantificar la penetración los radicular de peróxido de hidrógeno utilizando tres diferentes agentes de blanqueamiento intracoronal, 35% de peróxido de carbamida, el 35% de peróxido de hidrógeno y perborato de sodio para blanquear artificialmente dientes humanos extraídos. Al comparar el pH de la solución extrarradicular de los diferentes grupos, si hubo diferencias significativas entre ellos. Esto demuestra la pobre difusión de los iones de hidrógeno a través de la dentina, como resultado de la capacidad tampón de la hidroxiapatita. Por lo tanto los resultados apoyan la idea de Rotstein y Friedman (1991) de que es poco probable que la reabsorción radicular cervical sea el resultado de un entorno de pH ácido extrarradicular producido por el agente blanqueante.

Soluciones

Tronstad y cols. en 1981, como medida de prevención de la reabsorción radicular sugieren la colocación de hidróxido de calcio después de la eliminación del agente blanqueador, para establecer así un pH alcalino en la superficie de la raíz.

Rotstein y cols. en 1992, demostraron que se debe colocar una barrera de 2 mm a nivel LAC, con la intención de disminuir la penetración radicular del peróxido de hidrógeno.

Brighton y cols. y MacIsaac y Hoen en 1994, apoyándose en la hipótesis de Rotstein, determinaron que la colocación de un material de base de protección en el nivel inferior del LAC podría reducir la difusión del peróxido de hidrógeno a los tejidos periodontales, dado que los túbulos dentinarios están orientados hacia incisal (27).

Un año después, Baratieri y cols. 1995, sugirieron la colocación de una capa de hidróxido de calcio, suponiendo que actuaría como un sellado biológico en contacto directo con el material de obturación del conducto antes de colocar la barrera. Esta capa puede mantener un pH alcalino en la zona del LAC, pudiendo neutralizar el agente blanqueamiento durante los procedimientos de blanqueamiento. Sin embargo, no hay datos disponibles en apoyo de esta afirmación (27, 47).

Con el paso del tiempo, tras la realización de varios estudios, todo apoyaba que sería prudente tomar como medida de prevención, que el conducto obturado esté aislado del agente blanqueador mediante una base intermedia, independientemente del agente blanqueador que se use. De Oliveira y cols. 2003, determinan que el sellado del canal radicular es un requisito importante para permitir que un diente con tratamiento de conductos pueda ser blanqueado. En todos los casos, la entrada del conducto radicular obturado, debe ser sellada con un material de base, con el fin de evitar la penetración del agente blanqueador en el espacio periodontal o del conducto radicular (26).

Dietschi y cols. en 2006, demostró que no observaron reabsorciones radiculares durante un período de 2 años en una práctica con peróxido de hidrógeno al 30% usando un correcto sellado cervical.

Aunque, la incidencia de la reabsorción externa radicular cervical asociada con el blanqueamiento intracoronario según autores como MacIsaac y Hoen 1994, Baratieri y cols. 1995, es relativamente baja, algunos autores como Lindvall y Cvek 1985, Friedman y cols. 1988, Lewinstein y cols. 1994, Attin y cols. 2003, recomiendan que es más seguro evitar el peróxido de hidrógeno para el blanqueamiento interno y sustituirlo por perborato de sodio (27).

Rotstein y cols. 1991 comprobó que el perborato de sodio con agua presenta una eficacia similar en comparación con otros agentes de blanqueamiento, y evita o minimiza la aparición de reabsorción radicular externa. La eficacia de blanqueamiento no sólo depende del disolvente utilizado, sino que también depende de los tipos de perborato de sodio (20).

Cuando las paredes de la dentina remanente son muy delgadas, Dietschi y cols. 2006 recomiendan el uso de bajas concentraciones de agente blanqueante o la aplicación de perborato de sodio mezclado con agua destilada. Con ello se pretende evitar que el

agente penetre en el espacio periodontal a través de las microperforaciones y evitar así la consiguiente inflamación que puede facilitar la reabsorción radicular (2).

1.3.1.7. Otras complicaciones

Otras complicaciones asociadas al uso del peróxido de hidrógeno como agente para el blanqueamiento interno son: el aumento de la permeabilidad dentinaria, alteraciones en la estructura química de la dentina y debilitamiento general de las propiedades físicas de los tejidos duros dentales (28).

Aunque el peróxido de hidrógeno concentrado (25-35%) es eficiente para el blanqueamiento de los dientes con o sin pulpa vital, se ha asociado con complicaciones no deseadas, tales como cambios en la morfología superficial y la dureza dentaria (Zalkind y cols. 1996), disminución de la resistencia a la tracción (Chng y cols. 2002), y reducción de la fuerza de adhesión de las resinas compuestas a las estructuras dentales (Timpawat y cols. 2005). Sin embargo, la complicación más conocida del blanqueamiento intracoronario, como ya hemos visto es la reabsorción radicular cervical (25).

Pecora y cols. en 1994, Piemjai y Surakomponorn en 2006, han demostrado que hasta un 35% de peróxido de carbamida puede causar efectos adversos, tales como disminución de microdureza de la dentina y disminución de la resistencia de la dentina.

Casey y cols. 1989 , Horn y cols. 1998 propusieron la eliminación de la capa de barrillo dentinario con ácido ortofosfórico al 37% para mejorar y acelerar el blanqueamiento intracoronario, suponiendo que este procedimiento hará más permeable la dentina y, a su vez, más rápido y más eficaz el procedimiento de blanqueamiento. Sin embargo, algunos estudios, demuestran que la eliminación de la capa de barrillo no mejoró la eficacia de blanqueamiento (25).

1.3.1.8. Recidiva

La tasa de recurrencia en los dientes blanqueados, con tratamiento de conductos es relativamente alta, y el mecanismo no se ha esclarecido por completo.

Dependiendo del estudio (Friedman y cols. 1988, 1997, Holmstrup y cols. 1988, Glöckner y cols. 1999), la tasa de recurrencia después de dos años es del 10%, después de cinco años 25%, y después de ocho años un 49%.

El resultado de otro estudio de Feiglin y cols. 1987 demuestra que seis años después del blanqueamiento, se alcanza una tasa de éxito del 45%, concluyendo, que el blanqueamiento de dientes no vitales no constituye una solución a largo plazo en la dentición permanente. Sin embargo, ese estudio es relativamente antiguo, y el manejo de las bacterias durante los procedimientos de blanqueamiento no se realizó adecuadamente. Por otra parte, los rellenos se colocaron en gran medida sin la técnica adhesiva, lo que dio lugar a una mayor penetración de los pigmentos.

Arens y cols. 1989 (2), demuestran que la mayoría de la decoloración de los dientes no vitales surge como resultado de los productos de degradación de la hemoglobina y el tejido pulpar. No está claro si la repetición de la decoloración de los dientes blanqueados es causada por las mismas sustancias o por la penetración de los pigmentos de la cavidad oral.

Glöckner y cols. 1999 llegan a la conclusión de que después de un período de observación de cinco años, el 75% de los casos se consideraron como exitosos por el dentista, mientras que el 98% de los pacientes se mostraron satisfechos con los resultados (2).

En un estudio de Deliperi y Bardwell 2005, se encuentran con un oscurecimiento de hasta cuatro tonos en la escala de colores de la guía VITA en poco menos del 50% de los 26 dientes blanqueados. En parte, los dentistas son más críticos con el éxito del blanqueamiento que los pacientes.

En un seguimiento de 35 pacientes, por parte de Amato y cols. 2006 (2), 22 casos (62,9%) presentaron resultados satisfactorios a los 2 años después del tratamiento. En 13 pacientes (37,1%), el resultado no era tan satisfactorio y evidentemente, los dientes blanqueados se habían oscurecido. No se produjeron reabsorciones radiculares.

2. JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS DE TRABAJO

JUSTIFICACIÓN

Con lo expuesto anteriormente la principal consecuencia severa de los blanqueamientos internos es la reabsorción radicular a nivel cervical que provocan.

Se han realizado gran diversidad de estudios, experimentando con diferentes materiales utilizados como base cavitaria, que parece ser que reduce esta gran complicación de los blanqueamientos internos.

La revisión del estado actual de conocimientos sobre cual es el material más adecuado para éste uso, sobre todo en base a su capacidad de sellado, nos hace plantear la necesidad de realizar un estudio y poder establecer cual o cuáles son el material y el procedimiento de su inserción más adecuados para ser utilizados como base cavitaria, que permita un sellado hermético y tridimensional, previo al blanqueamiento dental interno.

HIPÓTESIS DE TRABAJO

Los productos blanqueantes son capaces de difundir a través de la estructura dentaria desde el interior hasta el exterior del diente.

Es posible que la colocación de una base cavitaria a nivel de la entrada del conducto radicular que impida la difusión del agente blanqueante hacia la raíz dentaría, impediría la llegada del agente hasta la zona periodontal.

Como hipótesis nula podemos afirmar que no existen diferencias de filtración entre las diferentes bases cavitarias ni en el diferente agente blanqueante colocado para producir un blanqueamiento interno.

3. OBJETIVOS

OBJETIVOS

1. Evaluar “in vitro” la filtración producida a nivel del sellado radicular con diferentes bases cavitarias después de colocar el agente blanqueante en el interior de la corona del diente en blanqueamientos de dientes no vitales, tanto en dirección apical como a través de la dentina.
2. Valorar la filtración producida a nivel del sellado radicular por la alteración en la estructura de dos cementos, al aplicar dos diferentes agentes blanqueantes en el interior de la corona del diente.
3. Evaluar si la microfiltración “in vitro” del agente blanqueante es mayor en dirección apical o a través de la dentina.

4. MATERIAL Y MÉTODO

4. 1. SELECCIÓN Y PREPARACIÓN DEL MATERIAL DE ESTUDIO

La finalidad de este estudio fue medir el grado de filtración del sellado del conducto radicular de dientes humanos, con diferentes materiales de sellado y diferentes agentes blanqueantes.

4.1.1. DEFINICIÓN DE LA MUESTRA

Se recogió una muestra de dientes permanentes uniradiculares humanos sanos, incisivos centrales y laterales, tanto derechos como izquierdos, exodonciados por motivos periodontales o indicación ortodóncica, libres de caries y sin restauraciones, fracturas, defectos coronales, reabsorción ni descalcificación, que pudieran interferir en la realización de este estudio. Podemos definir los siguientes criterios de inclusión y de exclusión.

<u><i>Criterios de inclusión</i></u>	<u><i>Criterios de exclusión</i></u>
<ul style="list-style-type: none">• Dientes uniradiculares• Extraídos por motivos periodontales• Ausencia de caries• Ausencia de restauraciones	<ul style="list-style-type: none">• Fractura coronal• Fractura radicular• Reabsorciones radiculares• Dientes con infección• Dientes perforados• Dientes tratamiento previo de perno

4.1.2. TAMAÑO MUESTRAL

El tamaño de la muestra fue de $N = 18$, se escogieron 18 dientes al azar según los criterios anteriores, se dividieron al azar en 6 grupos diferentes de 3 especímenes cada uno.

El número de dientes que compusieron la muestra se estableció según la cantidad de elementos que formarían parte de cada grupo, en este caso tres, un número suficiente que permitiera el análisis estadístico conveniente a los objetivos de este estudio.

Por tanto estamos hablando de una muestra de dieciocho dientes:

	Maxilares:
Incisivos centrales	12
Incisivos laterales	6
Totales	18

4.1.3. DISTRIBUCIÓN DE LOS ESPECÍMENES

4.1.3.1. Grupos de estudio

1. En el grupo 1 se incluyeron las muestras de dientes endodonciados, sellados con RelyX Unicem 2 Automix® (3M ESPE) y con peróxido de hidrógeno al 35% colocado en la cámara pulpar.
2. En el grupo 2 se incluyeron las muestras de dientes endodonciados, sellados con RelyX Unicem 2 Automix® (3M ESPE) y con perborato de sodio colocado en la cámara pulpar.
3. En el grupo 3 se incluyeron las muestras de dientes endodonciados, sellados con RelyX Unicem 2 Automix® (3M ESPE) y no se colocó ningún gel en la cámara pulpar.
4. En el grupo 4 se incluyeron las muestras de dientes endodonciados, sellados con Ketac Cem Easymix® (3M ESPE) y con peróxido de hidrógeno al 35% colocado en la cámara pulpar.
5. En el grupo 5 se incluyeron las muestras de dientes endodonciados, sellados con Ketac Cem Easymix® (3M ESPE) y con perborato de sodio colocado en la cámara pulpar.
6. En el grupo 6 se incluyeron las muestras de dientes endodonciados, sellados con Ketac Cem Easymix® (3M ESPE) y no se colocó ningún gel en la cámara pulpar.

4.1.3.2. Asignación de los especímenes

La muestra se dividió en seis grupos diferentes de manera aleatoria, asignando un diente a cada grupo de manera correlativa en función de su orden de inclusión en el estudio hasta completar seis grupos con tres dientes cada uno y a continuación, se asignó de forma aleatoria y mediante un sorteo una base cavitaria a los primeros tres

grupos: 1, 2 y 3 (composite autograbante) diferente a la asignada a los tres últimos: 4, 5 y 6 (cemento de vidrio ionómero) y posteriormente un agente blanqueante distinto, dejando dos grupos control.

4.1.4. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

4.1.4.1. Fase de higienización

Cada diente fue lavado cuidadosamente con agua corriente, fueron almacenados en una solución de formaldehído al 2%, conservados en una solución de agua destilada a temperatura ambiente para prevenir su deshidratación.

4.1.4.2. Fase de preparación inicial

El siguiente paso fue estandarizar el procedimiento de endodoncia realizando los tratamientos de conductos a la totalidad de los dientes con el sistema ProFile® (Tri Auto ZX, J.Morita MFG.CORP.) llevando a cabo la siguiente sistemática:

1. Radiografía inicial
2. Acceso palatino hasta alcanzar la cámara pulpar mediante una fresa redonda de diamante Proclínic® (ref.7565, 368-023), de aro verde, grano grueso, tallo convencional, montada en una Turbina Supertorque 660 B Kavo® (Ref. 9420) con alta velocidad refrigerada por agua.



Fig. 11. Acceso palatino a la cámara pulpar

3. Se localizó y permeabilizó el conducto radicular de cada diente mediante una lima del número 10 K-File® de 21 mm (Dentsply, Maillefer, 1451).

4. Se determinó la longitud de trabajo de los conductos radiculares, 1 mm menos que la longitud total de una lima del número 10 K-File® de 21 mm (Dentsply, Maillefer, 1451) en cada conducto hasta la punta de la lima fue visible en el extremo apical del diente. Se usó el localizador de ápices Localizador de ápices Dentapor Módulo Root ZX® (Morita), para verificarlo.

5. Se procedió a la preparación biomecánica y conformación de los conductos radiculares, siguiendo el protocolo operatorio ProFile® (Dentsply, Maillefer).

Se realizó la preparación apical a longitud de trabajo exacta y procediendo al ensanchamiento final, irrigando el conducto radicular con una solución de hipoclorito de sodio al 0,5% mediante una aguja de punta roma y una jeringa de plástico desechable durante todo el proceso.



Fig. 12. Preparación biomecánica y conformación de los conductos radiculares

6. Después de terminar la instrumentación de todos los conductos radiculares de todos los especímenes, se lavaron con suero fisiológico a presión mediante el empleo de una jeringa de plástico desechable con su correspondiente aguja de punta roma, tras ello, se procedió al secado con puntas de papel.



Fig. 13. Secado con puntas de papel tras la preparación de los conductos radiculares.

7. Se procedió a la obturación de los conductos radiculares de las muestras con puntas de gutapercha de diferentes conicidades dependiendo de la secuencia utilizada en cada muestra, utilizando cemento AH26® (Dentsply) y completando el sellado del conducto con la técnica de condensación lateral y la utilización de gutaperchas accesorias Xfine® (Dentsply, De Trey).



Fig. 14. Obturación con puntas de gutapercha

8. Posteriormente se realizó la verificación radiográfica para comprobar el sellado de las endodoncias realizadas.

9. Se eliminó el exceso de gutapercha, con un instrumento caliente en la cámara pulpar hasta la entrada del conducto.

Una vez finalizado el procedimiento antes descrito, se procedió al almacenamiento en saliva artificial a 37° C y humedad relativa del 100% hasta el inicio de la siguiente fase del estudio.

4.1.4.3. Procedimiento clínico de colocación de las bases cavitarias.

Posteriormente, en cada sujeto, se eliminó la gutapercha del canal radicular 2mm por debajo del límite amelocementario (LAC) con fresas Gates Glidden® (Dentsply, Maillefer), con movimientos de pulsión tracción. Se realizó la secuencia desde la número 1 a la número 3 e incluso en conductos mas anchos se llegó hasta la fresa número 4, a baja velocidad; la profundidad del conducto desobturado se verificó mediante el empleo de una sonda periodontal CP 11® (HU-FRIEDY).

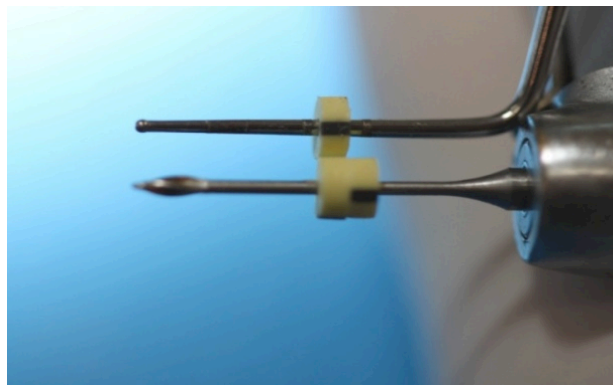


Fig. 15. Verificación de la medida de las fresas gates.

Se procedió a la colocación de las bases cavitarias en cada grupo, con una disposición espacial con forma de “casquete” siguiendo el trayecto de la línea amelocementaria por cada una de las caras del diente.

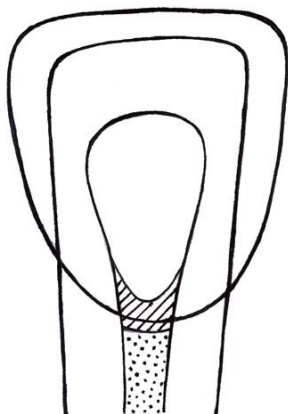


Fig. 16. Disposición característica de la base cavitaria “en casquete” dispuesta sobre el material de obturación del conducto radicular; más alta hacia incisal en las caras proximales que en las caras libres.

En los grupos 1,2 y 3 se colocó como base cavitaria RelyX Unicem 2 Automix® (3M ESPE) en esos 2 mm del conducto y se aplicó durante 40 segundos la lámpara de polimerizar Bluephase 16i Vivadent para fotopolimerizar el material. En los grupos 4, 5 y 6 se colocó como base cavitaria Ketac Cem Easymix® (3M ESPE) en esos 2 mm del conducto y se esperó durante 5 minutos para su total fraguado.

4.1.4.4. Conformación de la base cavitaria

Una vez posicionada cada base cavitaria se procedió a darles su conformación definitiva adecuada, calculando la altura correcta de la base en cada cara del diente mediante la sonda periodontal CP 11® (Hu-Friedy) con un tope de goma y eliminando el material sobrante mediante una fresa redonda de tungsteno 5791 H1S-029® (Komet), a baja velocidad y refrigerada por agua, hasta liberar de excesos de material el trayecto de la línea amelocementaria en las cuatro caras del diente.



Fig. 17. Sonda periodontal CP 11® Hu-Friedy

4.1.4.5. Colocación del agente blanqueante.

Se colocaron los dientes en posición vertical sobre una plataforma conformada con silicona, para poder mantener constante y estable la posición de los dientes.

Se rellenaron las cámaras pulpares de los dientes con diferentes agentes blanqueantes dependiendo al grupo al que pertenecieran.

En la cámara pulpar de los grupos 1 y 4 se aplicó peróxido de hidrógeno al 35% Norblanc® (Lab. Normon), mediante las boquillas dispensadoras y fue sellado con una

bola de algodón y cemento provisional Duo Temp® (Coltene, Waledent) fotopolimerizable.

Igualmente, en los grupos 2 y 5 se aplicó perborato de sodio Lema Ern C® (ERN) mezclado con agua destilada, mediante el uso de un instrumento plástico y un atacador, posteriormente se selló la cámara pulpar de la misma forma.

En los grupos 3 y 6 no se colocó ningún gel y sirvieron como grupos control.

4.1.4.6. Eliminación del agente blanqueante e inserción del colorante.

Pasada una semana de la aplicación del gel blanqueante, se realizó una nueva apertura cameral y se eliminó totalmente el gel mediante su lavado con agua destilada.

Se procedió al secado los dientes mediante aire sin llegar a deshidratarlos durante 5 segundos. Se aplicó dentro de la cámara el colorante azul de metileno Panreac® (251171.1208), con una jeringa estéril de polipropileno de la casa Ico-steril de un mililitro de capacidad (Lot-H/006), manteniéndolo durante 6 horas de tiempo.

4.1.4.7. Sellado de la cámara pulpar de las muestras.

A continuación, se volvió a lavar la cámara pulpar de las muestras con agua destilada y se secaron con aire a presión de la manguera del equipo. Se procedió a la obturación definitiva de la entrada a la cámara pulpar mediante la utilización de adhesivo Scotchbond ® (3M ESPE) (Ref 4242) y composite Filtek Z100 ® (3M ESPE) color A1.

4.1.4.8. Posicionamiento de las muestras.

Para llevar a cabo el posicionamiento de los dientes y su posterior sección en el eje horizontal del mismo, se utilizaron unas bases de plástico preformadas, para troquelar los modelos de escayola. El sistema utilizado fue Model - tray® (Pat – Nr.2440261) de la casa comercial Mts.



Fig. 18. Sistema de posicionamiento de modelos.

Se embebieron los dientes en escayola Fuji- Rock tipo 4® (GC), manteniendo una posición horizontal para poder mantener constante y estable la posición de los dientes.

4.2. OBSERVACIÓN DE LA FILTRACIÓN

4.2.1. Sección de los dientes.

Tras el tiempo de fraguado establecido por el fabricante, se procedió a realizar los cortes de las muestras con una sierra mecánica Model - cut 2020 UNIVERSAL® (Model - Tray sistem). Se efectuó la sección de cada uno de los dientes en sentido longitudinal, desde la parte palatina / lingual a la vestibular, obteniendo por tanto dos mitades por cada muestra.

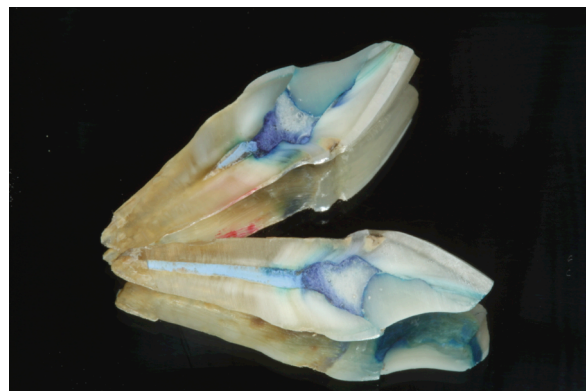


Fig. 19. Model - cut 2020 UNIVERSAL® Fig. 20. Corte longitudinal de una muestra

4.2.2. Evaluación de la microfiltración.

Posteriormente se procedió a la evaluación de la filtración de las muestras mediante microscopía óptica de reflexión mediante un microscopio modelo ME - Leica® MZ125.



Fig. 21. Microscopio óptico de reflexión ME-Leica® MZ125

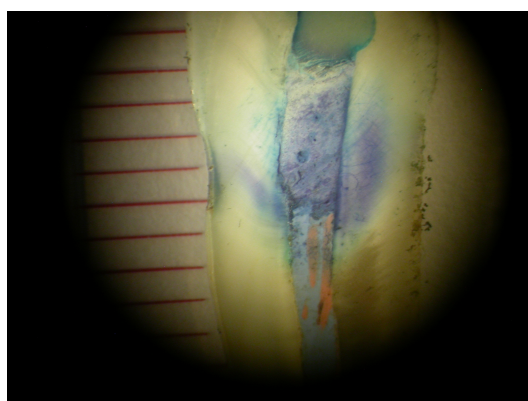
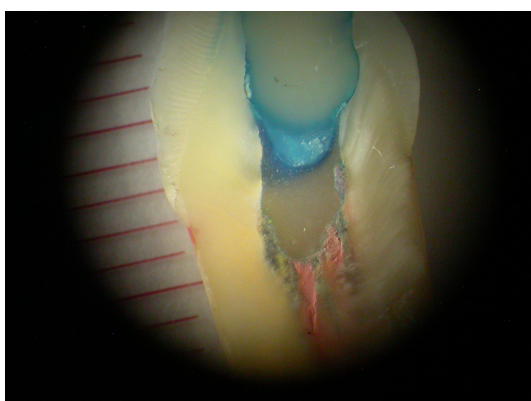


Fig. 22. Imágenes de los cortes analizados al microscopio óptico de reflexión.

La medición de la microfiltración se llevo acabo mediante un programa informático, Image Tool 3.0® (UTHSCSA) The University of Texas Health Science Center, San Antonio para Windows.

Por cada muestra se evaluó la filtración tanto en dirección apical como a través de la interfase entre la dentina y el material de obturación, siendo micras (μm) la unidad de medida utilizada.

Para medir la microfiltración que se produjo a nivel apical, partimos desde el punto central del techo de la base cavitaria, hasta el punto mas apical, donde el azul de metileno había penetrado. En el caso de la medición de la microfiltración que se producía a través de la dentina, el punto de partida fue desde la pared del conducto al punto mas alejado donde el azul de metileno había penetrado.

Un aspecto importante que tuvimos en cuenta a la hora de realizar las mediciones, fue el calibrado en micras. En cada muestra, se calibra el programa para evitar sesgos en la medición, ya que las fotos realizadas con el microscopio de reflexión están realizadas a diferentes distancias focales en función de la altura de cada muestra.

4.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Una vez obtenidos los valores de microfiltración de cada grupo, se procedió a un análisis estadístico y comparación de los datos, para poder contrastar dichos resultados con otros estudios similares, obteniendo de esta manera inferencia estadística y conclusiones. Para el análisis estadístico de los resultados obtenidos se empleó el programa de cálculo SPSS V14® para Windows (SPSS Inc, actualmente IBM, Chicago, IL).

4.3.1. Variables de este estudio:

Podemos diferenciar dos tipos de variables; variables dependientes e independientes.

Como variable dependiente se maneja la filtración hacia apical y hacia dentina del agente blanqueante. Es una variable de naturaleza cuantitativa y continua.

Como variables independientes se toma por un lado, el tipo de base cavitaria colocada, que en este caso toma dos datos posibles : RelyX Unicem 2 Automix® (3M ESPE) y Ketac Cem Easymix® (3M ESPE) siendo por tanto una variable nominal dicotómica, y por el otro, el tipo de agente blanqueante, peróxido de hidrógeno o perborato de sodio, siendo también nominal y dicotómica.

Se compararon los resultados de la filtración de las dos bases cavitarias utilizadas y la filtración de cada uno de los dos agentes blanqueantes, tanto en dirección apical como a través de la dentina.

Para ello, se compararon los datos de la filtración de los grupos 1 y 4, respecto a los obtenidos en los grupos 2 y 5, para valorar cual de los dos agentes blanqueantes utilizados en este estudio fue el que mas filtró y establecer diferencias.

También se compararon los datos obtenidos en los grupos 1, 2 y 3 respecto a los obtenidos en los grupos 4, 5 y 6, para verificar la hipótesis que afirma que la base cavitaria RelyX Unicem 2 Automix 3M ESPE ®, filtra menos que la base colocada en los grupos 4, 5 y 6, Ketac Cem Easymix 3M ESPE ®.

Los valores de microfiltración tanto en dirección apical, como a través de la dentina fueron sometidos a análisis estadístico con un nivel de significación de 0,05.

5. RESULTADOS

5.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO:

En el análisis básico inicial, se planteó una estadística descriptiva para variables cuantitativas, mediante el uso de la media y de la desviación típica como estadísticos de centralidad y dispersión, respectivamente. En un segundo paso, se realizó un análisis bivariado.

Se emplearon test no paramétricos para comparar variables cuantitativas en muestras no normales (test de Mann Whitney para comparar dos grupos independientes y test de Wilcoxon si hay determinaciones emparejadas).

Se emplearon test no paramétricos debido a dos motivos fundamentales:

- Reducido tamaño muestral manejado, ya que se trata de un estudio piloto.
- Gran variabilidad. Los valores de desviación típica en comparación con sus respectivas medias son bastante grandes, al tener coeficientes de variación mayores de 0,8 en la mayor parte de los grupos comparados. Por otra parte, la variabilidad no era homogénea entre los grupos comparados.

Para analizar posibles efectos estadísticos entre ambas variables dependientes, tipo de base cavitaria y agente blanqueante, se planteó un tercer nivel de análisis estadístico mediante un test de regresión lineal múltiple por el procedimiento predictivo.

Para todos los análisis se ha empleado el programa de cálculo SPSS V14 para Windows (SPSS Inc, actualmente IBM, Chicago, IL). Para la regresión se ha empleado el comando “introducir”.

5.2. RESULTADOS

Todos los valores de microfiltración se realizaron en la unidad de medida micras (μm).

Tabla 1.- Comparación del tipo de BASE CAVITARIA empleada en todos los casos.

Base cavitaria	APICAL		DENTINA	
	Media	DT	Media	DT
Unicem	631.0	623.3	88.7	72.5
Ketac Cem	4158.4	1161.7	1248.2	866.3
<i>P</i>	<0.001		<0.001	

DT = desviación típica o estándar

El análisis estadístico mediante el test no paramétrico Mann-Whitney para muestras no normales demuestra que, independientemente del agente blanqueante utilizado en cada grupo, la filtración tanto en dirección apical como hacia la dentina, en el caso de la base cavitaria Ketac Cem Easymix® (3M ESPE), presenta valores medios más altos con una fuerte significación estadística ($p < 0.001$) con respecto a la base cavitaria RelyX Unicem 2 Automix® (3M ESPE).

Tabla 2.- Comparación del tipo de AGENTE BLANQUEANTE empleado en todos los casos.

Agente blanqueante	APICAL		DENTINA	
	Media	DT	Media	DT
Peróxido Hidrogeno	2721.0	2202.3	873.3	898.9
Perborato de sodio	2068.4	1855.4	463.5	767.7
<i>P</i>	0.378		0.242	

El análisis estadístico mediante el test no paramétrico Mann-Whitney para muestras no normales demuestra que, no existen diferencias estadísticamente significativas respecto a la filtración producida con el tipo de agente blanqueante utilizado tanto en dirección apical como a través de la dentina, al no alcanzarse la significación estadística en ningún caso ($p = 0.378$ para la filtración apical y $p = 0.242$

para la filtración a través de la dentina). No obstante los valores de peróxido de hidrógeno son mayores en ambos casos.

Tabla 3.- Análisis limitado para la base cavitaria UNICEM comparando el efecto de ambos agentes blanqueantes, Peróxido de hidrógeno y Perborato de sodio.

Agente blanqueante	APICAL		DENTINA	
	Media	DT	Media	DT
Peróxido de hidrogeno	798.0	672.8	116.8	85.2
Perborato de sodio	464.0	578.7	60.5	49.1
<i>P</i>	0.240		0.240	

El análisis estadístico mediante el test no paramétrico Mann-Whitney para muestras no normales demuestra que, analizando solo el grupo donde se coloca como base cavitaria el RelyX Unicem 2 Automix® (3M ESPE), no hay diferencias estadísticamente significativas entre los dos agentes blanqueantes, pero el peróxido de hidrógeno consigue valores mas elevados de filtración, sin llegar a la significación.

Tabla 4.- Análisis limitado para la base cavitaria KETAC CEM comparando el efecto de ambos agentes blanqueantes, Peróxido de hidrógeno y Perborato de sodio.

Agente blanqueante	APICAL		DENTINA	
	Media	DT	Media	DT
Peróxido de hidrogeno	4464.0	1158.5	1629.8	629.9
Perborato de sodio	3672.8	1029.9	865.5	951.0
<i>P</i>	0.240		0.065	

El análisis estadístico mediante el test no paramétrico Mann-Whitney para muestras no normales demuestra que, analizando solo los grupos donde se colocó como base cavitaria Ketac Cem Easymix® (3M ESPE), no existen diferencias estadísticamente significativas respecto a la filtración producida entre los dos tipos de agentes blanqueantes, pero el peróxido de hidrógeno consigue resultados más elevados que el perborato de sodio. En relación a la filtración producida a través de la dentina, los datos rozan la significación ($p = 0.065$) y podrían sugerir que este caso concreto una muestra de mayor tamaño hubiera podido demostrar esta diferencia como significativa al mejorar el poder estadístico.

No obstante, hemos de ser prudentes sobre el sentido de este hallazgo: el hecho de que la filtración solo a través de la dentina pudiese ser estadísticamente significativa respecto a la filtración producida en dirección apical, así como que este efecto solo sea visible en la base Ketac Cem Easymix® (3M ESPE) y no en RelyX Unicem 2 Automix® (3M ESPE), podrían apuntar a que esta diferencia se debe exclusivamente al azar.

Tabla 5.- Análisis limitado al agente blanqueante Peróxido de Hidrógeno comparando el efecto de ambas bases cavitarias.

Base cavitaria	APICAL		DENTINA	
	Media	DT	Media	DT
UNICEM	798.0	672.8	116.8	85.2
KETAC CEM	4644.0	1158.5	1629.8	629.9
<i>P</i>	0.002		0.002	

El análisis estadístico mediante el test no paramétrico Mann-Whitney para muestras no normales demuestra que, analizando solo los grupos en los que se colocó peróxido de hidrógeno como agente blanqueante, existen diferencias estadísticamente significativas en relación a la filtración producida a nivel apical y a través de la dentina

entre las bases cavitarias, RelyX Unicem 2 Automix® (3M ESPE) y Ketac Cem Easymix® (3M ESPE) ($p = 0.002$ en ambos casos).

Tanto en filtración a nivel apical como a través de la dentina, en los grupos blanqueados con peróxido de hidrógeno, la base cavitaria Ketac Cem Easymix® (3M ESPE) alcanza valores más elevados de filtración que los grupos en los que se colocó como base cavitaria el cemento RelyX Unicem 2 Automix® (3M ESPE).

Tabla 6.- Análisis limitado al agente blanqueante, Perborato de sodio comparando el efecto de ambas bases cavitarias.

Base cavitaria	APICAL		DENTINA	
	Media	DT	Media	DT
UNICEM	464.0	578.8	60.5	49.1
KETAC CEM	3672.8	1029.9	866.5	951.0
<i>P</i>	0.002		0.002	

El análisis estadístico mediante el test no paramétrico Mann-Whitney para muestras no normales demuestra que, analizando solo los grupos en los que se colocó perborato de sodio como agente blanqueante, existen diferencias estadísticamente significativas en relación a la filtración producida a nivel apical y a través de la dentina entre las bases cavitarias RelyX Unicem 2 Automix® (3M ESPE) y Ketac Cem Easymix® (3M ESPE) ($p = 0.002$ en ambos casos).

Tanto en filtración a nivel apical como a través de la dentina, en los grupos blanqueados con perborato de sodio, la base cavitaria Ketac Cem Easymix® (3M ESPE) alcanza valores más elevados de filtración que los grupos en los que se colocó como base cavitaria el cemento RelyX Unicem 2 Automix® (3M ESPE). Los hallazgos son coincidentes con las tablas 1 y 5.

- Comparaciones de los grupos control con respecto al resto de especímenes

En el caso de los dos grupos control, grupos 3 y 6, en los que se colocaron las diferentes bases cavitarias pero sin agente blanqueante, los valores de microfiltración que se producían tanto en dirección apical como hacia la dentina fueron muy inferiores a los obtenidos en el resto de especímenes, existiendo diferencias significativas ($p \leq 0.05$) con respecto a los grupos control en cualquiera de los grupos empleados en este estudio.

- Comparaciones entre las variables filtración en dirección apical y a través de la dentina

El test estadístico utilizado para esta comparación de datos fue el test no paramétrico para muestras emparejadas de Wilcoxon.

Analizando de manera conjunta las muestras ($n=18$), se demuestran valores de filtración mucho más elevados en dirección apical que a través de la dentina ($p < 0.001$).

Si analizamos los resultados por separado, dependiendo del grupo al que pertenezcan, tanto en los grupos 1,2 y 3, donde se colocó como base cavitaria el cemento RelyX Unicem 2 Automix® (3M ESPE), como en los grupos 4, 5 y 6 donde se colocó como base cavitaria Ketac Cem Easymix® (3M ESPE), también demuestran valores de filtración mucho más elevados en dirección apical que a través de la dentina ($p = 0.005$ y $p = 0.002$, respectivamente).

En el caso de analizar los resultados por separado según el agente blanqueante empleado en cada grupo, tanto los grupos donde se empleó peróxido de hidrógeno (grupos 1 y 4), como en los que se utilizó perborato de sodio como agente blanqueante, (grupos 3 y 5), las conclusiones son análogas, con niveles de significación de $p = 0.002$ y $p = 0.005$, respectivamente, obteniendo valores de filtración más elevados en dirección apical que a través de la dentina.

- Modelo multivariado

Con el fin de corroborar el análisis bivariado anterior y en especial, para intentar dilucidar mejor el posible efecto del agente blanqueante sobre las bases cavitarias empleadas (tabla 4), se ha realizado un sencillo análisis multivariado con las dos únicas variables independientes disponibles, el agente blanqueante empleado y el tipo de base

cavitaria. El análisis se realizó de manera independiente, para las dos mediciones de filtración disponibles, tanto en dirección apical como a través de la dentina.

Además, se busco el efecto de cualquier posible interacción estadística entre el agente blanqueante y la base cavitaria empleada, pero no se encontró ninguna interacción en estos modelos ya que la variable interacción no alcanzó la significación estadística y los modelos presentaron peor rendimiento estadístico al bajar con coeficiente de determinación R^2 en comparación con el modelo sin término de interacción.

El resumen de los modelos es el siguiente:

Variable dependiente: Filtración Apical.

Significación global del modelo: $p < 0.001$

Coefficiente de determinación: $R^2 = 0.81$

Agente (Perborato referencia):

Coefficiente b = -652.6; IC 95 % -1406.6 -101.4; $p = 0.086$

Base (UNICEM referencia):

Coefficiente b = 3527.4; IC95 % 2773.5 - 4281.4; $p < 0.001$

Variable dependiente: Filtración a través de la dentina.

Significación global del modelo: $p < 0.001$

Coefficiente de determinación: $R^2 = 0.55$

Agente (Perborato referencia):

Coefficiente b = -409.8; IC 95 % = -910.6 - 90.9; $p = 0.103$

Base (UNICEM referencia):

Coefficiente b = 1595, IC95 % = 658.8 - 1660.2; $p < 0.001$

Estadísticamente hablando ambos modelos ofrecen un buena significación y un buen coeficiente de determinación (R^2).

Por lo tanto, las conclusiones de la filtración producida, ya sea a nivel apical o a través de la dentina, son las mismas, no habiendo efecto significativo como consecuencia del agente blanqueante, pero si como consecuencia de la base, siendo

superior la filtración producida en los grupos 4, 5 y 6 donde se colocó como base cavitaria Ketac Cem Easymix® (3M ESPE).

Los coeficientes de determinación R^2 se redujeron en ambos casos al incluir una variable de interacción (de $R^2 = 0.81$ a $R^2 = 0.80$ en el caso de la filtración apical y $R^2 = 0.55$ a $R^2 = 0.50$ en el caso de la filtración en dentina).

6. DISCUSIÓN

Existe un gran número de publicaciones en las que se ha investigado sobre los materiales como barreras intracoronales en blanqueamientos internos, entre otros, cemento de vidrio ionómero, cemento de vidrio ionómero reforzado con resina, fosfato de zinc, óxido de zinc eugenol, cementos a base de resinas compuestas, mineral trióxido agregado (MTA) y resinas compuestas.

Ya en 1991, Costas y Wong publicaron un estudio en el que compararon los cementos de óxido de zinc eugenol y cementos de vidrio ionómero, resultando ser ideales como bases cavitarias para prevenir la filtración del agente blanqueante, siempre que su grosor sea mayor de 1 milímetro. Un año más tarde, Rotstein y cols. en 1992 demostraron que se debe colocar una barrera de 2 mm a nivel LAC, con la intención de disminuir la penetración radicular del peróxido de hidrógeno (32). Esta cifra, es el “gold estándar” para todos los estudios publicados posteriores a ese año, respecto a espesor mínimo recomendable como base cavitaria previo al blanqueamiento de dientes no vitales. En el caso de nuestro estudio, el espesor de las bases comparadas, cemento de vidrio ionómero Ketac Cem Easymix® (3M ESPE) y RelyX Unicem 2 Automix® (3M ESPE) fue de dos milímetros. Como ya se ha expuesto en los resultados, pudimos observar que en relación a las bases cavitarias empleadas, obtuvimos una mayor filtración tanto en dirección apical como hacia la dentina, en el caso de la base cavitaria Ketac Cem Easymix® (3M ESPE), independientemente del agente blanqueante utilizado en cada grupo, presentó valores medios más altos con una fuerte significación estadística ($p < 0.001$) con respecto a la base cavitaria RelyX Unicem 2 Automix® (3M ESPE).

Ya en 1994, Brighton y cols., obtuvieron también mayor filtración con significación estadística del Ketac – Cem, en este caso en comparación con el IRM. En dicho estudio analizaron la eficacia de sellado de cuatro materiales utilizados como bases cavitarias: óxido de zinc-eugenol, IRM, Ketac - Cem y un adhesivo dentinario (Scotchbond Multipurpose) respecto a la filtración de un mismo agente blanqueante (32).

Sin embargo, recientemente, en un estudio in vitro publicado en 2011, realizado por Sepideh y cols., compararon la microfiltración que se produjo en blanqueamientos no vitales, usando como bases cavitarias cemento de vidrio ionómero y mineral trióxido

agregado, llegaron a la conclusión de que no existían diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos experimentales. Cabe destacar que el MTA posee muy buenas propiedades que lo convierten en una alternativa apropiada para la utilización como barrera en el blanqueamiento no vital, siendo importante su alto contenido en óxido de calcio, lo que hace que durante la hidratación del MTA se libere hidróxido de calcio, el cual, puede prevenir o impedir la reabsorción radicular del diente como consecuencia de un blanqueamiento interno (33).

Si en nuestro estudio analizamos de forma particular los grupos donde se colocó como base cavitaria Ketac Cem Easymix® (3M ESPE), respecto a la filtración producida entre los dos tipos de agentes blanqueantes, observamos que no existen diferencias estadísticamente significativas, pero si es cierto que el peróxido de hidrógeno consigue resultados más elevados que el perborato de sodio. Estos resultados son parejos a otros obtenidos en el estudio publicado por Carrasco y cols. en 2003. En dicho estudio se midió el grado de filtración de diferentes agentes blanqueantes (peróxido de carbamida al 37%, peróxido de hidrógeno al 20 % mezclado con perborato de sodio y peróxido de carbamida al 27%), colocando como base cavitaria cemento de vidrio de ionómero.

Los resultados mostraron también que no había diferencias estadísticamente significativas entre ninguno de los agentes blanqueantes, siendo el peróxido de carbamida al 37% el agente blanqueante que mayor aumento en la permeabilidad de la dentina produjo, siendo también más susceptible de producir reabsorción radicular externa (34).

Existen diferentes métodos para evaluar y cuantificar la microfiltración coronal de los agentes blanqueantes en blanqueamientos internos. Cabe mencionar que respecto a la metodología empleada en el estudio de Carrasco y cols. en 2003, realizan tres cortes transversales en cada muestra en sentido mesiodistal de 500 micras de espesor. El primero, lo llevaron a cabo a nivel cervical (LAC) y los cortes subsiguientes se obtuvieron incisalmente desde ese punto.

Cada corte se dividió en cuatro áreas de tamaño similar y se obtuvieron en cada cuadrante dos mediciones cuantitativas en micras: el alcance total de la dentina y el mayor grado de penetración del colorante (34).

Según nuestro criterio y el de otros autores como De Oliveira y cols. (29), esta sistemática de cortes, tiene la limitación de no poder estudiar el grado de filtración en sentido corono-apical y solo lateralmente a través de la dentina, pero además el autor realiza cortes del LAC hacia coronal y no hacia apical, por lo que tampoco es posible valorar el grado de filtración en la porción radicular por debajo del LAC, donde se produce este efecto no deseado de los blanqueamientos internos, la reabsorción radicular.

Es importante hacer hincapié en la dificultad para obtener los dientes con características similares de LAC, que llevan a algunos investigadores a crear defectos artificiales a lo largo de la zona cervical externa para normalizar la difusión del agente blanqueante (29).

En la metodología del experimento actual, este procedimiento no se realizó, y la variabilidad anatómica del LAC podría ser una limitación de este estudio. Sin embargo, una vez recolectada la totalidad de la muestra, mediante el empleo de ultrasonido, a cada diente se le removieron los cálculos y los remanentes del ligamento periodontal para observar la ubicación correcta de la línea amelo - cementaria y descartar cualquier defecto en esta unión de los dos tejidos externos propios del diente (24). Además los especímenes no presentaban desgaste incisal / oclusal ya que el desgaste mecánico producido por la masticación y / o hábitos parafuncionales puede inducir la formación de dentina terciaria o dentina reaccional, lo que produce una obliteración de los túbulos dentinarios. Los cambios en la dentina, incluyendo la formación de dentina secundaria irregular, afectan a la permeabilidad del tejido y puede influir en los resultados debido a una incapacidad o disminución de la penetración del agente blanqueante en la dentina (35).

Estos factores son importantes ya que de acuerdo con el estudio de Prati y cols. 1994, en el que tienen en cuenta la fórmula postulada por Poiseuille-Hagen, demuestra que pequeñas alteraciones funcionales en el diámetro de los túbulos dentinarios, podrían modificar la permeabilidad de la dentina, por lo tanto habría que tener en cuenta el coeficiente de difusión y el parámetro de permeabilidad. La difusión a través de la dentina sigue la segunda ley de Fick (36).

$$J_s = A \cdot D \cdot \Delta C / \Delta X$$

J_s = Flujo de difusión del soluto (mol/s)

A = Área de superficie disponible para la difusión (m²)

D = Coeficiente de difusión (m²/s)

C = Concentración (mol/m³)

X = Distancia de difusión (m)

Se puede concluir, a partir de esta ecuación, que la difusión se detiene cuando la concentración de peróxido de hidrógeno es equivalente en ambos lados de la dentina (37, 35).

En el caso de nuestro estudio, al igual que el De Oliveira y cols. publicado en 2003, la metodología llevada a cabo para obtener los especímenes, fue realizar un corte axial en cada muestra, lo que nos permitió poder medir el grado de microfiltración tanto en dirección apical, como hacia los túbulos dentinarios. En dicho estudio, los autores compararon el comportamiento de dos bases cavitarias, cemento de vidrio ionómero y cemento de vidrio ionómero reforzado con resina, este último material ya fue utilizado previamente por Hara y Pimenta en 1999, como material de sellado del conducto radicular, debido a sus características de fácil manipulación y buena adhesión a los tejidos dentales (32).

De Oliveira y cols., utilizaron como agente blanqueante una mezcla de peróxido de hidrógeno al 30% con perborato de sodio, no encontrando diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos (cemento de vidrio ionómero y cemento de vidrio ionómero reforzado con resina) en sentido apical. Esto puede deberse, según nuestro criterio, a que el estudio compara materiales de la misma naturaleza, pero con una diferencia en la composición (29, 51).

En el caso de nuestro estudio, independientemente del tipo de agente blanqueante empleado, hubo diferencias estadísticamente significativas entre la microfiltración producida entre los grupos donde se colocó como base cavitaria el cemento RelyX Unicem 2 Automix® (3M ESPE) comparado con el grupo donde se colocó Ketac Cem Easymix® (3M ESPE), demostrando valores de filtración mucho

más elevados en dirección apical que a través de la dentina en ambos grupos, con elevados niveles de significación estadística en el caso de la base cavitaria Ketac Cem Easymix® (3M ESPE).

Analizando el grupo donde colocamos como base cavitaria Ketac Cem Easymix® (3M ESPE), pudimos observar que el peróxido de hidrógeno obtuvo niveles más elevados de filtración tanto en dirección apical como a través de la dentina, sin significación estadística, en comparación con el grupo blanqueado con perborato de sodio. En relación a la filtración producida a través de la dentina, los datos rozan la significación estadística.

Estos resultados podrían tener relación con estudios previos como el de Rotstein y cols. publicado en 1992, Heymann y cols. y Swift y cols. publicados en 1997. Rotstein y cols. en 1992, tras realizar un estudio sobre el comportamiento de diferentes bases cavitarias en técnicas de blanqueamiento interno, demostraron que el peróxido de hidrógeno producía efectos adversos sobre el cemento de vidrio ionómero. Más adelante, en 1997, autores como Heymann y cols. y Swift y cols., tras realizar estudios experimentales con diferentes bases cavitarias, corroboraron lo propuesto por Rotstein y cols., concluyendo la capacidad que podría tener el agente blanqueante de disolver los cementos basados en ionómero de vidrio y en fosfato de zinc (32).

Haciendo referencia a este último material utilizado como base cavitaria, el fosfato de zinc, Baldissara y cols. publicaron en 1998 un estudio en el que evaluaron el comportamiento del fosfato de zinc como material de base, concluyendo que los cementos de fosfato de zinc usados como base de aislamiento sellando la entrada del conducto radicular era el material idóneo para este tipo de técnicas (32).

En relación al empleo de resinas compuestas como base cavitaria, surgió como alternativa en el mercado, un nuevo material de sellado para técnicas de blanqueamiento interno. Se trataba de un material fotocromático, que debido a sus características intrínsecas y la facilidad de colocación, podría ser el material ideal como barrera. La característica especial de este material, su capacidad para cambiar de color cuando se ilumina, permitía que se distinguiese fácilmente de los tejidos circundantes dentales cuando, por ejemplo, era necesario un retratamiento de conductos (9).

Este material fue también evaluado en el estudio realizado por Llena y cols. en 2006 en el que compararon la capacidad de sellado del composite fluido fotocromático (Tetric Flow Chroma) con diferentes adhesivos, grabando la dentina y sin grabarla. No encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a términos de microfiltración entre los diferentes adhesivos, pero si en relación al grabado ácido, obteniendo valores mayores de filtración en las muestras en las que no se acondicionó la dentina, por tanto sugieren que un compuesto de resina podría ser utilizado como material de sellado creando una barrera adecuada, pero su efecto óptimo se producía si previamente se acondiciona la dentina con el grabado ácido (9).

En el caso de nuestro estudio, al colocar la base cavitaria basada en resinas compuestas, RelyX Unicem 2 Automix® (3M ESPE), no es necesario grabar la dentina previamente ya que su fabricante así lo recomienda.

En relación a los agentes blanqueantes empleados en este estudio, cabe destacar que el perborato sódico al entrar en contacto con agua se descompone en peróxido de hidrógeno y libera oxígeno activo, que es el que inicia el proceso de blanqueamiento (29).

Ya en 1994, Weiger y cols., concluyeron que la cantidad de difusión de peróxido de hidrógeno depende del tipo de perborato sódico utilizado, existiendo una mayor difusión con la utilización de perborato sódico combinado con peróxido de hidrógeno, que la utilización de perborato de sodio combinado con agua como agente blanqueante, siendo este último, el más recomendado ya que reduce el riesgo potencial de reabsorción radicular cervical (38).

En el caso de nuestro estudio, el agente blanqueante empleado fue por un lado la combinación de perborato de sodio con agua destilada y por otro lado el peróxido de hidrógeno al 35%.

En relación a los resultados de nuestro estudio respecto al agente blanqueante empleado, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos blanqueados con peróxido de hidrógeno y los blanqueados con perborato de sodio, aunque se observó un aumento de la filtración del agente en los especímenes tratados con peróxido de hidrógeno. Este suceso podría tener relación con la diferencia de pH de

cada uno de los agentes blanqueantes, en nuestro estudio el peróxido de hidrógeno posee un pH neutro mientras que el perborato de sodio alcalino.

El factor de los cambios de pH producidos en el interior del diente, como ya fueron comentados en la introducción, son controvertidos. Ya en 1981, Tronstad y cols., determinaron que el uso de hidróxido de calcio como material de obturación temporal en la cámara pulpar después del blanqueamiento de dientes no vitales, tenía un gran potencial de amortiguación de pH, lo que evitaría la disminución del pH causada por el blanqueamiento con peróxido de hidrógeno (29, 27).

Posteriormente Casey y cols. en un estudio publicado en 1989, con el fin de mejorar la penetración del agente blanqueante a través de la dentina, grababan primero la cavidad de acceso con ácido ortofosfórico al 37%, para permitir así la apertura de los túbulos dentinarios y posteriormente introducían el agente blanqueante. Sin embargo esto no mejoro. Pasados unos años, en 1996, Rotstein y cols. concluyen que los agentes de blanqueamiento causan cambios estructurales superficiales en la dentina, Carrasco y cols. en 2003 y posteriormente en 2009 añaden que el pH ácido probablemente produce un efecto de grabado ácido en la dentina, produciendo así la apertura de los túbulos dentinarios, aumentando su permeabilidad y que tal vez si el nivel de peróxido va más allá del nivel crítico, se producirá la reabsorción radicular cervical. Por el contrario, en el caso de que el agente blanqueante sea alcalino, Sun y cols. en el 2000, concluyeron que la ionización óptima se produce cuando el agente blanqueante se protege en el rango de pH desde 9,5 hasta 10,8. En este rango, el efecto de blanqueamiento podría ser un 50% mejor que cuando es más ácido.

7. CONCLUSIONES

Según los objetivos planteados podemos concluir que:

1. Haciendo referencia al tipo de agente blanqueante empleado, no se establecen diferencias estadísticamente significativas de la filtración tanto a nivel apical como a través de la dentina, aunque se detecta un cierto efecto superior de microfiltración en el caso de los grupos blanqueados con peróxido de hidrógeno, sin ser significativo.
2. El tipo de base cavitaria empleada establece diferencias significativas, ofreciendo niveles más altos de filtración la base cavitaria Ketac Cem Easymix® (3M ESPE) respecto al cemento RelyX Unicem 2 Automix® (3M ESPE).
3. Respecto a la filtración producida a nivel apical y a través de la dentina, no existen diferencias estadísticamente significativas, aunque si que se observan valores mucho más elevados en dirección apical que a través de la dentina, con la excepción de que los datos de filtración a través de la dentina rozan la significación estadística con respecto a apical, en relación a la base Ketac Cem Easymix® (3M ESPE).
4. El uso de estos materiales colocados como base, que sellasen la entrada del conducto radicular, previo al blanqueamiento intracoronal, no impediría completamente la microfiltración a través de la interfase del material de obturación del conducto radicular con la dentina.

8. BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

1. Villarreal Becerra. E. Función de las sustancias antioxidantes sobre esmalte blanqueado con peróxido de hidrógeno ante la adhesión inmediata de composites y sus cambios estructurales y morfológicos superficiales. 2002 - 2004. Tesis doctoral.
2. Zimmerli B, Jeger F, Lussi A. Bleaching of Nonvital Teeth: A Clinically Relevant Literature Review. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, 2010; 120, 306 - 313.
3. Roesch Ramos L, Peñaflor Fentanes E, Navarro Montiel R, Dib Kanan A, Estrada Esquevel B. Tipos y técnicas de blanqueamiento dental. *Revista Oral*, 2007; 8 (25), 392 - 395.
4. Dahl JE, Pallesen U. Tooth bleaching - A critical review of the biological aspects. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 2003; 14 (4), 292 - 304.
5. Llona Colom L, Suñol Periu L. Blanqueamiento dental. Situación actual. *Revista Europea de Odonto – Estomatología*, 2004, (2), 87 – 98.
6. Caughman WF, Frazier KB, Haywood VB. Blanqueamiento con peróxido de carbamida de dientes unitarios, sin vitalidad y decolorados: casos clínicos. *Quintessence. Publicación Internacional de Odontología*, 2000; (4), 217 - 224.
7. Carrillo JS, Alvarez C. Blanqueamientos en Odontología: algunos aspectos de su aplicación y posibilidades de medición en clínica. *Gaceta Dental* 2002; (132), 54 - 72.
8. Valera MC, Camargo CHR, Carvalho CT, Oliveira L, Camargo SEA, Rodrigues CM. Effectiveness of carbamide peroxide and sodium perborate in non-vital discolored teeth. *Journal of Applied Oral Science*, 2009; 17 (3), 254 - 261.
9. Amengual Lorenzo J, Llona Puy MC, Forner Navarro L, Miñana Laliga R. Últimas tendencias en el blanqueamiento del diente tratado endodóncicamente. *Gaceta Dental*, 2001; 119, 72 - 78.

10. Sanae Shinohara M, Augusto Rodríguez J, André Freire Pimenta L. Microfiltración in vitro de restauraciones de composite tras blanqueamiento no vital Quintessence. *Publicación Internacional de Odontología*, 2003; (2), 65 - 70.
11. Andrés R, Roy S, Phillip J. Tetracycline an other tetracycline-derivative staing of the teeth and oral cavity. *International Journal Dermatology*, 2004; 43, 709 - 715.
12. Chan KC, Fuller JL, Hormati AA. Tha ability of foods to stain two composite resin. *Journal Prosthetic Dentistry*. 1980; 43, 542 - 545.
13. Cheek CC, Heymann HO. Dental and oral discolorations associated wiht minocycline and other tetracycline analogs. *Journal Esthetic Dentistry*, 1999; 11, 43 - 48.
14. Matson KL, Miller Se. Tooth discoloration after treatment with linezolid. *Pharmacotherapy*, 2003; 23, 682 - 685.
15. De Wit ME, Stricker BH, Porsius AJ. Discoloration of teeth by drugs. *Ned Tijdschr Tandheelkd*, 1996; 103, 3 - 5.
16. Garcia-Lopez M, Martínez-Blanco M, Martínez-Mir I, Palop V. Amoxycillin - Clavulanic acid-related tooth discoloration in children. *Pediatrics*, 2001; 108, 819.
17. Bachmann L, Sena T, Stolf F, Zezell M. Dental discoloration after thermal treatment. *Archives of Oral Biology*, 2004; 49, 233 - 238.
18. Morley J. The aesthetics of anterior tooth aging. *Current Opinion in Cosmetic Dentistry*, 1997; 4, 35 - 39.
19. Watts A, Addy M. Tooth discolouration and staining: A review of the literature. *British Dental Journal*, 2001; 19, 309 – 316
20. Lee GP, Lee MY, Lum SOY, Poh RSC, Lim KC. Extraradicular diffusion of hydrogen peroxide and pH changes associated with intracoronaral bleaching of discoloured teeth using different bleaching agents. *International Endodontic Journal*, 2004; 37, 500 - 506.

21. Proctor GB, Pramanik R, Carpenter GH, Rees GD. Salivary proteins interact with dietary constituents to modulate tooth staining. *Journal Dental Research*, 2005; 84 73 - 78.
22. Saurina Canals MA, Gironella Masgrau N. Blanqueamiento dental y estética buco-facial. Evaluación de cuatro métodos de blanqueamiento dental y el blanqueamiento dental como tratamiento dentro de un marco multidisciplinar en la estética del tercio inferior de la cara. Tesina de Universidad Autónoma de Barcelona 2011.
23. Tilliss TS. Use of a whitening dentifrice for control of chlorhexidine stain. *Journal Contemporary Dental Practice*, 1999; 15: 9-15.
24. Amengual Lorenzo J, Forner Navarro L. Blanqueamiento dental: el protocolo TCR. *Contigo Kin* 2009; 5, 6 - 9.
25. Cavalli V, Shinohara MS, Ambrose W, Malafaia FM, Pereira PNR, Giannini M. Influence of intracoronal bleaching agents on the ultimate strength and ultrastructure morphology of dentine. *International Endodontic Journal*, 2009; 42, 568 - 575.
26. Lim MY, Lum SOY, Poh RSC, Lee MY, Lim KC. An in vitro comparison of the bleaching efficacy of 35% carbamide peroxide with established intracoronal bleaching agents. *International Endodontic Journal*, 2004; 37, 483 - 488.
27. Lambrianidis T, Kapalas A, Mazinis M. Effect of calcium hydroxide as a supplementary barrier in the radicular penetration of hydrogen peroxide during intracoronal bleaching in vitro. *International Endodontic Journal*, 2002; 35, 985 - 990.
28. Gökay O, Zıraman F, Cal Asal A, Saka OM. Radicular peroxide penetration from carbamide peroxide gels during intracoronal bleaching. *International Endodontic Journal*, 2008; 41, 556 - 560.
29. De Oliveira LD, Carvalho CAT, Hilgert E, Bondioli IR, de Araújo MAM, Valera MC. Sealing evaluation of the cervical base in intracoronal bleaching. *Dental traumatology*, 2003;19(6), 309 - 313.

30. Fos Galve P. Introducción al blanqueamiento de dientes endodonciados. *Revista de Blanqueamiento Dental*, 2007; 3, 8 - 12.
31. Llana M.C, Amengual.J, Forner.L. Seguridad biológica de los agentes blanqueadores dentales (iv): *Revista de blanqueamiento dental*, 2003.
32. Korkmaz Y, Onay EO, Ozel E, Ungor M. Sealing capacity of a flowable composite, as a protective base, with different conditioning methods in nonvital bleaching. *Photomedicine and Laser Surgery*, 2008; 26(4), 355 - 359.
33. Vosoughhosseini S, Lotfi M, Shahmoradi K, Saghiri MA, Zand V, Mehdipour M, Ranjkesh B. Microleakage comparison of glass-ionomer and white mineral trioxide aggregate used as a coronal barrier in nonvital bleaching. *Medicina Oral Patología Oral Cirugía Bucal*, 2011; 16(7), 1017 - 1021.
34. Carrasco LD, Fröner IC, Corona SAM, Pécora JD. Effect of internal bleaching agents on dentinal permeability of non-vital teeth: quantitative assessment. *Dental traumatology*, 2003; 19(2), 85 - 89.
35. Rodrigues LM, Vansan LP, Pécora JD, Marchesan MA. Permeability of different groups of maxillary teeth after 38% hydrogen peroxide internal bleaching. *Brazilian Dental Journal*, 2009; 20(4), 303 - 306.
36. Rodrigues L, Vansan L, Pécora J, Marchesan M. Permeability of different groups of maxillary teeth after 38% hydrogen peroxide internal bleaching. *Brazilian Dental Journal*, 2009; 20, 303 - 306.
37. Camps J, de Franceschi H, Idir F, Roland C, About I. Time-course diffusion of hydrogen peroxide through human dentin: clinical significance for young tooth internal bleaching. *Journal of Endodontics*, 2007; 33(4), 455 - 459.
38. Weiger R, Kuhn A, Lo C. Radicular penetration of hydrogen peroxide during intracoronal bleaching with various forms of sodium perborate. *International Endodontic Journal*, 1994; 27:313 - 317.
39. Chiappinelli JA, Walton RE. Tooth discoloration resulting from long-term tetracycline therapy: a case report. *Quintessence International*, 1992; 23, 539 - 541.

40. Fearon J. Tooth whitening: concepts and controversies. *International Dentistry*, 2009; 11(2), 24 – 38.
41. Garzón H, Pérez M, Monedero A, Velásquez E. Estudio piloto de microfiltración in vitro de dos materiales selladores para blanqueamiento en dientes no vitales. *Revista Estomatología* 2006; 14 (1), 22 - 26.
42. Sarrett DC. Tooth whitening today. *Jada*, 2002; 133, 1535 - 1538.
43. Azevedo RA, Silva-Sousa Y, Souza-Gabriel A, Messias D, Alfredo E, Silva R. Fracture resistance of teeth subjected to internal bleaching and restored with different procedures. *Brazilian Dental Journal*, 2011; 22(2), 117 – 121.
44. Wu MK, Kontakiotis EG, Wesselink PR. Decoloration of 1% methylene blue solution in contact with dental filling materials. *Journal Dental*, 1998; 26:585 - 589.
45. Hannig C, Weinhold HC, Becker K, Attin T. Diffusion of peroxides through dentine in vitro with and without prior use of a desensitizing varnish. *Clinical Oral Investigations*, 2011;15(6), 863 - 868.
46. Attin T, Hannig C, Wiegand A, Attin R. Effect of bleaching on restorative materials and restorations: a systematic review. *Dental Materials*, 2004; 20, 852 - 861.
47. Rahim IS, Shahi S, Kimyai S, Khayyam L, Abdolrahimi M. Effect of calcium hydroxide dressing on microleakage of composite restorations in endodontically treated teeth subsequent to bleaching. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 2010; 15 (2), 413 - 416.
48. Bonfante G, Bazzan Kaizer O, Pegoraro LF, Lins do Valle A. Fracture resistance and failure pattern of teeth submitted to internal bleaching with 37% carbamide peroxide, with application of different restorative procedures. *Journal of Applied Oral Science*. 2006; 14 (4), 247 - 252.
49. Amengual Lorenzo J. Comportamiento de las bases cavitarias en las técnicas de blanqueamiento interno. Tesis doctoral Universidad de Valencia, Facultad de Medicina

y Odontología, 2004.

50. Teixeira ECN, Hara AT, Turssi CP, Serra MC. Effect of non-vital tooth bleaching on microleakage of coronal access restorations. *Journal of Oral Rehabilitation*, 2003; 30, 1123 - 1127.

51. Brito Júnior M, Faria e Silva AL, Camilo CC, Abreu MHNG, Soares JA. In vitro evaluation of extraradicular diffusion of 6% hydrogen peroxide during intracoronal bleaching. *Journal of Dental Science*, 2008; 24 (1).