
ADHESIÓN POSACLARAMIENTO E INTERVALOS DE TIEMPO: REVISIÓN DE TEMA

POST-WHITENING ADHESION AND TIME INTERVALS: A TOPIC REVIEW

BRUNA FORTES BITTENCOURT¹, JOHN ALEXIS DOMÍNGUEZ¹,
OSNARA MARÍA MONGRUEL GOMES², NELSON SCHOLZ³

RESUMEN. *A pesar del tan alto éxito clínico de los procedimientos de aclaramiento dental, no todas las dudas sobre su uso han sido explicadas, mucho menos los efectos adversos sobre la resistencia de unión de restauraciones adhesivas en esmalte/dentina, los cuales todavía siguen siendo muy controvertidos. Esta revisión de tema tiene como objetivo analizar conceptos sobre la interacción entre adhesión posaclaramiento y tratamientos para controlar esas interacciones. Con base en la literatura revisada se puede concluir que un tiempo de espera entre aclaramiento y procedimiento restaurativo debe ser por lo menos de 7 días para que todo el oxígeno residual remanente pueda ser liberado de la estructura dental y, en los casos que sea necesario hacer una restauración inmediata al proceso de aclaramiento, el uso de agente antioxidante como ascorbato de sodio 10% en la forma de gel es una alternativa viable para disminuir los efectos del aclaramiento en el procedimiento adhesivo.*

Palabras clave: blanqueamiento dental, adhesión, agente antioxidante.

Bittencourt BF, Domínguez JA, Gomes OMM, Scholz N. Adhesión posaclaramiento e intervalos de tiempo: revisión de tema. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2013; 24(2): 336-346.

ABSTRACT. *Despite the enormous clinical success of dental whitening procedures, not all the questions about their use have been fully explained, especially in relation to the adverse effects on bond strength of adhesive restorations in enamel and dentin, which still remain controversial. This topic review pretends to analyze some of the issues on the interaction between post-whitening adhesion and the treatments to control such interactions. Based on the revised literature, we may conclude that a time delay of at least 7 days between whitening and the restorative procedure is advisable, so that all the remaining residual oxygen can be released from the tooth structure and, where necessary, immediately restore the whitening process, using an antioxidant such as 10% sodium ascorbate (as a gel) is a viable alternative to reduce the effects of whitening on the adhesive process.*

Key words: teeth whitening, adhesion, antioxidant agents.

Bittencourt BF, Domínguez JA, Gomes OMM, Scholz N. Post-whitening adhesion and time intervals: a topic review. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2013; 24(2): 336-346.

INTRODUCCIÓN

El aclaramiento dental es de los tratamientos más solicitado en la consulta odontológica (48,1%) según Tin-Oo y colaboradores¹ en 2011, y reconocido como uno de los tratamientos más seguros para dientes con menor valor de acuerdo con Haywood y Heymann,² en 1989, Heymann³ en 2005 y Marshall y colaboradores⁴ en 2010.

INTRODUCTION

Dental whitening is one of the most requested treatments in dentistry (48.1%), as per the 2011 study by Tin-Oo et al,¹ and it is recognized as one of the safest treatments for teeth with the lowest cost, according to Haywood and Heymann in 1989,² Heymann in 2005³, and Marshall et al in 2010.⁴

-
- 1 DDs, MSc, Estudiante de Doctorado en Odontología, Dentística Restauradora, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil.
 - 2 DDs, MSc, Ph.D Profesora Pos Graduación, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil.
 - 3 DDs, MSc, Ph.D, Profesor Especialización de Dentística Restauradora, Escuela de Perfeccionamiento Profesional, Asociación Brasileira de Odontología, Regional Ponta Grossa, PR.

-
- 1 DDs, MSc, PhD Student, Restorative Dentistry, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brazil.
 - 2 DDs, MSc, PhD, Professor, Post-Graduation Coordinator, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brazil.
 - 3 DDs, MSc, PhD, Professor, Specialization in Restorative Dentistry, School of Professional Development, Associação Brasileira de Odontología, Ponta Grossa, Brazil.

RECIBIDO: OCTUBRE 25/2012-ACEPTADO: ENERO 22/2013

SUBMITTED: OCTOBER 25/2012-ACCEPTED: JANUARY 22/2013

En la actualidad, existen tres enfoques fundamentales para aclaramiento dental: casero, cuando es hecho con placas de acetato, en casa con supervisión del odontólogo, en consultorio, el cual es hecho totalmente por el odontólogo y este puede ser efectuado con luz o sin ella y un tercero mixto.⁵

En algunos casos, hacer los procedimientos de aclaramiento dental no es suficiente para modificar el valor del diente y conseguir una estética adecuada, en esas situaciones se debe recurrir a procedimientos adhesivos;⁶ el clínico debe saber que estos procedimientos pueden verse en riesgo por el proceso oxidativo que, según Garrido y colaboradores⁷ (2011), puede durar entre 7 y 14 días. El clínico tiene como alternativa, para evitar disminución de los valores de resistencia de unión posaclaramiento dental, la utilización de antioxidantes para disminuir radicales libres que queden luego de terminar el aclaramiento. En cuanto a la utilización de estos productos, no hay consenso en la literatura sobre los protocolos, ni mucho menos sobre los tiempos de trabajo de los mismos y su modo de acción.

Debido a esta controversia el grupo de trabajo hizo una revisión sobre conceptos actuales sobre la interacción entre adhesión posaclaramiento y tratamientos para controlar esas interacciones.

REVISIÓN

Mecanismos de acción de los agentes utilizados para hacer aclaramiento con los sistemas adhesivos

El esmalte dental presenta una gran porosidad y permeabilidad. El conocimiento sobre el grado de esta característica no se tiene por completo, pero se toma como base para argumentar el modo de acción del peróxido de hidrógeno y su proceso oxidativo, el cual penetra por la porción orgánica del esmalte y pasa hasta dentina debido a su bajo peso molecular.⁸⁻¹⁰ Estas moléculas interactúan bajo el proceso oxidativo con las moléculas cromóforas en esmalte y dentina, ocasionando la división o ruptura de estas para poder difundirlas a la superficie oral nuevamente, demostrado en el estudio de Dietschi y colaboradores¹¹ en 2006, previa pigmentaciones de sangre en esmalte y dentina utilizando varios protocolos de aclaramiento.

Currently, there are three basic approaches to dental whitening: home bleaching with the use of acetate plates, which is performed at home with supervision of a dentist, whitening in the dentist's office, which is entirely performed by the dentist and may be done with or without light, and the third approach is a mixture of the other two.⁵

In some cases, performing the dental whitening procedures is not sufficient to change the teeth values and to achieve adequate esthetics, and therefore adhesive procedures must be used.⁶ The dentist should know that these procedures may be at risk due to some oxidative processes that, according to Garrido et al (2011),⁷ may last between 7 and 14 days. In order to avoid decreased bond strength values after whitening, the dentist may use antioxidants to reduce the remaining free radicals after completing the whitening procedures. There is no clear consensus in the literature concerning the use of these products, their modes of action or the working times required.

Because of this controversy, our research group decided to review the current concepts on the interaction between post-whitening adhesion and the treatments to control such interactions.

REVIEW

Mechanisms of action of the agents used for whitening with adhesive systems

The enamel is highly porous and permeable. There is not enough knowledge about these characteristics, but they are used to explain the hydrogen peroxide mode of action and its oxidative action, as it penetrates the organic portion of the enamel and even reaches the dentin due to its low molecular weight.⁸⁻¹⁰ Because of this action, these molecules interact with the chromophore molecules of both enamel and dentin, which causes their rupture as these molecules try to diffuse out to the oral surface, as demonstrated in a study by Dietschi et al¹¹ in 2006 by means of blood pigmentations in enamel and dentin using various whitening protocols.

Los procesos de adhesión a las estructuras dentales se fundamentan en un grabado ácido del esmalte o dentina, para hacer una remoción del contenido orgánico de la estructura, formando irregularidades que ocasionan favorecimiento a la penetración de los monómeros resinosos,^{12, 13} desde los estudios de Titley¹⁴ en 1992, que evaluó peróxido de carbamida 10% con pH 4,2 y estabilizando el mismo a 7,2 en diferentes tiempos de aplicación y, encontró que los valores de resistencia de unión al microcizallamiento en el esmalte disminuía significativamente; García-Godoy y colaboradores;¹⁵ en 1993, encontraron disminución de la resistencia de unión al microcizallamiento después de aplicar 24 horas un peróxido de hidrógeno; Ben-Amar,¹⁶ en 1995, evaluó resistencia de unión al microcizallamiento 72 horas después de aclaramiento en dientes anteriores extraídos y hechas las restauraciones, encontró reducción significativa.

Unlu,¹⁷ en 2008, hizo por medio de microcizallamiento en esmalte, la evaluación de resistencia de unión de resina compuesta posterior al procedimiento de aclaramiento con peróxido de carbamida 10% y peróxido de hidrógeno 35% en 4 tiempos diferentes: inmediato, 24 horas, una y dos semanas, y encontró, que los valores inmediatos tienen disminución estadísticamente significativa en los dos grupos experimentales, 24 horas después, los valores eran bajos, pero sin significancia estadística, a una y dos semanas los valores eran muy parecidos al grupo control en el que no fue hecho ningún tipo de procedimiento adhesivo.

No existe un argumento válido para aclarar la reducción de la resistencia de unión después de la aplicación de aclaramiento dental. Lai y colaboradores¹⁸ en 2002 reportan, al hacer teste de resistencia de unión a microtracción en grupos con aplicación de ascorbato de sodio y otro donde no fue aplicado, que hubo disminución de la resistencia de unión después de aplicación de aclaramientos de peróxido de carbamida 10%, y encontraron por medio de imágenes de microscopia electrónica de barrido mayor depósito de plata en la interfase adhesiva en la que no fue aplicado ascorbato de sodio, resultados confirmados por Wilson y colaboradores¹⁹ en 2009, quienes observaron por medio de microscopia electrónica de barrido mayor incorporación de nitrato de plata y describieron mayor número de estructuras nodulares en toda la interfase adhesiva, observando el grado de conversión de monómeros del adhesivo, y encontraron disminución significativa en el grupo sin ascorbato de sodio, lo que lleva a pensar que el problema de la disminución de los valores de resistencia unión se debe al oxígeno residual del proceso oxidativo.

The processes of adhesion to dental structures rest on acid etching of the enamel or the dentin in order to remove the organic content of the structure, causing irregularities that favor resin monomers penetration.^{12, 13} In 1992, Titley¹⁴ evaluated 10% carbamide peroxide with a pH of 4.2, stabilizing it to 7.2 at different times of application, and found out a significant decrease of bond strength microshear values to enamel sealing. In 1993, Garcia-Godoy et al¹⁵ found decreased bond strength microshear values 24 hours after applying hydrogen peroxide. In 1995, Ben-Amar¹⁶ evaluated the bond strength microshear 72 hours after whitening in extracted anterior teeth with restorations, and found out a significant reduction of bond strength values.

In 2008, Unlu¹⁷ evaluated the bond strength microshear of composite resin by means of enamel adhesion after whitening with 10% carbamide peroxide and 35% hydrogen peroxide at four different times: at baseline, 24 hours later, and one and two weeks afterwards, and found out that the baseline values showed a statistically significant decrease in the two experimental groups; 24 hours later the values were low, but with no statistical significance, and one and two weeks later the values were very similar to those of the control group, in which no adhesive procedure was performed.

There is no valid explanation for bond strength reduction after dental whitening. In 2002, by microtraction bond strength test, with application of sodium ascorbate in some groups in comparison with a control group, Lai et al¹⁸ reported bond strength decreasing after whitening with 10% carbamide peroxide, and by means of scanning electron microscopy they found bigger amounts of silver deposits in the adhesive interfaces in which no sodium ascorbate had been applied; these results were confirmed by Wilson et al in 2009,¹⁹ whose scanning electron microscopy observations showed greater incorporation of silver nitrate and a greater number of nodular structures throughout the adhesive interface. Observing the degree of conversion of monomers of the adhesive, they also found a significant decrease in the group with no sodium ascorbate, which suggests that the problem of decreasing values of dental bond strength is due to the residual oxygen of the oxidative process.

Perdigão y colaboradores,²⁰ en 1998, hicieron aclaramientos con peróxido de carbamida 10% y posterior a esto efectuaron procedimientos adhesivos, en otro grupo colocaron oxígeno, calcio y fósforo y también confección de restauración bajo procedimientos adhesivos, en el grupo control hicieron procedimientos adhesivos, evaluando concentraciones de oxígeno en la interfase adhesiva y resistencia de unión, concluyendo que el aumento de oxígeno en la interfase adhesiva no disminuyó los valores de resistencia de unión, y, el grupo clareado sí obtuvo valores bajos; en su discusión explican que esto se debe a los cambios morfológicos encontrados en la estructura del esmalte, produciendo esta dificultad para la interacción del adhesivo, cambios morfológicos observados por Domínguez y colaboradores²¹ en 2012, en esmalte tanto por microscopia electrónica de barrido como con microscopia de fuerza atómica.

La teoría del oxígeno residual como argumento en la disminución de la resistencia de unión es la más aceptada, no se debe olvidar que en algún porcentaje los efectos sobre el esmalte presentan también alguna interferencia mecánica, las microporosidades en los prismas del esmalte y en la región interprismática pueden servir como puntos de estrés y causar fractura prematura en los testes *in vitro*; esto es respaldado por los estudios de Nour El-Din y colaboradores²² en 2006 y Muraguchi y colaboradores²³ en 2007 que, al analizar el tipo de fractura, encontraron en un porcentaje mayor fractura adhesiva en la interfase adhesiva. De igual forma estudios encontraron menor penetración de tags para la unión micromecánica en el sustrato (esmalte-dentina) clareado.^{21, 24}

Propuestas sobre procedimientos para adhesión inmediata al aclaramiento dental

En nuestros tiempos, el paciente quiere permanecer el menor tiempo posible en el consultorio, en ese orden de ideas se enumeran algunas propuestas con base en la literatura para disminuir los efectos del oxígeno residual y las microporosidades:

1. Tratamiento de superficie: Kaya y Türkün,²⁵ en 2003, evaluaron el tratamiento de dentina después de aclaramiento con butylhydroxyanisole, encontrando disminución significativa de resistencia de unión al microcizallamiento, estos procedimientos demostraron no tener ningún efecto en el aumento de la resistencia de unión después de los procedimientos de aclaramiento dental en adhesión inmediata;

In 1998, Perdigão et al²⁰ used 10% carbamide peroxide for whitening and afterwards they performed the restorations; another group was treated with oxygen, calcium and phosphorus, while in the control group only the adhesive procedures were performed; after conducting oxygen concentration at the adhesive interface and bond strength tests, the authors concluded that higher concentrations of oxygen in the adhesive interface did not decrease bond strength values, while the group with whitening procedures presented lower values. According to their study, this is due to the morphological changes occurring in the enamel structure, which inhibit interactions with the adhesive; the same morphological changes were observed by Dominguez et al in 2012²¹ by means of scanning electron microscopy and atomic force microscopy.

The residual oxygen theory is the most generally accepted to explain decreased bond strength values; note that the effects on enamel also have some mechanical interference, because microporosities in the enamel rods and in the interprismatic region may serve as stress points, and they may cause premature fracture *in vitro*; this is supported by the studies by Nour El-Din et al²² in 2006 and Muraguchi et al²³ in 2007, which found out higher percentages of adhesive fracture at the adhesive interface. Similarly, other studies have found lower tag penetration levels for micromechanical bonding in the whitened substrate (enamel-dentin).^{21, 24}

Proposals of procedures for immediate adhesion to dental whitening

Currently, patients want to spend as little time as possible in the dentist's office; for that reason, the following proposals, described in the literature reviewed, seek to reduce the effects of residual oxygen and microporosities:

1. Surface treatment: In 2003, Kaya and Türkün²⁵ assessed dentine treatment after whitening with butylhydroxyanisole, finding out significant decrease of bond strength microshear values; these procedures proved to have no effect in increasing bond strength after dental whitening procedures in the immediate adhesion processes;

Kum y colaboradores,²⁶ en 2004, evaluaron la aplicación de catalasa en un grupo, en otro etanol 70% y en el último humedad relativa con agua después de hacer aclaramiento dental, obteniendo resultados bajos de resistencia de unión al microcizallamiento. Torres, Koga y Borges,²⁷ en 2006, evaluaron la aplicación de catalasa, glutathione peroxidasa, acetona, ethanol absoluto y bicarbonato de sodio al 7%, y encontraron los mismos resultados, bajos valores de resistencia de unión al microcizallamiento, esto lleva a pensar que ninguno de estos productos puede ayudar a mejorar la resistencia de unión inmediata después del aclaramiento.

2. Remoción superficial del esmalte: Cvitko y colaboradores²⁸ hicieron la remoción de 0,5 a 1 mm de esmalte, y encontraron un aumento de los valores de resistencia de unión, en su discusión sugieren hacer decorticaciones con valores menores a 0,5 mm; Wilson y colaboradores,¹⁹ en 2009, propusieron no hacer este procedimiento clínico con base en la filosofía de la odontología moderna, intentar conservar lo que más se pueda, de tejido sano.
3. Utilización de adhesivos con solventes orgánicos y nanorrelleno: Lai y colaboradores,¹⁸ en 2002, utilizaron adhesivo Prime & Bond® NT™, debido a su nanorrelleno y solvente a base de agua, evaluando resistencia de unión después del aclaramiento dental, sin tener éxito para encontrar valores de resistencia de unión aceptable; Shinohara y colaboradores,²⁹ en 2004, evaluaron *in vitro* por medio de microcizallamiento posaclaramiento, grupos restaurados con adhesivos que presentaban solventes diferentes: 1) agua; 2) alcohol; 3) acetona, encontraron en sus resultados que ningún solvente revirtió los bajos valores de resistencia de unión después de hacer aclaramiento con peróxido de carbamida 37%.³⁰ Moule y colaboradores,³¹ en 2007, evaluaron al microcizallamiento en el esmalte con adhesivos autograbadores posaclaramiento, encontrando disminución significativa en los valores de resistencia de unión; resultados confirmados absolutamente por Khoroushi y Saneie³² en 2012, quienes estudiaron la utilización de adhesivos de tres pasos, de dos pasos y de paso único, encontrando bajos valores de resistencia de unión en todos los grupos.

Kum et al,²⁶ in 2004, assessed the application of catalase in one group, 70% ethanol in another group, and relative humidity in the third group after dental whitening, obtaining low results of bond strength microshear values. In 2006, Torres, Koga and Borges²⁷ assessed the application of catalase, peroxidase glutathione, acetone, absolute ethanol and 7% sodium bicarbonate, and obtained the same results: low values of bond strength microshear values; this suggests that none of these products may help to improve bond strength immediately after whitening.

2. Enamel surface removal: Cvitko et al²⁸ removed 0.5 to 1 mm of enamel and obtained increased bond strength values; therefore, they suggest that this wear should be smaller than 0.5 mm; Wilson et al,¹⁹ in 2009, advised not to perform this procedure based on the philosophy of modern dentistry: to try to preserve healthy tissue as much as possible.
3. Using adhesives with organic solvents and nanofiller: In 2002, Lai et al¹⁸ used a water-based solvent and a Prime & Bond® NT™ adhesive (due to its nanofiller), in order to evaluate sealing after dental whitening, but did not find acceptable bond strength values. In 2004, Shinohara et al²⁹ conducted an *in vitro* study with post-whitening adhesion, in order to assess several groups restored with adhesives using different solvents: 1) water, 2) alcohol 3) acetone, and found out that none of them reversed the low bond strength values after whitening with 37% carbamide peroxide.³⁰ Moule et al,³¹ in 2007, assessed the microshear in enamel with self-etching adhesives post-whitening, finding out significant decrease in bond strength microshear values; their results were confirmed by Khoroushi and Saneie in 2012,³² which studied the use of three-step, two-step and one-step adhesives, finding out low bond strength values in all the groups.

4. Utilización de flúor en la composición de los agentes de aclaramiento: Metz y colaboradores,³³ en 2007, hicieron un estudio *ex vivo*, evaluando primeros premolares con indicación de extracción con fines ortodónticos, colocando en la superficie vestibular, cilindros de resina después del procedimiento de aclaramiento con peróxido de carbamida al 15%, sin ningún producto adicional y otro grupo con peróxido de carbamida el cual presentaba incorporados flúor y nitrato de potasio, encontraron reducción significativa de la resistencia de unión en todos los grupos experimentales; Chuang y colaboradores,³⁴ en 2009, evaluaron la resistencia de unión a la microtracción después del procedimiento de aclaramiento con peróxido de carbamida 10%; un grupo experimental con flúor al 0,11% y otro grupo experimental 0,37%, un grupo control sin ningún tipo de aclarador, y encontraron valores muy similares entre el grupo que presentaba flúor 0,37% comparado con el grupo control, y el aclarador con flúor 0,11% disminuyó significativamente los valores de resistencia de unión.
 5. Tiempos de espera: Sundfeld y colaboradores,²⁴ en 2005, evaluaron la penetración del adhesivo por medio de microscopia electrónica de barrido en 4 tiempos experimentales (inmediato, 7, 14 y 21 días) después de hacer aclaramiento con peróxido de hidrógeno al 35%, y encontraron entre sus resultados que 7 días, es el tiempo mínimo de espera para obtener resultados similares a los del grupo control, estos resultados son confirmados por Bulut, donde Türkün y Kaya,³⁵ en 2006, evaluaron con microcizamiento posaclaramiento obteniendo los mejores resultados en adhesión en brackets, una semana después de aplicación del gel aclarador.³⁶
 6. Aplicación de agente antioxidante: Kaya e Türkün,²⁵ en 2003, evaluaron 4 grupos experimentales 1) aplicación de peróxido de hidrogeno al 35%; 2) peróxido de hidrógeno al 35%, posterior a este, ascorbato de sodio al 10%; 3) peróxido de carbamida al 10%, y 4) peróxido de carbamida al 10%, después ascorbato de sodio al 10%, y encontraron entre sus resultados leve reversión de los valores de resistencia de unión en los grupos que utilizaron ascorbato de sodio.
4. Using fluoride as a component of whitening agents: In 2007, Metz et al³³ conducted an *ex vivo* study to evaluate first premolars to be extracted for orthodontic purposes, by placing resin cylinders on the buccal surface after whitening with 15% carbamide peroxide, with no additional product, while another group was treated with carbamide peroxide containing fluoride and potassium nitrate, and found significant bond strength reduction in all the experimental groups. In 2009, Chuang et al³⁴ assessed bond strength to microtraction after whitening; one study group with 10% carbamide peroxide, an experimental group with 0.11% fluoride, another experimental group with 0.37% fluoride, and a control group with no light exposition, and found out very similar bond strength values between the group with 0.37% fluoride and the control group; and the whitening product with 0.11% fluoride significantly decreased bond strength values.
 5. Time intervals: In 2005, Sundfeld et al²⁴ assessed adhesive penetration by means of scanning electron microscopy in four experimental times (baseline, 7, 14 and 21 days) after whitening with 35% hydrogen peroxide, and concluded that 7 days is the minimum time to obtain similar results to those of the control group; these results were confirmed by Bulut, Türkün and Kaya³⁵ in 2006, which assessed bond strength microshear post-whitening and obtained the best adhesion results in brackets after one week of whitening application.³⁶
 6. Application of an antioxidant agent: In 2003, Kaya and Türkün²⁵ evaluated 4 experimental groups: 1) application of 35% hydrogen peroxide, 2) 35% hydrogen peroxide followed by 10% sodium ascorbate, 3) 10% carbamide peroxide, and 4) 10% carbamide peroxide followed by 10% sodium ascorbate. A slight reversion of the bond strength values was observed in the groups using sodium ascorbate.

Türküm y Kaya,³⁷ en 2004, evaluaron el efecto de aplicación de ascorbato de sodio líquido después de tres concentraciones diferentes de peróxido de carbamida (10, 16 y 22%), sobre resistencia de unión al microcizallamiento, sin encontrar ningún resultado positivo. Observando los resultados tan ambiguos, Kum y colaboradores,²⁷ en 2004, evaluaron la resistencia de unión al sellamiento de otros antioxidantes como, catalasa, etanol y agua, y encontraron resultado desfavorable. Schmidlin y colaboradores,³⁸ en 2005, evaluaron la aplicación de una capa de ozono y un líquido denominado oxidorreductor conformado por xilitol, agua y flúor, después de la aplicación de peróxido de hidrogeno al 35% sin encontrar resultados significativos en los valores de resistencia de unión al microcizallamiento. En 2006, Kimyai y colaboradores³⁹ evaluaron el ascorbato de sodio después de aplicación de peróxido de carbamida al 10%, aumentando la concentración (10 y 20%) y su presentación (líquido y gel) y encontraron buenos resultados con la presentación en gel y sin importar la concentración, comparados con el grupo control sin tratamiento. Türkün y colaboradores,⁴⁰ en 2009, modificaron a menores concentraciones de ascorbato de sodio (2,5, 5 y 10%) y encontraron que los mejores resultados de resistencia de unión al microcizallamiento fueron con la concentración al 10%. Sasaki y colaboradores,⁴¹ en 2009, evaluaron el ascorbato de sodio en dos presentaciones (líquido y gel) también, vitamina E líquida y gel, y encontraron resultados similares entre los dos antioxidantes; así que Kunt y colaboradores,⁴² en 2011, continuaron evaluando el ascorbato de sodio al 10% en aclaramientos caseros y de consultorio, demostrando su eficiencia para adhesión inmediata en ambas modalidades. Khoroushi y Aghelinejad,⁴³ en 2011, evaluaron el efecto del ascorbato de sodio al 10% sobre la resistencia de unión al sellamiento de tres tipos de adhesivos (1, 2 y 3 pasos), después de la aplicación de peróxido de carbamida al 20% el cual contiene 0,11% de flúor en su composición, y encontraron buenos resultados de resistencia de unión menos en el adhesivo autograbadador (1 paso); Dabas y colaboradores,⁴⁴ en 2011, evaluaron el efecto del ascorbato de sodio modificando su concentración (10 y 20%) y los tiempos de aplicación (30, 60 y 120 min), y encontraron valores de resistencia de unión a microcizallamientos buenos, sin importar la concentración ni tiempo de trabajo.

In 2004, Türküm and Kaya³⁷ evaluated the effect of applying liquid sodium ascorbate after three different concentrations of carbamide peroxide (10, 16 and 22%), and did not find any positive results in terms of bond strength microshear values. Noting such ambiguous results, in 2004 Kum et al²⁷ assessed the bond strength to enamel of other antioxidants such as catalase, ethanol, and water, and obtained an unfavorable outcome. In 2005, Schmidlin et al³⁸ assessed the application of an ozone layer and a so-called oxide-reducing liquid containing xylitol, fluoride, and water, after the application of 35% hydrogen peroxide, and did not find significant results in bond strength microshear values. In 2006, Kimyai et al³⁹ evaluated sodium ascorbate after application of 10% carbamide peroxide, in concentrations of 10 and 20% (liquid and gel forms). Good results were obtained with the gel regardless of the concentration, in comparison with the untreated control group. Türkün et al,⁴⁰ in 2009, modified sodium ascorbate to lower concentrations (2.5, 5 and 10%) and found out that the best results for bond strength microshear occurred with the 10% concentration. In 2009, Sasaki et al⁴¹ assessed sodium ascorbate in two presentations (liquid and gel) as well as vitamin E in liquid and gel forms, and obtained similar results with the two antioxidants; Kunt et al,⁴² in 2011, continued to evaluate 10% sodium ascorbate in at-home and in-office whitening procedures, demonstrating similar efficiency for immediate adhesion in both modalities. Khoroushi and Aghelinejad,⁴³ in 2011, evaluated the effect of 10% sodium ascorbate on bond strength of three types of adhesives (1, 2 and 3 steps) after applying 20% carbamide peroxide containing 0.11% of fluoride, and obtained overall good bond strength results, except with the self-etch adhesive (1 step); Dabas et al,⁴⁴ in 2011, evaluated the effect of sodium ascorbate with different concentrations (10 and 20%) and the time of application (30, 60 and 120 min), and demonstrated good bond strength microshear values, regardless both concentration and time of application.

DISCUSIÓN

Borges y colaboradores⁴⁵ en 2006 discuten la posibilidad de que sea el agente aclarador el que ocasiona mayor o menor cantidad de oxígeno residual, evaluaron la cantidad de oxígeno residual, con peróxido de hidrógeno al 35% y peróxido de carbamida al 37%, y encontraron que el peróxido de carbamida fue el que más radicales libres dejaba, discutiendo la degradación o separación, que hace este peróxido, en el proceso de oxidación, en urea e hidrógeno, esto lo encontrarían Marson y colaboradores⁴⁶ en 2008, cuando evaluaron la resistencia de unión de adhesivos, después de aclaramiento con peróxido de carbamida al 10% y peróxido de hidrógeno al 35%, resultando en menores valores de resistencia de unión en el primero, por lo que se discute, que las diferentes concentraciones pueden llegar a tener algún efecto o aumento de los radicales libres.

La controversia está dada tanto en la ambigüedad de los resultados como en la no uniformidad de las metodologías utilizadas para evaluar la resistencia de unión como microtracción y microcizamiento o tracción o cizamiento. Las macrometodologías dan unos resultados mayores por obtener en los cuerpos de prueba un área mayor de adhesión, y obviamente resultados menores cuando son utilizadas micrometodologías. Braga y colaboradores⁴⁷ en 2010 no encontraron diferencia significativa entre los test macro- ni los microtest, en la evaluación de tres diferentes adhesivos. Foong y colaboradores,⁴⁸ en 2006, encontraron diferencias significativas utilizando microcizamiento con diferentes dispositivos, alambre o cizel, evaluando cuatro sistemas diferentes de adhesivos.⁴⁹

La razón por la cual se da la disminución de resistencia de unión, fue discutida en mecanismos de acción, y se basa en dos procesos: 1) existencia de oxígeno residual y 2) defectos estructurales que modifican el esmalte y la capacidad adhesiva, cualquiera de los dos argumentos no discute el tipo de adhesivo. Según clasificación de Perdigão,⁵⁰ los adhesivos se dividen en convencionales y autograbadores, esto se debe a la utilización o no de ácido fosfórico, reconociendo que los convencionales tienen mejores resultados en esmalte, bajo esta clasificación Khoroushi y Aghelinejad,⁴³ en 2011, concluyen que en procedimientos adhesivos después de aclaramientos dentales, los adhesivos convencionales presentan mejores resultados y que la utilización de ascorbato de sodio al 10% ayuda a obtener los valores requeridos para una restauración, sin importar su disolvente como lo informan Lai y colaboradores¹⁸ en 2002.

DISCUSSION

In 2006, Borges et al⁴⁵ discussed the possibility of the type of whitening agent being the cause of more or less amount of residual oxygen, so they evaluated the amount of residual oxygen on 35% hydrogen peroxide and 37% carbamide peroxide, and found out that carbamide peroxide was the one that leaves most free radicals; they also wondered about the degradation or separation produced by this peroxide in the oxidation process, as well as in urea and hydrogen. Marson et al⁴⁶ found it out in 2008, when they assessed the bond strength of several adhesives after whitening (10% carbamide peroxide and 35% hydrogen peroxide), obtaining lower bond strength values with the first whitening agent, and therefore they suggest that different concentrations may affect or increase free radicals.

This controversy is due to both ambiguity of the results and lack of uniformity of the methodologies used to evaluate bond strength (microtensile, microshear, tensile, shear). The macro-methodologies provide lower results as they use larger adhesion areas, and the results are higher when using micro-methodologies, as smaller areas are tested. In 2010, Braga et al⁴⁷ found no significant difference between macro- and micro-tests when evaluating three different adhesives. Foong et al,⁴⁸ in 2006, found significant differences by using microshear with different devices, wire or blade, and evaluating four different adhesive systems.⁴⁹

The reason why bond strength decreases has been discussed in several mechanisms and is based on two processes: 1) the presence of residual oxygen and 2) the structural deficiencies that alter the enamel and the adhesive ability, but none of these analyses discussed the type of adhesive. According to Perdigão's classification,⁵⁰ adhesives are divided into conventional and self-etching, and this depends on whether phosphoric acid is used or not, considering that the conventional ones perform better on enamel. Based on this classification, in 2011 Khoroushi and Aghelinejad⁴³ concluded that when performing adhesive procedures after dental whitening, conventional adhesives offer better results, and the use of 10% sodium ascorbate allows the satisfactory values required for restoration, regardless of its solvent, as reported by Lai et al¹⁸ in 2002.

La literatura en esta línea de investigación es desarrollada para evaluar nuevos antioxidantes como lo hecho por Vidhya y colaboradores⁵¹ en 2011, quienes evaluaron un extracto de uva (proanthocyanidin) después de la realización de aclaramiento con peróxido de hidrógeno al 38%, y obtuvieron buenos resultados, y por otro lado reconocer el mejor funcionamiento del ascorbato de sodio tanto en su presentación, concentración, tiempo y forma de aplicación, este último es el que menos se ha investigado.

CONCLUSIONES

Con base en la revisión de tema, se puede concluir que:

1. Existe disminución de la resistencia de unión en interfases adhesivas hechas inmediatamente después de procedimientos de aclaramiento dental.
2. El tiempo de espera de 7 días, es lo ideal para obtener resultados de resistencia de unión favorables.
3. Entre adhesivos autograbadores o convencionales, los últimos son más recomendados para ser utilizados después de los procedimientos de aclaramiento dental.
4. La utilización de ascorbato de sodio al 10%, en gel por 10 min ayuda a mejorar los resultados de resistencia de unión al microcizallamiento después de aclaramiento dental.

CORRESPONDENCIA

John Alexis Domínguez
Alameda Nabuco de Araujo 422
Barrio Uvaranas, Apto. 12
Ponta Grossa/Parana. Brasil.
Teléfono: 84031-510.
Correo electrónico: johnalexis.dominguez@gmail.com

The literature on this field seeks to evaluate new antioxidants, as Vidhya et al⁵¹ did in 2011 by evaluating a grape extract (proanthocyanidin) after whitening with 38% hydrogen peroxide and achieving good results. The other important area of study is intended to recognize the best performance of sodium ascorbate in terms of its presentation, concentration, time and method of application, but research on this field has been more limited.

CONCLUSIONS

Based on this topic review, the following conclusions may be drawn:

1. Bond strength decrease occurs in adhesive interfaces performed immediately after dental whitening procedures.
2. The waiting time of seven days is ideal for obtaining the desirable bond strength results.
3. Between self-etch and conventional adhesives, the latter are the most recommended after dental whitening procedures.
4. Using 10% sodium ascorbate gel for 10 min improves bond strength microshear values after dental whitening.

CORRESPONDING AUTHOR

John Alexis Domínguez
Alameda Nabuco de Araujo 422
Barrio Uvaranas, Apt. 12
Ponta Grossa/Parana. Brazil.
Telephone number: 84031-510.
Email address: johnalexis.dominguez@gmail.com

REFERENCIAS / REFERENCES

1. Tin-Oo MM, Saddki N, Hassan N. Factors influencing patient satisfaction with dental appearance and treatment they desire to improve aesthetics. *BMC Oral Health* 2011; 11(1): 6.
2. Haywood VB, Heymann HO. Nightguard vital bleaching. *Quintessence Int* 1989; 20(3):173-176.
3. Heymann HO. Tooth whitening: Facts and fallacies. *Br Dent J* 2005; 198(8): 514.
4. Marshall K, Berry T, Wollum B. Teeth whitening: current status. *Compend Contin Educ Dent* 2010; 31(7): 486-495.
5. Li Y. Safety controversies in tooth bleaching. *Dent Clin N Am* 2011; 55(2): 255-63.
6. Russo EMAR. *Dentística: Restaurações diretas*. São Paulo: Santos, 2010. 188 p.
7. Garrido MA, Giraldez I, Ceballos L, Gomez Del Río MT, Rodriguez J. Nanotribological behaviour of tooth

- enamel rod affected by bleaching treatment. *Wear* 2011; 27: 2334-2339.
8. McEvoy SA. Chemical agents for removing intrinsic stains from vital teeth. II Current techniques and their clinical application. *Quintessence Int* 1989; 20(6): 379-384.
 9. Cooper JS, Bokmeyer TJ, Bowles WH. Penetration of the pulp chamber by carbamide peroxide bleaching agents. *J Endod* 1992; 18(7): 315-317.
 10. Cavalli V, Reis AF, Giannini M, Ambrosano GM. The effect of elapsed times following bleaching on enamel bond strength of resin composite. *Oper Dent* 2001; 26(6): 597-602.
 11. Dietschi D, Rossier S, Krejci I. In vitro colorimetric evaluation of the efficacy of various bleaching methods and products. *Quintessence Int* 2006; 37(7): 515-526.
 12. Retief DH. Effect of conditioning the enamel surface with phosphoric acid. *J Dent Res* 1973; 52(2): 333-41.
 13. De Munck J, van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue methods and results. *J Dent Res* 2005; 84(2): 118-132.
 14. Titley KC, Torneck CD, Ruse ND. The effect of carbamide-peroxide gel on the shear bond strength of a microfil resin to bovine enamel. *J Dent Res* 1992; 71(1): 20-24.
 15. García-Godoy F, Dodge WW, Donohue M, O'Quinn JA. Composite resin bond strength after enamel bleaching. *Oper Dent* 1993; 18(4): 144-147.
 16. Ben-Amar A, Liberman R, Gorfil C, Bernstein Y. Effect of mouthguard bleaching on enamel surface. *Am J Dent* 1995; 8(1): 29-32.
 17. Unlu N, Cobankara FK, Ozer F. Effect of elapsed times following bleaching on the shear bond strength of composite resin to enamel. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2008; 84(2): 363-368.
 18. Lai SC, Tay FR, Cheung GS, Mak YF, Carvalho RM, Wei SH et al. Reversal of compromised bonding in bleached enamel. *J Dent Res* 2002; 81(7): 477-481.
 19. Wilson D, Xu C, Hong L, Wang Y. Effects of different preparation procedures during tooth whitening on enamel bonding. *J Mater Sci Mater Med* 2009; 20(4): 1001-1007.
 20. Perdigão J, Francci C, Swift JR, Ambrose WW, Lopes M. Ultra-morphological study of the interaction of dental adhesives with carbamide peroxide-bleached enamel. *Am J Dent* 1998; 11(6): 291-301.
 21. Domínguez JA, Bittencourt B, Michel M, Sabino N, Gomes JC, Gomes OM. Ultrastructural evaluation of enamel after dental bleaching associated with fluoride. *Microsc Res Tech* 2012; 75(8): 1093-1098.
 22. Nour-El-Din AK, Miller BH, Griggs JA, Wakefield C. Immediate bonding to bleached enamel. *Oper Dent* 2006; 31(1): 106-114.
 23. Muraguchi K, Shigenobu S, Susuki S, Tanaka T. Improvement of bonding to bleached bovine tooth surfaces by ascorbic acid treatment. *Dent Mater J* 2007; 26(6): 875-881.
 24. Sundfeld RH, Briso AL, De Sa PM, Sundfeld ML, Bedran-Russo AK. Effect of time interval between bleaching and bonding on tag formation. *Bull Tokyo Dent Coll* 2005; 46(1-2): 1-6.
 25. Kaya AD, Türkün M. Reversal of dentin bonding to bleached teeth. *Oper Dent* 2003; 28(6): 825-829.
 26. Kum KY, Lim KR, Lee CY, Park KH, Safavi KE, Fouad AF et al. Effects of removing residual peroxide and other oxygen radicals on the shear bond strength and failure modes at resin-tooth interface after tooth bleaching. *Am J Dent* 2004; 17(4): 267-270.
 27. Torres CRG, Koga AF, Borges AB. The effects of antioxidant agents as neutralizers of bleaching agents on enamel bond strength. *Braz J Oral Sci* 2006; 5(16): 971-976.
 28. Cvitko E, Denehy GE, Swift JR, Pires JA. Bond strength of composite resin to enamel bleached with carbamide peroxide. *J Esthet Dent* 1991; 3(3): 100-102.
 29. Shinohara MS, Peris AR, Rodrigues JA, Pimenta LA, Ambrosano GM. The effect of non-vital bleaching on the shear bond strength of composite resin using three adhesive systems. *J Adhes Dent* 2004; 6(3): 205-209.
 30. Uysal T, Sisman A. Can previously bleached teeth be bonded safely using self-etching primer systems? *Angle Orthod* 2008; 78(4): 711-715.
 31. Moule CA, Angelis F, Kim GH, Le S, Malipatil S, Foo MS et al. Resin bonding using an all-etch or self-etch adhesive to enamel after carbamide peroxide and/or CPP-ACP treatment. *Aust Dent J* 2007; 52(2): 133-137.
 32. Khoroushi M, Saneie T. Post-bleaching application of an antioxidant on dentin bond strength of three dental adhesives. *Dent Res J* 2012; 9(1): 46-53.
 33. Metz MJ, Cochran MA, Matis BA, González C, Platt JA, Pund MR. Clinical evaluation of 15% carbamide peroxide on the surface microhardness and shear bond strength of human enamel. *Oper Dent* 2007; 32(5): 427-436.
 34. Chuang SF, Chen HP, Chang CH, Liu JK. Effect of fluoridated carbamide peroxide gels on enamel microtensile bond strength. *Eur J Oral Sci* 2009; 117(4): 435-441.
 35. Bulut h, Türkün M, Kaya AD. Effect of an antioxidizing agent on the shear bond strength of brackets bonded to bleached human enamel. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 129(2): 266-722.
 36. Bittencourt ME, Trentin MS, Linden MS, De Oliveira Lima Arsati YB, França FM et al. Influence of in situ postbleaching times on shear bond strength of resin based composite restorations. *J Am Dent Assoc* 2010; 141(3): 300-306.

37. Türkün M, Kaya AD. Effect of 10% sodium ascorbate on the shear bond strength of composite resin to bleached bovine enamel. *J Oral Rehabil* 2004; 31(12): 1184-91.
38. Schmidlin PR, Zimmermann J, Bindl A. Effect of ozone on enamel and dentin bond strength. *J Adhes Dent* 2005; 7(1): 29-32.
39. Kimyai S, Valizadeh H. Comparison of the effect of hydrogel and a solution of sodium ascorbate on dentin-composite bond strength after bleaching. *J Contemp Dent Pract* 2008 1; 9(2): 105-12.
40. Türkün M, Celik EU, Kaya AD, Arici M. Can the hydrogel form of sodium ascorbate be used to reverse compromised bond strength after bleaching? *J Adhes Dent* 2009; 11(1): 35-40.
41. Sasaki RT, Flório FM, Basting RT. Effect of 10% sodium ascorbate and 10% alpha-tocopherol in different formulations on the shear bond strength of enamel and dentin submitted to a home use bleaching treatment. *Oper Dent* 2009; 34(6): 746-752.
42. Kunt GE, Yılmaz N, Sen S, Dede DÖ. Effect of antioxidant treatment on the shear bond strength of composite resin to bleached enamel. *Acta Odontol Scand* 2011; 69(5): 287-291.
43. Khoroushi M, Aghelinejad S. Effect of postbleaching application of an antioxidant on enamel bond strength of three different adhesives. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2011; 16(7): e990-996.
44. Dabas D, Patil AC, Uppin VM. Evaluation of the effect of concentration and duration of application of sodium ascorbate hydrogel on the bond strength of composite resin to bleached enamel. *J Conserv Dent* 2011; 14(4): 356-360.
45. Borges GA, Pedreira GA, Martinelli J, Oliveira WJ. A influência do clareamento dental na resistência de união na interface resina-esmalte. *ROBRAC* 2006; 15(40): 46-54.
46. Marson FC, Sensi LG, Arruda T. Efeito do clareamento dental sobre a resistência adesiva do esmalte. *RGO* 2008; 56(1): 33-37.
47. Braga RR, Meira JB, Boaro LC, Xavier TA. Adhesion to tooth structure, a critical review of "macro" test methods. *Dent Mater* 2010; 26(2): e38-49.
48. Foong J, Lee K, Nguyen C, Tang G, Austin D, Chang C et al. Comparison of microshear bond strengths of four self-etching bonding systems to enamel using two test methods. *Aus Dent J* 2006; 51(3): 252-257.
49. McDonough WG, Antonucci JM, He J, Shimada Y, Chiang MYM, Schumacher GE et al. A microshear test to measure bond strengths of dentin-polymer interfaces. *Biomaterials* 2002; 23(17): 3603-3608.
50. Perdigão J. New developments in dental adhesion. *Dent Clin North Am* 2007; 51(2): 333-537.
51. Vidhya S, Srinivasulu S, Sujatha M, Mahalaxmi S. Effect of grape seed extract on the bond strength of bleached enamel. *Oper Dent* 2011; 36(4): 433-438.