بررسی آزمایشگاهی میزان ریزسختی مینا بعد از بلیچینگ در خانه و بلیچینگ در مطب به کمک لیزر

فرزانه احراری*#، مجید اکبری، هانیه حمزه ای*****

* استادیار ارتودانتیکس، مرکز تحقیقات دندان پزشکی، دانشکده دندان پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

** دانشیار ترمیمی و زیبایی، مرکز تحقیقات دندان پزشکی، دانشکده دندان پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

***دندانپزشک

تاریخ ارائه مقاله : ۹۵/۵/۱۹ - تاریخ پذیرش : ۹۵/۹/۲۱

In Vitro Evaluation of Enamel Microhardness Following at-Home Bleaching and Laser-Assisted in Office Bleaching

Farzaneh Ahrari*#, Majid Akbari, Haniye Hamzei*****

** Assistant Professor of Orthodontics, Dental Research Center, School of Dentistry, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran*

*** Associate Professor of Operative Dentistry, Dental Research Center, School of Dentistry, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran*

**** Dentist*

Received: 9 August 2016 ; Accepted: 11 December 2016

Introduction: Researchers have reported conflicting results in terms of the effects of tooth bleaching on mechanical properties of enamel. This study aimed to evaluate the effect of at-home bleaching and laser-assisted in-office bleaching on microhardness of enamel.

Materials and Methods: In this experimental study, 18 healthy bovine incisors were selected and divided into two groups. Home-bleaching with 15% carbamide peroxide was applied for the first group for eight hours a day over 15 days. On the other hand, in-office bleaching was performed on the samples of the second group using 40% hydrogen peroxide and a GaAlAs diode laser (wavelength 810 nm), applied to accelerate tooth bleaching at settings of 2 W as a continuous wave in non-contact mode. This process was performed for three sessions over 15 days. Specimens were stored in Fusayama Meyer artificial saliva during the study. Vickers hardness test was performed to assess the microhardness of the specimens before and after bleaching in both groups. Data analysis was performed using paired and independent *t*-tests, and P-value of less than 0.05 was considered statistically significant.

Results: While hardness of enamel decreased after both at-home bleaching and laser-assisted in-office bleaching, this reduction was not significant ($P>0.05$). No significant difference was observed between the study groups in terms of enamel hardness before and after the bleaching procedures ($P>0.05$).

Conclusion: According to the results of this study, none of the bleaching methods had a significant impact on mineral properties of intact enamel. Therefore, both procedures could be recommended as conservative methods for treatment of discolored teeth.

Key words: Tooth bleaching, laser, microhardness, at-home bleaching, in-office bleaching.

 # Corresponding Author: Farzaneh.Ahrari@Gmail.com

J Mash Dent Sch 2017; 41(1): 1-10 .

چکیده

مقدمه: در ارتباط با تأثیر سفیدکردن دندان روی خصوصیات مکانیکی مینا نتایج متناقضی وجود دارد. هدف از این تحقیق ارزیابی و مقایسه اثر سفیدکردن در خانه و سفیدکردن در مطب با کمک لیزر روی ریز سختی مینا بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه آزمایشگاهی، ۱۸ دندان انسیزور گاوی سالم انتخاب و به دو گروه تقسیم شدند. گروه اول تحت درمان سفیدکردن در خانه با استفاده از کارامید پراکساید ۱۵ درصد قرار گرفت (۸ ساعت در روز طی ۱۵ روز). در گروه دوم، سفیدکردن در مطب با استفاده از هیدروژن پراکساید ٤٠ درصد انجام گرفت. از لیزر دیود GaAlAs با طول موج ۸۱۰nm، توان ۲ وات و تابش پیوسته در حالت غیرتماسی جهت تسریع سفیدکردن استفاده شد. این روند ۳ بار در طی ۱۵ روز انجام گرفت. نمونه‌ها در طول مطالعه در بزاق مصنوعی Fusayama Meyer نگهداری شدند. سختی نمونه‌ها به روش Vickers قبل و بعد از درمان‌های سفیدکردن در هر دو گروه اندازه گیری شد. داده‌ها با استفاده از آزمون‌های تی زوجی و تی مستقل ارزیابی و سطح معنی‌داری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

مولف مسؤول، نشانی: مشهد، میدان پارک، دانشکده دندانپزشکی، گروه ارتودنسی، تلفن: ۱۷-۳۸۸۲۹۵۰۲-۰۵۱

E-mail: Farzaneh.Ahrari@Gmail.com

یافته‌ها: میزان سختی مینا بعد از هر دو روش سفیدکردن در خانه و سفیدکردن در مطب به کمک لیزر کاهش یافت، ولی این کاهش معنی‌دار نبود ($P>۰/۰۵$). مقایسه بین گروهی تفاوت قابل توجهی را در مقادیر سختی دو گروه چه قبل و چه بعد از سفیدکردن دندان‌ها نشان نداد ($P>۰/۰۵$).

نتیجه گیری: تحت شرایط این مطالعه آزمایشگاهی، هیچ یک از روش سفیدکردن در خانه و سفیدکردن در مطب با کمک لیزر تأثیر قابل توجهی روی محتوای معدنی مینای سالم نداشتند. بنابراین، هر دو روش را می‌توان به عنوان روش‌های محافظه کارانه برای درمان بد رنگی دندان‌ها توصیه کرد.

کلمات کلیدی: سفیدکردن دندان، لیزر، ریز سختی، سفیدکردن در خانه، سفیدکردن در مطب.
مجله دانشکده دندانپزشکی مشهد / سال ۱۳۹٦ دوره ٤۱ / شماره ۱ : ۱۰-۱ .

مقدمه

دندان پزشکی آمیزه ای از علم و هنر است. بهبود زیبایی دهان و دندان‌ها از جمله مهم‌ترین خدماتی است که دندان‌پزشک به جامعه ارائه می‌دهد. رنگ دندان، تأثیر زیادی روی زیبایی دندان‌ها و لبخند بیمار دارد. به همین دلیل، اصلاح تغییر رنگ دندان‌ها از عمده‌ترین مسایلی است که دندان پزشکان با تغییر رویکرد علم دندانپزشکی به سمت «دندانپزشکی زیبایی» با آن مواجه هستند. یکی از روش‌های درمانی موثر و محبوب برای از بین بردن بدرنگی دندان‌ها سفیدکردن دندان است که اغلب به دو روش سفیدکردن در خانه (سفید کردن شبانه) و سفیدکردن در مطب انجام می‌شود. در روش سفیدکردن در خانه غلظت‌های پایین‌تری از ژل‌های سفیدکننده در طی دوره زمانی طولانی (برای نمونه ٤-۸ ساعت در روز به مدت ۲ یا چند هفته) به کار می‌رود، در حالی که در سفیدکردن در مطب از غلظت‌های نسبتاً بالای مواد سفیدکننده در مدت‌های زمانی کوتاه استفاده می‌شود.[۳-۱] در روش سفیدکردن در خانه، از یک تری اختصاصی برای قرار دادن ماده بلیچینگ، که در اغلب موارد کاربامايد پراکساید ۱۰ درصد است، استفاده می‌شود. این تکنیک دارای مزایایی از قبیل کاربرد آسان، غلظت کم ماده پراکساید، قیمت مناسب‌تر و صرف زمان کمتر در مطب دندان پزشکی می‌باشد. اگرچه محبوبیت و کاربرد روش بلیچینگ در خانه در سال‌های اخیر به صورت قابل ملاحظه‌ای افزایش داشته، ولی معایبی نیز برای این روش ذکر شده است که از جمله آن می‌توان به دوره نسبتاً طولانی درمان، عدم تحمل تری‌های بلیچینگ توسط برخی بیماران و طعم نامطلوب ژل‌های بلیچینگ اشاره کرد. همچنین این روش تا حدود زیادی به میزان همکاری بیمار در استفاده از تری بستگی دارد.[۳و۲] در روش سفیدکردن دندان در مطب، تغییر رنگ دندان‌های زنده با استفاده از غلظت‌های بالای هیدروژن پراکساید (تا ۵۵ درصد) انجام می‌شود. روش سفیدکردن در مطب سریع‌تر و ساده‌تر از روش سفیدکردن در خانه است و در موارد تغییر رنگ‌های شدید، تغییر رنگ تک دندان و در مواردی که همکاری بیمار کم است و یا درمان سریع مورد نیاز است، مناسب می‌باشد.[٤-۲]

سفید کردن در مطب را می‌توان با استفاده از منابع انرژی از قبیل گرما و نور جهت فعال سازی گرمایی یا شیمیایی ماده سفیدکننده تسریع کرد. در اغلب موارد استفاده از منابع نوری سبب افزایش دمای هیدروژن پراکساید می‌شود و به این ترتیب میزان تجزیه اکسیژن و تبدیل آن به رادیکال‌های آزاد و در نتیجه آزادسازی مولکول‌های رنگی افزایش می‌یابد. امروزه منابع نوری مختلفی جهت تسریع روند سفیدکردن در مطب به کار می‌رود مانند لامپ هالوژن، لامپ پلاسما ارک، LED و

لیزر.[۵و۶] لیزر جزو جدیدترین منابع نوری است که برای سفیدکردن دندان موثر است. طول موج‌های متفاوتی از لیزرها جهت تسریع روند سفیدکردن دندان از طریق واکنش‌های فتوشیمیایی یا فتو حرارتی به کار برده شده‌اند. لیزرهای KTP، آرگون و دیود به طور شایع برای سفیدکردن دندان در مطب استفاده می‌شوند. لیزر دیود گالیوم آلومینیوم آرسنایید (GaAlAs) برای بسیاری از کاربردهای دندانپزشکی از جمله جینجیوکتومی، فیبروتومی، برداشت بافت نرم و کاهش حساسیت دندانی بسیار مناسب است و همچنین می‌توان از آن برای سفیدکردن دندان در مطب استفاده نمود.[۷و۸] به طور کلی مزیت اصلی نور لیزر این است که به آزادسازی مولکول‌های فعال در ماده سفیدکننده کمک می‌کند تا روند درمان سریع‌تر انجام شود. دوم این که تابش لیزر ممکن است افزایش حساسیت دندان‌ها در طی سفیدکردن را کاهش دهد.[۹]

روند سفیدکردن دندان شامل تماس مستقیم محصول سفیدکننده روی سطح دندان برای یک دوره زمانی طولانی است. این تماس مستقیم با مینا در مدت زمان طولانی نگرانی‌هایی را در مورد اثرات بالقوه مضر این عوامل روی ساختار دندان ایجاد کرده است.[۱۰و۱۱] در ارتباط با تأثیر سفیدکردن دندان روی خصوصیات مکانیکی مینا تحقیقات گوناگونی انجام شده و نتایج این تحقیقات متناقض است. برخی مطالعات نشان داده‌اند که پراکساید و فراورده‌های بلیچینگ اثر قابل توجهی روی میکروهاردنس یا مورفولوژی سطحی مینا ندارند.[۱۲-۱۶] با وجود این، تعدادی از مطالعات، کاهش در میکروهاردنس و مقداری تغییر در مورفولوژی مینا را به دنبال درمان‌های بلیچینگ مشاهده و گزارش نموده‌اند.[۲و۱۱و۱۷و۱۸] از آنجا که غلظت و مدت کاربرد مواد سفیدکننده در روش سفیدکردن در خانه و سفیدکردن در مطب متفاوت است، ممکن است اثر این روش‌ها روی خصوصیات مکانیکی مینا تفاوت داشته باشد. بنابراین، هدف از مطالعه حاضر بررسی و مقایسه اثر سفیدکردن در خانه و سفیدکردن در مطب با کمک لیزر روی خصوصیات مکانیکی مینا بود.

مواد و روش ها

در این مطالعه آزمایشگاهی، ۱۸ دندان انسیزور گاوی دائمی سالم و بدون پوسیدگی، ترک یا نقایص مینایی استفاده شد. دندان‌ها به مدت یک هفته در محلول تیمول ۰/۲ درصد قرار گرفتند و سپس تا زمان شروع آزمایش در آب مقطر نگهداری شدند. با استفاده از برس پروفیلاکسی، سطح دندان‌ها با مخلوط پودر پامیس و آب تمیز شد. سپس نمونه‌ها به صورت تصادفی به دو گروه ۹ تایی تقسیم شدند.

در گروه اول، سفیدکردن در خانه و در گروه دوم، سفیدکردن در مطب به کمک لیزر انجام شد.

در هر دو گروه در ابتدای کار، آزمون ریزسختی انجام شد. برای این منظور تاج دندان از ریشه آن جدا و در داخل اپوکسی رزین مانت شد، به طوری که سطح فاسیال دندان موازی سطح افق بود. با استفاده از کاغذ سمباده ۶۰۰ و ۸۰۰ گریت، پنجره کوچکی به ابعاد ۴×۴ mm در وسط سطح لبیال دندان اکسپوز شد. آزمون ریز سختی توسط دستگاه سختی سنجی Vickers (Matsuzawa, model MHT2, Japan) و با استفاده از نیروی عمودی ۱۰۰ گرم به مدت ۱۰ ثانیه انجام گرفت. اثر این نیرو روی سطح نمونه به صورت یک لوزی بود که با اندازه گیری دو قطر لوزی و محاسبه میانگین آن، عدد سختی ویکرز (Vickers Hardness Number [VHN]) از جدول مخصوص آن به دست آمد. از هر نمونه در سه نقطه

آزمون سختی گرفته شد و میانگین این سه نقطه برای آن نمونه منظور گردید.

بعد از اندازه گیری ریزسختی اولیه، نمونه‌های گروه اول تحت درمان سفیدکردن در خانه قرار گرفتند. برای این منظور، بلوک‌های رزینی در داخل گچ مانت شدند به طوری که یک آرک بیضی شکل تشکیل شد که مشابه با قوس بالا بود (تصویر ۱). این آرک توسط دو لایه موم صورتی پوشانده شد تا امکان ساخت تری اختصاصی فراهم شود. بعد از آماده شدن تری اختصاصی، از نمونه‌ها قالب آلژیناتی تهیه شد و به لابراتوار ارسال شد تا تری بلیچینگ برای آرک ساخته شود.

تصویر ۱ : مانت کردن نمونه‌ها جهت ساخت‌تری بلیچینگ در روش بلیچینگ در خانه

برای انجام بلیچینگ در خانه از کاربامايد پراکساید ۱۵ درصد (Opalescence; Ultradent Products Inc.,South Jordan, UT, USA) استفاده شد. پس از خشک کردن سطح با پنبه، ژل کاربامید پراکساید با ضخامت ۲-۱ mm روی پنجره درمانی هر نمونه قرار گرفت و سپس تری مخصوص بلیچینگ روی سطح آرک گذاشته شد. کست گچی در داخل یک ظرف در بسته حاوی بزاق مصنوعی Fusayama Meyer قرار گرفت. بزاق مصنوعی در دانشکده داروسازی مشهد ساخته شد. بعد از گذشت ۸ ساعت، ژل بلیچینگ از سطح دندان‌ها شسته شد و باقی روز نمونه‌ها فقط در داخل بزاق مصنوعی نگهداری شدند. این روند به صورت روزانه به مدت ۱۵ روز تکرار شد و در این مدت بزاق مصنوعی هر روز تعویض گردید.

در گروه دوم این مطالعه، از روش سفیدکردن در مطب با کمک نور لیزر استفاده شد. دستگاه مورد استفاده در این تحقیق، لیزر دیود گالیوم - آلومینیوم – آرسنايد (GaAlAs) با طول موج ۸۱۰ nm (ARC Laser GmbH, Nuremberg, Germany) بود. پس از خشک کردن سطح نمونه‌ها با رل پنبه، ژل هیدروژن پراکساید ۴۰ درصد (Opalescence Xtra Boost; Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, USA) با ضخامت تقریبی ۲-۱ mm روی هر دندان قرار گرفت. سپس تابش لیزر به منظور فعال سازی حرارتی ژل بلیچینگ انجام شد. برای تابش لیزر از هندپیس غیرتماسی و توان ۲ وات در حالت پیوسته استفاده شد و هندپیس دستگاه در فاصله ۲-۱ میلیمتر نسبت به دندان‌ها نگه داشته شد. این عمل سه بار با فاصله زمانی ۷ روز، و مجموعاً در طی مدت ۱۵ روز انجام گرفت (روزهای ۱، ۸ و ۱۵). در هر جلسه ژل بلیچینگ روی سطح نمونه در مجموع ۱۰ دقیقه باقی ماند و در این مدت تابش لیزر ٤ بار و هر بار به مدت ۱۵ ثانیه (دانسیته انرژی ۷۸ J/cm^2) با فواصل زمانی ۲ دقیقه صورت گرفت. اولین تابش لیزر، یک دقیقه بعد از گذاشتن ژل بلیچینگ انجام شد. سپس نمونه‌ها با آب فروان شسته شده و در بزاق مصنوعی نگهداری شدند.

در نهایت، نمونه‌های هر دو گروه مجدداً تحت آزمون سختی ویکرز قرار گرفتند. این آزمون در شرایطی مشابه با شرایط اولیه انجام شد. در این مرحله هم از هر نمونه در

سه نقطه اندازه گیری ریزسختی انجام شد و میانگین این سه نقطه برای آن نمونه منظور گردید.

ابتدا آزمون Kolmogorov-Smirnov برای بررسی نرمال بودن داده‌ها انجام شد که در سطح α=۰/۰۵ فرض نرمال بودن در همه گروه‌ها پذیرفته شد (P>۰/۰۵). جهت مقایسه ریزسختی دو گروه چه در حالت قبل و چه بعد از سفیدکردن دندان‌ها از آزمون تی مستقل استفاده شد. مقایسه ریزسختی دندان‌ها قبل و بعد از سفیدکردن در هر گروه با کمک آزمون تی زوجی انجام گرفت. برای تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS با ویرایش ۱۶ استفاده شد و سطح معنی‌داری در تمام آزمون‌ها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته ها

جدول ۱، آمار توصیفی شامل میانگین و انحراف معیار (SD) مربوط به ریز سختی گروه‌های مورد مطالعه را قبل و بعد از درمان‌های سفیدکردن نشان می‌دهد. میزان سختی مینا بعد از هر دو روش سفیدکردن در خانه و سفیدکردن در مطب به کمک لیزر تفاوت قابل توجهی با حالت اولیه نداشت (P>۰/۰۵) (جدول ۱). درصد کاهش سختی در گروه ۱، به میزان ۸ درصد و در گروه ۲ به میزان ۱۴/۵ درصد بود.

مقایسه بین گروهی توسط آزمون تی مستقل هیچ تفاوت قابل توجهی را در میانگین تغییرات ریزسختی بین دو گروه مورد بررسی نشان نداد (P=۰/۵۶ و t=۰/۵۹) (جدول ۱).

جدول ۱ : میانگین و انحراف معیار مقادیر ریز سختی (VHN) گروه‌های مورد بررسی قبل و بعد از درمان‌های سفیدکردن دندان

روش	ابتدای کار		بعد از سفیدسازی		تفاوت قبل و بعد از سفیدکردن		نتیجه آزمون t زوجی
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	
بلیچینگ در خانه	۳۷٤	٤۸/۹	۳٤٤	۳۸/۱	۳۰	٤۷/۰۹	P=۰/۲۷۰
بلیچینگ در مطب به کمک لیزر	۳۵۸	٦۳/۳	۳۰٦	۳۸/۱	۵۲	٤۹/۸۷	P=۰/۱۵٤
نتیجه آزمون t مستقل	P= ۰/۵۵۷ و t=۰/٦		P=۰/۰۸۲ و t=۲/۱۰		P=۰/۵٦ و t=۰/۵۹		

بحث

در مطالعه حاضر تأثیر دو روش سفیدکردن در خانه و سفیدکردن در مطب به کمک لیزر روی ریزسختی مینا مورد مقایسه قرار گرفت. دندان‌های انسیزور گاوی به دلیل دسترسی آسان، سطح صاف و ویژگی‌های مشابه با مینای انسان در بسیاری از تحقیقات مورد استفاده قرار گرفته‌اند. آزمون ریزسختی شایع‌ترین تکنیک مورد استفاده برای ارزیابی اثرات پراکساید و فراورده‌های سفیدکننده روی خصوصیات مکانیکی سطح مینا و عاج است و تغییرات آن نشان دهنده تغییرات در مواد معدنی نمونه‌های سفیدشده می‌باشد. مواد مورد استفاده در این مطالعه کاربامايد پراکساید ۱۵ درصد و هیدروژن پراکساید ٤٠ درصد بود. کاربامايد پراکساید به هیدروژن پراکساید (۱/۳) و اوره (۲/۳) تجزیه می‌شود. اوره به نوبه خود به آمونیاک و دی‌اکسید کربن تبدیل شده و باعث افزایش PH می‌شود. هیدروژن پراکساید نیز به آب، اکسیژن و رادیکال‌های آزاد تبدیل و باعث اکسیداسیون پیگمان‌ها می‌شود. در فرایند سفیدکردن دندان، هیدروژن پراکساید به داخل ماتریکس آلی مینا و عاج منتشر می‌شود. وزن مولکولی هیدروژن پراکساید کم است، بنابراین به راحتی به داخل مینا نفوذ می‌کند. زمانی که هیدروژن پراکساید به داخل دندان منتشر می‌شود، می‌تواند با مواد ارگانیک رنگی داخل ساختار دندان واکنش دهد و باعث اکسیداسیون و کاهش مولکول‌های رنگی شود. در هر دو گروه مورد بررسی، نمونه‌ها قبل، بعد و در طول روند سفیدکردن در بزاق مصنوعی نگهداری شدند. pH بزاق و الکترولیت‌های آن هم مشابه بزاق انسانی تهیه شد. بزاق مهمترین فاکتور در رمینرالیزاسیون مینا می‌باشد. بنابراین در مطالعه حاضر بزاق به عنوان محلول رمینرالیزه کننده، نقش مهمی در افزایش سختی نمونه‌ها داشت.

در این مطالعه از لیزر دیود استفاده شد تا روند سفیدکردن در مطب را تسریع کند. اعتقاد بر این است که اثر حرارتی لیزر سرعت تجزیه پراکساید و تشکیل رادیکال‌های آزاد را افزایش می‌دهد و بنابراین اثر سفیدکنندگی در یک دوره زمانی کوتاه‌تر به دست می‌آید. ادعا شده که لیزر دیود در کاهش حساسیت دندان‌ها که اغلب بعد از درمان‌های سفیدکردن مشاهده می‌شود، موثر است.[۱۹] اما شواهد موجود در این زمینه که آیا کاربرد لیزر در فرایند سفیدکردن دندان شدت حساسیت بعد از درمان را افزایش یا کاهش می‌دهد، ناچیز است.[۲] مسلماً پارامترهای لیزر باید در یک محدوده ایمن حفظ شوند تا از افزایش درجه حرارت در پالپ که منجر به آزار پالپی می‌شود جلوگیری گردد. در این مطالعه از لیزر دیود در حالت CW[1] مطابق با دستورالعمل سازنده استفاده شد. همچنین از هندپیس غیرتماسی لیزر استفاده شد تا سبب پخش اشعه لیزر و ایجاد یک ناحیه نسبتاً بزرگ روی نمونه شود تا آسیب حرارتی به ساختار دندانی کاهش یابد.

در مطالعه حاضر میزان سختی مینا در گروه سفیدکردن در خانه به میزان ۸ درصد و در گروه سفیدکردن در مطب به کمک لیزر ١٤/٥ درصد کاهش نشان داد. با وجود این، میزان کاهش در محتوای معدنی در هیچ یک از دو گروه مورد بررسی از لحاظ آماری قابل توجه نبود. همچنین میزان سختی مینا بین دو گروه سفیدکردن در خانه و سفیدکردن در مطب به کمک لیزر تفاوت قابل توجهی چه در حالت قبل و چه بعد از سفیدکردن دندان نشان نداد. بنابراین، تحت شرایط این مطالعه هر دو روش سفیدکردن در خانه و سفیدکردن در مطب به کمک لیزر سبب کاهش اندکی در محتوای معدنی دندان شدند که از لحاظ آماری قابل توجه نبود. همچنین، بین دو تکنیک مورد بررسی

1. Continuous wave

تفاوت قابل توجهی از نظر ایجاد تغییرات مکانیکی در سطح مینا وجود نداشت. با وجود این، در تفسیر داده‌ها باید به چند نکته توجه داشت. اول این که نمونه‌های مورد بررسی در طول مدت مطالعه در بزاق مصنوعی نگهداری شدند که خود نقش مهمی در به حداقل رساندن تغییرات ایجاد شده در محتوای معدنی دندان‌ها در اثر درمان سفیدکردن دندان ایفا می‌کند. چنانچه نمونه‌ها در طول فرایند سفیدکردن دندان در معرض چرخه‌های پوسیدگی زا مشابه با محیط دهان قرار می‌گرفتند، ممکن بود میزان کاهش در محتوای معدنی دندان چشمگیر شود. دوم این که در مطالعه حاضر دندان‌های سالم و بدون پوسیدگی یا نقایص مینایی مورد استفاده قرار گرفت. مسلماً در دندان‌های دارای پوسیدگی اولیه یا حفره دار روند کاهش محتوای معدنی از قبل شروع شده و در صورتی که این دندان‌ها در معرض درمان‌های سفیدکردن دندان قرار بگیرند، ممکن است روند دمینرالیزاسیون تسریع شود و کاهش ایجاد شده در محتوای معدنی تأثیر مخرب بیشتری در سلامت و زیبایی درازمدت دندان ایفا نماید. درنهایت باید توجه داشت که در گروه سفیدکردن در خانه امکان آزادسازی کلسیم از گچ وجود داشت که می‌توانست تا حدودی توجیه‌کننده کمتر بودن تغییر در ریزسختی در این گروه نسبت به گروه سفیدکردن در مطب با کمک لیزر باشد. البته با توجه به ترکیب گچ استون که کلسیم سولفات کریستالیزه متراکم است و میزان حلالیت بسیار اندکی در آب نشان می‌دهد، امکان آزاد سازی یون کلسیم ناچیز است.

یافته‌های این مطالعه در تشابه با برخی از مطالعات پیشین است که هیچ تغییر قابل توجهی در خصوصیات مکانیکی، مورفولوژی یا ترکیب شیمیایی مینا در اثر درمان سفیدکردن با غلظت‌های متفاوتی از فراورده‌های حاوی هیدروژن پراکساید یا کارباميد پراکساید گزارش نکردند.[۲۲-۲۰و۱۶-۱۴و۱۲] برای نمونه، de Magalhaes و همکاران[۲۰] نشان دادند که فعال‌سازی ماده سفیدکننده توسط لیزر دیود تغییر قابل توجهی در میکروهاردنس مینای انسانی سفیدشده با هیدروژن پراکساید ۳۵ درصد ایجاد نکرد. Delfino و همکاران[۲۱] بیان کردند که میکروهاردنس مینای گاوی توسط بلیچینگ با ژل‌های کارباميد پراکساید ۱۰ درصد یا ۱۶ درصد یا نوارهای هیدروژن پراکساید ۶/۵ درصد تحت تأثیر قرار نگرفت. در مطالعه Maia و همکاران[۱۳] تأثیر دو ماده سفیدکننده خانگی (کارباماید پراکساید ۱۰ درصد و هیدروژن پراکساید ۷/۵ درصد) روی سختی مینا با گروه کنترل مقایسه شد. این نویسندگان تفاوت آماری قابل توجهی بین گروه‌های مختلف مشاهده نکردند، اگرچه تمایل به کاهش میکروهاردنس در گروه هیدروژن پراکساید ۷/۵ درصد وجود داشت که از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. در مطالعه Sa و همکاران[۲۲] تأثیر دو ماده جهت سفیدکردن در مطب که pH مختلف داشتند روی ساختار و خصوصیات مکانیکی مینا بررسی و تغییر قابل توجهی در میکروهاردنس مینا مشاهده نشد. محققان بیان کردند که حضور بزاق انسانی می‌تواند اثرات دمینرالیزه کننده ناشی از pH کم مواد بلیچینگ را کاهش دهد. برخی نویسندگان معتقدند که تغییرات به وجود آمده در ریزسختی، ساختار شیمیایی و بافت سطحی مینای سفیدشده از لحاظ بالینی اهمیت چندانی ندارد.[۲۳و۱۲]

برخلاف مطالعه حاضر، در تعدادی از مطالعات پیشین[۲۵و۲۴و۱۸و۱۷و۱۱و۱۰و۲] کاهش قابل توجهی در ریزسختی مینا به دنبال درمان‌های سفیدکردن گزارش شده است. Berger و همکارانش[۱۱] از هیدروژن پراکساید ۳۵ درصد به همراه لیزر دیود، LED و یا نور هالوژن جهت

سفیدکردن دندان استفاده کردند و کاهش قابل توجهی در سختی و تغییر در مورفولوژی مینا را بعد از درمان گزارش نمودند. Basting و همکاران[۱۷] نیز کاهش قابل توجهی را در میکروهاردنس مینای سالم و دمینرالیزه که در معرض کاربامید پراکساید ۱۰ درصد بودند، مشاهده کردند. بعضی مطالعات[۲۶و۱۲و۱۰] از دست رفتن بیشتر کلسیم و کاهش در نسبت کلسیم/فسفر را در نمونه‌های سفیدشده نشان دادند. سایر محققان[۲۷و۱۸] تغییراتی در مورفولوژی مینا شامل ایجاد حفره، موج دار شدن و افزایش در تخلخل و خشونت سطح را بعد از سفید کردن دندان مشاهده کردند.

شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد تأثیرات مخرب محصولات سفیدکننده روی مینا مستقیماً متناسب با غلظت هیدروژن پراکساید و مدت درمان سفیدکردن است.[۲۸و۱۰] Al-Salehi و همکاران[۱۰] بیان کردند که هر چه تماس با ماده بلیچینگ بیشتر باشد، میزان از دست رفتن کلسیم از ساختار دندان بیشتر می‌شود. برخی مطالعات نیز رابطه غلظت هیدروژن پراکساید را با کاهش میکروهاردنس بررسی و بیان کرده اند که هرچه غلظت هیدروژن پراکساید افزایش یابد، میزان کاهش در سختی مینا بیشتر خواهد بود و به همین دلیل استفاده از غلظت‌های کم مواد سفیدکننده را در طی دوره‌های زمانی طولانی توصیه کرده‌اند تا اثرات مضر سفیدکردن مانند حساسیت دندانی و تحریک لثه ای کاهش یابد.[۲۹] در مطالعه حاضر از دو تکنیک مختلف سفیدکردن در خانه و سفیدکردن در مطب به کمک لیزر استفاده شد. در روش سفیدکردن در مطب غلظت هیدروژن پراکساید بیشتر بود (۴۰ درصد). در تکنیک سفیدکردن در خانه غلظت ماده سفیدکننده کمتر بود ولی مدت زمان تماس آن با سطح دندان بیشتر بود (۸ ساعت در روز به مدت ۱۵ روز). نتایج این مطالعه پیشنهاد می‌کند که هر دو تکنیک سفیدکردن در خانه و سفیدکردن در مطب با کمک لیزر سبب کاهش اندکی در سختی مینای سالم می‌شوند. اگرچه این کاهش در محتوای معدنی مینا در هیچ یک از دو گروه مورد بررسی از لحاظ آماری معنی‌دار نبود، ولی در گروه سفیدکردن در مطب که از ژل هیدروژن پراکساید ۴۰ درصد استفاده شده بود، میزان کاهش در ریزسختی مینا حدود دو برابر بیشتر از گروه سفیدکردن در خانه بود و این نشان می‌دهد که غلظت بالای هیدروژن پراکساید احتمالاً نقش مهمی در از دست رفتن مواد مینرال از ساختار مینا ایفا می‌کند.

بعضی از نویسندگان جهت از بین بردن عوارض جانبی ناشی از درمان‌های سفیدکردن دندان اجزای رمینرالیزه کننده را به فراورده‌های بلیچینگ اضافه کرده یا مواد رمینرالیزاه کننده را روی مینای سفیدشده به کار برده‌اند.[۳۰و۲۵و۲۴] برای نمونه Borges و همکاران[۲۵] تأثیر کلسیم و فلوراید اضافه شده به ژل هیدروژن پراکساید ۳۵ درصد را روی ریزسختی مینا بررسی کردند. در این مطالعه، سختی سطح در گروهی که از ژل سفیدکننده به تنهایی استفاده شده بود به صورت قابل توجهی کاهش یافت، ولی اضافه کردن کلسیم و فلوراید به ژل سفیدکننده، سبب افزایش در سختی مینای سفیدشده گردید. با توجه به این که در مطالعه حاضر نیز مقدار کمی کاهش در محتوای معدنی دندان به خصوص بعد از درمان سفیدکردن در مطب با کمک لیزر مشاهده شد، استفاده از عوامل رمینرالیزه کننده حاوی فلوراید یا CPP-ACP پس از درمان مناسب به نظر می‌رسد. به جای آن می‌توان از ژل‌های سفیدکننده حاوی عوامل رمینرالیزه کننده جهت سفیدکردن دندان استفاده کرد.

پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی تأثیر سفیدکردن دندان در مطب با کمک لیزر و سفیدکردن دندان در مطب بدون استفاده از لیزر روی خصوصیات معدنی مینای سالم

و دمینرالیزه بررسی و با روش سفیدکردن در خانه مقایسه شود. استعداد دندان‌های سفیدشده به تشکیل حفره پوسیدگی نیز باید در درازمدت و در شرایط بالینی بررسی شود.

نتیجه گیری

با توجه به محدودیت‌های این مطالعه آزمایشگاهی:

هر دو فرایند سفیدکردن در خانه و سفیدکردن در مطب به کمک لیزر، به ترتیب باعث کاهش ۸ درصد و ۱٤/۵ درصد در ریزسختی مینا شدند که البته از لحاظ آماری قابل توجه نبود. تفاوت معنی‌داری بین دو تکنیک سفیدکردن در خانه و سفیدکردن در مطب به کمک لیزر از نظر تغییر در محتوای معدنی مینا وجود نداشت.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان نامه به شماره ۲۵۸۵ و طرح تحقیقاتی به شماره ۹۰۰٦۸٤ از دانشکده دندانپزشکی مشهد می‌باشد. بدینوسیله از همکاری معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مشهد که حمایت مالی را برای انجام این پژوهش فراهم نمودند، تقدیر و تشکر می‌گردد.

منابع

1. Luna A, Nascimento C, Chiavone-Filho O. Photodecomposition of hydrogen peroxide in highly saline aqueous medium. Braz J Chem Eng 2006; 23(3): 341-9.
2. Ghanbarzadeh M, Ahrari F, Akbari M, HamzeiH. Microhardness of demineralized enamel following home bleaching and laser-assisted in office bleaching. J Clin Exp Dent 2015; 7(3): 405-9.
3. Ahrari F, Akbari M, Mohammadpour S, Forghani M. The efficacy of laser-assisted in-office bleaching and home bleaching on sound and demineralized enamel. Laser Ther 2015; 24(4): 257-64.
4. Joiner A. Review of the effects of peroxide on enamel and dentine properties. J Dent 2007; 35(12): 889-96.
5. Dostalova T, Jelinkova H, Housova D, Sulc J, Nemec M, Miyagi M, et al. Diode laser-activated bleaching. Braz Dent J 2004; 15: I3-8.
6. Buchalla W, Attin T. External bleaching therapy with activation by heat, light or laser--A systematic review. Dent Mater 2007; 23(5): 586-96.
7. Kravitz ND, Kusnoto B. Soft-tissue lasers in orthodontics: An overview. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008; 133(4): 110-4.
8. Walsh L. The current status of laser applications in dentistry. Aust Dent J 2003; 48(3): 146-55.
9. Wetter NU, Branco EP, Deana AM, Pelino JE. Color differences of canines and incisors in a comparative long-term clinical trial of three bleaching systems. Lasers Med Sci 2009; 24(6): 941-7.
10. Al-Salehi S, Wood D, Hatton P. The effect of 24h non-stop hydrogen peroxide concentration on bovine enamel and dentine mineral content and microhardness. J Dent 2007; 35(11): 845-50.
11. Berger SB, Cavalli V, Ambrosano GM, Giannini M. Changes in surface morphology and mineralization level of human enamel following in-office bleaching with 35% hydrogen peroxide and light irradiation. Gen Dent 2010; 58(2): 74-9.
12. Potocnik I, Kosec L, Gaspersic D. Effect of 10% carbamide peroxide bleaching gel on enamel microhardness, microstructure, and mineral content. J Endod 2000; 26(4): 203-6.
13. Maia E, Baratieri LN, Caldeira de Andrada MA, Monteiro S, Jr., Vieira LC. The influence of two home-applied bleaching agents on enamel microhardness: An in situ study. J Dent 2008; 36(1): 2-7.
14. Smidt A, Feuerstein O, Topel M. Mechanical, morphologic, and chemical effects of carbamide peroxide bleaching agents on human enamel in situ. Quintessence Int 2011; 42(5): 407-12.
15. Uthappa R, Suprith ML, Bhandary S, Dash S. A comparative study of different bleaching agents on the morphology of human enamel: An *in vitro* SEM study. J Contemp Dent Pract 2012; 13(6): 756-9.
16. Rajesh AG, Ranganath LM, Kumar KS, Rao BS. Surface morphological changes in human enamel following bleaching: An *in vitro* scanning electron microscopic study. J Contemp Dent Pract 2012; 13(3): 405-15.
17. Basting RT, Rodrigues Junior AL, Serra MC. The effect of 10% carbamide peroxide bleaching material on microhardness of sound and demineralized enamel and dentin in situ. Oper Dent 2001; 26(6): 531-9.
18. Grobler SR, Majeed A, Moola MH. Effect of various tooth-whitening products on enamel microhardness. SADJ 2009; 64(10): 474-9.

19. Strobl A, Gutknecht N, Franzen R, Hilgers RD, Lampert F, Meister J. Laser-assisted in-office bleaching using a neodymium:yttrium-aluminum-garnet laser: An *in vivo* study. Lasers Med Sci 2010; 25(4): 503-9.
20. de Magalhaes MT, Basting RT, de Almeida ER, Pelino JE. Diode laser effect on enamel microhardness after dental bleaching associated with fluoride. Photomed Laser Surg 2009; 27(6): 937-41.
21. Delfino CS, Chinelatti MA, Carrasco-Guerisoli LD, Batista AR, Froner IC, Palma-Dibb RG. Effectiveness of home bleaching agents in discolored teeth and influence on enamel microhardness. J Appl Oral Sci 2009; 17(4): 284-8.
22. Sa Y, Sun L, Wang Z, Ma X, Liang S, Xing W, et al. Effects of two in-office bleaching agents with different pH on the structure of human enamel: An in situ and *in vitro* study. Oper Dent 2013; 38(1): 100-10.
23. Rodrigues JA, Marchi GM, Ambrosano GM, Heymann HO, Pimenta LA. Microhardness evaluation of in situ vital bleaching on human dental enamel using a novel study design. Dent Mater 2005; 21(11): 1059-67.
24. Cavalli V, Rodrigues LK, Paes-Leme AF, Brancalion ML, Arruda MA, Berger SB, et al. Effects of bleaching agents containing fluoride and calcium on human enamel. Quintessence Int 2010; 41(8): 157-65.
25. Borges AB, Samezima LY, Fonseca LP, Yui KC, Borges AL, Torres CR. Influence of potentially remineralizing agents on bleached enamel microhardness. Oper Dent 2009; 34(5): 593-7.
26. Tezel H, Ertas OS, Ozata F, DalgarH, Korkut ZO. Effect of bleaching agents on calcium loss from the enamel surface. Quintessence Int 2007; 38(4): 339-47.
27. Yeh ST, Su Y, Lu YC, Lee SY. Surface changes and acid dissolution of enamel after carbamide peroxide bleach treatment. Oper Dent 2005; 30(4): 507-15.
28. Bistey T, Nagy IP, Simo A, Hegedus C. *In vitro* FT-IR study of the effects of hydrogen peroxide on superficial tooth enamel. J Dent 2007; 35(4): 325-30.
29. Pretty IA, Edgar WM, Higham SM. The effect of bleaching on enamel susceptibility to acid erosion and demineralisation. Br Dent J 2005; 198(5): 285-90.
30. Bayrak S, Tunc ES, Sonmez IS, Egilmez T, Ozmen B. Effects of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate (CPP-ACP) application on enamel microhardness after bleaching. Am J Dent 2009; 22(6): 393-6.