Evaluation of the effect of nanohydroxyapatite-containing toothpaste and mouthwash on remineralization of early enamel caries and occluding of dentinal tubules

Abdolrahim Davari[1], Farnaz Farahat[2], Sepideh Abbasi[3,*]

1- Professor, Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran; Member of Social Determinant of Oral Health Research Center, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
2- Associate Professor, Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
3- Post-Graduate Student, Department of Operative Dentistry, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

Article Info

Article type:
Original Article

Article History:
Received: 12 Oct 2021
Accepted: 19 Jul 2022
Published: 22 Jul 2022

Corresponding Author:
Sepideh Abbasi

Department of Operative Dentistry, ShahidSadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

(Email: sepideabbasidnt@gmail.com)

Abstract

Background and Aims: Different factors play a role in causing tooth decay. Modern dentistry is looking for a way to prevent tooth decay and suggests different ways to increase remineralization. The aim of this study was to evaluate the effect of nanohydroxyapatite toothpaste and mouthwash on remineralization of primary enamel lesions and obstruction of tubules.

Materials and Methods: In this study, 90 human extracted central teeth were used. Artificial decay was induced by placing the specimens for 72 hrs in a demineralization solution in an incubator at 37 °C. Hardness of the specimens was determined by a microhardness test before any surface treatment. The specimens were then divided randomly into 6 groups of 15. For 1-6 groups, the specimens were subjected to a pH cycling for 14 days, which included 3 hrs of demineralization and 21 hrs of remineralization. At the same time, 1-3 groups were in contact with diluted toothpaste in a ratio of 1:3 with deionized water at a rate of 5 ml twice a day for two min. Eac specimen of 4-6 groups was exposed to 5 ml of three types of mouthwashes for one min. Then, the specimens were cut in the buccolingual direction in order to simultaneously evaluate the dentinal tubules and Vickers microhardness test was performed again and the before and after microhardness values were compared. Then, the percentage of deposition on the surface and tubule obstruction were analyzed using SEM (Scanning electron microscope) (P=0.006). Data were analyzed using SPSS24 software bu the descriptive statistics, ANOVA analysis of variance, and multiple Tukey comparisons.

Results: The results of analysis of variance test showed that there was a statistically significant difference in the microhardness changes between study groups (P=0.006). Also, in-group analysis of microhardness changes, there was a significant difference (P<0.0001). Besides, only in the group containing 0.5% nanohydroxyapatite toothpaste, more than 50% tubule deposition and obstraction was observed (P<0.05).

Conclusion: According to the present study, nanohydroxyapatite can be one of the treatment strategies to repair incipient lesions of teeth and the addition of nanohydroxyapatite, preferably to toothpaste, increases the dental microhardness.

Keywords: Nanohydroxyapatite, Microhardness, Demineralization, Remineralization, Caries

Journal of Dental Medicine-Tehran University of Medical Sciences 2022;35:9

Cite this article as: Davari A, Farahat F, Abbasi S. Evaluation of the effect of nanohydroxyapatite-containing toothpaste and mouthwash on remineralization of early enamel caries and occluding of dentinal tubules. J Dent Med-TUMS. 2022;35:9.

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-07-22]

Copyright © 2022 Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

بررسی اثر خمیردندان و دهانشویه نانوهیدروکسی آپاتیت بر رمینرالیزاسیون ضایعات اولیه مینایی و انسداد توبول‌های عاجی

عبدالرحیم داوری[۱]، فرناز فراهت[۲]، سپیده عباسی[۳،*]

۱- استاد گروه آموزشی دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی شهید صدوقی، یزد، ایران؛ عضو مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت دهان و دندان، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی، یزد، ایران
۲- دانشیار گروه آموزشی دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی شهید صدوقی، یزد، ایران
۳- دستیار تخصصی گروه آموزشی دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی، یزد، ایران

چکیده

زمینه و هدف: عوامل مختلفی در ایجاد پوسیدگی دندان نقش دارند، دندانپزشکی مدرن به دنبال راهی برای بهبود پوسیدگی دندان و راه‌های مختلفی برای افزایش رمینرالیزاسیون است. هدف از این مطالعه بررسی اثر خمیردندان و دهانشویه نانوهیدروکسی آپاتیت بر رمینرالیزاسیون ضایعات اولیه مینایی و انسداد توبول‌ها بود.

روش بررسی: در این مطالعه تعداد ۹۰ دندان سانترال کشیده شده انسانی استفاده شد. پوسیدگی مصنوعی به وسیله قرار دادن نمونه‌ها به مدت ۷۲ ساعت در محلول دمینرالیزاسیون در انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد ایجاد گردید. سختی نمونه‌ها قبل از شروع آزمایش توسط تست میکروهاردنس انجام شد. نمونه‌ها با توجه به جدول اعداد تصادفی به ۶ گروه ۱۵ تایی تقسیم شدند. برای گروه ۶-۱ نمونه‌ها به مدت ۱۴ روز تحت سیکل pH قرار گرفتند که شامل ۳ ساعت دمینرالیزاسیون و ۲۱ ساعت رمینرالیزاسیون بود. هم زمان گروه‌های ۳-۱ دو بار در روز در تماس با خمیردندان رقیق شده به نسبت ۱:۳ با آب دیونیزه به میزان ۵ میلی لیتر به مدت دو دقیقه قرار گرفتند. نمونه‌های گروه‌های ۶-۴ به میزان ۵ میلی لیتر برای هر نمونه در تماس با سه نوع دهانشویه به مدت یک دقیقه قرار گرفت. سپس نمونه‌ها در جهت باکولینگوال به منظور ارزیابی هم زمان توبول‌های عاجی برش خوردند و مجدداً تست میکروهاردنس ویکرز انجام و نتایج قبل و بعد مقایسه و میزان درصد رسوب روی سطح و انسداد توبولی توسط SEM گزارش گردید (P=۰/۰۰۶). سپس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS24 و آمار توصیفی و تحلیل واریانس ANOVA و مقایسه‌های چندگانه Tukey تجزیه و تحلیل گردید.

یافته‌ها: آزمون آماری نشان داد که بین گروه‌های مورد مطالعه اختلاف آماری معنی‌داری در تغییرات میکروهاردنس وجود دارد (P=۰/۰۰۶). همچنین آنالیز درون گروهی تغییرات میکروهاردنس در گروه‌های مورد مطالعه نشان داد که اختلاف معنی‌داری وجود دارد (P<۰/۰۰۰۱). همچنین در بررسی میکروسکوپ الکترونی توبول‌های عاجی تنها در گروه حاوی خمیردندان نانوهیدروکسی آپاتایت ۰/۵٪ انسداد و رسوب توبول‌ها بیش از ۵۰٪ مشاهده گردید (P<۰/۰۵).

نتیجه گیری: با توجه به مطالعه حاضر، نانوهیدروکسی آپاتیت می‌تواند یکی از استراتژی‌های درمانی جهت بازسازی ضایعات پوسیدگی اولیه باشد و اضافه شدن نانوهیدروکسی آپاتیت ترجیحاً به خمیردندان سبب افزایش میکروهاردنس دندان می‌گردد.

کلید واژه‌ها: نانوهیدروکسی آپاتیت، میکروهاردنس، دمینرالیزاسیون، رمینرالیزاسیون، پوسیدگی

مجله دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران
دوره ۳۵ مقاله ۹، ۱۴۰۱

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۲۰
پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۲۸
انتشار: ۱۴۰۱/۰۴/۳۱

نویسنده مسؤول:
سپیده عباسی

گروه دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی، یزد، ایران

(Email: sepideabbasidnt@gmail.com)

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-07-22]

مقدمه

دندانپزشکی مدرن بر روی پیشگیری و مداخله حداقل و نیز جایگزینی سوبسترای دندانی از دست رفته با مواد بیواکتیو تمرکز کرده است. پروسه رمینرالیزاسیون توسط درجه اشباع محلول‌های دهانی (بزاق و پلاک) در رابطه با کریستال‌های آپاتیت کنترل می‌شود. در صورت مساعد بودن شرایط، رمینرالیزاسیون ممکن است پروسه غالب باشد. روش‌های متعددی برای رمینرالیزاسیون ساختار دندانی معرفی شده است، وارنیش‌های فلوراید برای جلوگیری از ایجاد ضایعات اولیه مینا در حضور یون‌های کلسیم و فسفات برای ایجاد فلوروآپاتیت مؤثر شناخته شده‌اند (۱).

از آنجایی که استفاده بیش از حد از فلوراید باعث فلوروزیس بخصوص در کودکان پیش دبستانی می‌شود، نیاز به یک راه جایگزین برای رمینرالیزاسیون پوسیدگی‌ها که مثل فلوراید مؤثر باشد ولی اثرات مضر آن را نداشته باشد، وجود دارد (۲). رمینرالیزاسیون ضایعات مینایی در مفهوم حداقل مداخلات دندانپزشکی منجر به معرفی مواد مختلف زیست سازگار نظیر تری کلسیم فسفات، گلاس‌های بیو اکتیو (کلسیم سدیم فسفوسیلیکات)، محصولات بر پایه کازیین و در نهایت Nano- hydroxyapatite (n-HAP) شد (۳).

n-HAP به عنوان یکی از زیست سازگارترین و زیست فعال‌ترین مواد در نظر گرفته می‌شود که در سال‌های اخیر در دندانپزشکی و پزشکی مقبولیت خاصی را به دست آورده است. مورفولوژی و ساختار پارتیکل‌های نانوی هیدروکسی آپاتیت شبیه به کریستال‌های آپاتیت مینا هستند. پژوهش‌های آزمایشگاهی سیکل pH نشان داده‌اند که هیدروکسی آپاتیت بیش از فلوراید پتانسیل رمینرالیزاسیون ضایعات مینایی را دارد و همچنین می‌تواند موجب رمینرالیزاسیون مینا در اطراف مارژین‌های ترمیم شود. مکانسیم دقیق اثر نانوهیدروکسی آپاتایت هنوز واضح نیست، گروهی از محقیق بر این باورند که نانوهیدروکسی آپاتاتیت یک لایه مینایی سنتتیک را در اطراف مینا ایجاد می‌کند، یا نانوپارتیکل‌های آپاتیت را در اطراف ضایعات رسوب می‌دهد و برخی دیگر بیان می‌کنند که نانوهیدروکسی آپاتیت به عنوان ذخیره کننده کلسیم و فسفر عمل می‌کند و یک حالت فوق اشباع را بوجود می‌آورد و اینگونه از دمینرالیزاسیون جلوگیری کرده و باعث تقویت رمینرالیزاسیون می‌شود (۴). لازم به ذکر است که n-HAP هنگام ترکیب با فلوراید در فرمولاسیون‌های آبی مانند خمیردندان و دهانشویه، غلظت F قابل دسترس زیستی را کاهش می‌دهد، که این امر باعث کاهش ریسک فلوروزیس می‌شود (۵).

حساسیت عاجی یک وضعیت کلینیکی دردناک است که اغلب در بزرگسالان مشاهده می‌شود. حساسیت عاجی در نتیجه استفاده بیش از حد از غذاهای اسیدی، سایش دندانی به دلیل استرس و پارافانکشن، تحلیل لثه به دلیل مسواک زدن خشن و نادرست و بیماری‌های پریودنتال محتمل است (۶).

یک رویکرد منطقی برای کنترل حساسیت عاجی، انسداد یا کاهش قطر توبول‌ها است. استفاده از عوامل مسدود کننده توبول‌های عاجی می‌توانند یک مانع با رسوب پروتئین (حاوی آرژینین) و یون‌های کلسیم و فسفات روی سطح یا درون اوریفیس توبول‌ها ایجاد کندکه در موادی نظیر خمیردندان‌های حاوی پتاسیم نیترات، نیترات نقره، استرانسیوم کلراید و فلوراید موجود هستند. همچنین درمان‌های در مطب شامل (Iontophoresis) انتقال ذرات باردار فلوراید، کاربرد رزین ادهزیوها و لیزر بافت سخت می‌باشد (۷).

تحقیقات جدید در استفاده از مواد معدنی دندان (کلسیم و فسفات) منجر به تولید n-HAP بمنظور بستن توبول‌های عاجی شده است. از آنجایی که n-HAP جز اصلی دندان و استخوان است، به عنوان یک ماده مسدود کننده توبول‌های عاجی مناسب می‌باشد.

در مطالعات گذشته مقایسه اثر خمیردندان و دهانشویه نانوهیدروکسی آپاتیت بر رمینرالیزاسیون ضایعات مینایی صورت گرفته و نشان داده شده که تأثیر بیشتری نسبت به خمیردندان‌های حاوی آمین فلوراید و سدیم فلوراید دارد و در انسداد توبول‌های عاجی تأثیر بیشتری بر انسداد توبول‌های عاجی نسبت به خمیردندان‌های حاوی فلوراید دارد.

با توجه به وجود اختلاف نظر مطالعات قبلی درمورد برتری خمیردندان نانوهیدروکسی آپاتیت در مقایسه با خمیردندان سدیم فلوراید و مطالعات انگشت شمار در مورد بررسی اثر دهانشویه نانوهیدروکسی آپاتیت، هدف از این تحقیق بررسی اثر خمیردندان و دهانشویه n-HAP بر رمینرالیزاسیون ضایعات اولیه ی مینایی و نیز انسداد توبول‌های عاجی می‌باشد.

روش بررسی

نوع مطالعه تجربی (Experimental) و به روش آزمایشگاهی

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-07-22]

(Invitro) بود. در این مطالعه تعداد ۹۰ دندان سانترال کشیده شده انسانی بدون ترمیم و پوسیدگی استفاده شد. تاج دندان‌ها توسط دیسک الماسی coarse از ۲ میلی متر زیر CEJ قطع و برای مطالعه مورد استفاده قرار گرفتند.

برای مسطح کردن مینای سطح، نمونه‌ها توسط دیسک‌های الماسی سیلیکون کارباید با خشونت ۴۰۰، ۶۰۰ و ۸۰۰ گریت پالیش شدند، به طوری که هر دیسک ۵ مرتبه در جهت عقربه‌های ساعت بروی سطح استفاده شد. سپس برای برداشت اسمیر لایر از اسید سیتریک ۱۰٪ (pH=۲) برای دو دقیقه استفاده و نمونه‌ها در آب مقطر (pH=۷) قرار گرفتند (۸).

دندان‌ها با اپوکسی رزین مانت شده به نحویکه سطح باکال آن‌ها قابل دسترسی باشد و تمامی سطح باکال نمونه به جز ناحیه‌ای به ابعاد ۲×۴ میلی متر با لاک ناخن مقاوم به اسید (Jetset, Loral, Karlsruhe, Germany) پوشانده شدند. سپس نمونه‌ها شماره گذاری و با توجه به انجام آزمایشات مداخله‌ای روی سطح دندان، قبل از شروع آزمایش جهت ارزیابی تاثیرعوامل مداخله‌گر، سختی سطح، توسط تست میکروهاردنس ویکرز (SCTMC, MHV10002, China) با نیروی ۲۰۰ گرم در طی ۱۰ ثانیه تحت آزمایش قرار گرفتند. هاردنس در سه نقطه از سطح اندازه گیری و میانگین آن به عنوان عدد سختی ویکرز در نظر گرفته شد (Kg/mm^2).

ترکیبات محلول دمینرالیزاسیون شامل:

CaCl2=2.2Mm, NaH2Po4=2.2Mm, Lactic acid=0.05mM

که توسط ۵۰٪ (NaOH) pH 4.5، تنظیم و سپس پوسیدگی مصنوعی به وسیله قرار دادن نمونه‌ها به مدت ۷۲ ساعت در این محلول در انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سانتی گراد ایجاد گردید (۹).

پس از خارج کردن نمونه‌ها از انکوباتور، به مدت ۲۰ ثانیه با نرمال سالین شسته و مجدداً نمونه‌ها مورد تست ویکرز قرار گرفتند. نمونه‌ها به صورت رندوم با توجه به جدول اعداد تصادفی به ۶ گروه ۱۵ تایی تقسیم شدند.

گروه ۱: خمیردندان نانوهیدروکسی آپاتییت ۰/۵ درصد آرپی (شرکت تک کاج،EXOFY ، ایران)

گروه ۲: خمیردندان نانوهیدروکسی آپاتیت ۰/۱ درصد آرپی (شرکت تک کاج،EXOFY، ایران)

گروه ۳: خمیردندان سدیم فلوراید آرپی (گروه کنترل)، (شرکت تک کاج،EXOFY ، ایران)

گروه ۴: دهانشویه میکروهیدروکسی آپاتیت ۰/۰۱ درصد ایرشا (لابراتوار داروسازی شفا)

گروه ۵: دهانشویه نانوهیدروکسی آپاتیت ۰/۰۱ درصد ایرشا (لابراتوار داروسازی شفا)

گروه۶ : دهانشویه سدیم فلوراید ایرشا ۰/۰۵ درصد (گروه کنترل)، (لابراتوار داروسازی شفا)

برای گروه ۶-۱ نمونه‌ها به مدت ۱۴ روزتحت سیکل pH شامل ۳ ساعت دمینرالیزاسیون و ۲۱ ساعت رمینرالیزاسیون قرارگرفتند. به این ترتیب که از محلول ایجاد کننده پوسیدگی مصنوعی به عنوان محلول دمینرالیزاسیون و از محلول بزاق مصنوعی به عنوان محلول رمینرالیزاسیون استفاده شد. هم زمان با انجام سیکل pH در گروه‌های ۳-۱ نمونه‌ها دو بار در روز به مدت دو دقیقه در تماس با خمیردندان رقیق شده به نسبت ۱:۳ با آب دیونیزه به میزان ۵ میلی لیتر قرار گرفتند.

نمونه‌های گروه‌های ۶-۴ به مدت یک دقیقه به میزان ۵ میلی لیتر برای هر نمونه در تماس با سه نوع دهانشویه قرار گرفتند.

پس از پایان سیکل pH مجددا تست میکروهاردنس ویکرز روی تمامی نمونه‌ها انجام و نتایج قبل و بعد مقایسه و درصد رسوب روی سطح و انسداد توبول‌ها (percentage of surface micro hardness recovery) تعیین شد.

سپس از هر گروه یک نمونه جهت بررسی زیر میکروسکوپ الکترونی انتخاب و نمونه‌ها در جهت باکولینگوال به منظور ارزیابی هم زمان توبول‌های عاجی برش خوردند، سپس نمونه‌ها با لایه نازک آلیاژ طلا- پالادیوم (sputter- gold) پوشانده و با SEM (JSM-IT200, Jeol, Japan) در ولتاژ پرتو 15Kv و با بزرگنمایی 1000X مشاهده و چهار حالت در نظر گرفته شد.

۱- Completely occluded tubules (COT %): حالتی که بیش از نصف توبول‌ها مسدود شده باشند.

۲- Partially-occluded tubules (POT %): حالتی که کمتر از نصف توبول‌ها مسدود شده باشند.

۳- Fully-open tubules (FOT %): حالتی که هیچ گونه ته نشینی و انسدادی صورت نگرفته است.

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-07-22]

۴- Surface area covered by deposit precipitate layer (DPL %): حالتی که یک لایه نازک روی توبول‌ها هست ولی درون توبول‌ها مسدود نشده است.

بعد از جمع آوری اطلاعات نمونه‌ها را شماره گذاری و سپس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS24 و آمار توصیفی و تحلیل واریانس ANOVA و مقایسه‌های چندگانه Tukey تجزیه و تحلیل گردید.

یافته‌ها

میانگین و انحراف معیار میکروهاردنس اندازه گیری شده در گروه‌های استفاده شده از خمیردندان در ابتدای مطالعه (مرحله اول)، پس از ایجاد پوسیدگی (مرحله دوم) و بعد از فرآیند درمان (مرحله سوم) به وسیله غوطه ورسازی در خمیردندان در جدول ۱ قابل مشاهده است. نتایج نشان داد که میانگین میکروهاردنس در هر سه گروه پس از درمان با خمیردندان افزایش یافت (P=۰/۰۰۶).

میانگین و انحراف معیار میکروهاردنس اندازه گیری شده در گروه‌های استفاده شده از دهانشویه در ابتدای مطالعه، پس از ایجاد پوسیدگی و بعد از فرایند درمان بوسیله غوطه ور سازی در هر یک از مواد مورد مطالعه نیز در جدول ۲ قابل مشاهده است (P<۰/۰۰۰۱).

نتایج مقایسه میانگین و انحراف معیار میکروهاردنس در تمام گروه‌های مورد مطالعه در مراحل سه گانه در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۱- داده‌های مقادیر ریزسختی نمونه‌ها در گروه‌های استفاده شده از خمیردندان

گروه	تعداد نمونه‌ها	مرحله اول (ابتدای مطالعه)	مرحله دوم (دمینرالیزاسیون)	مرحله سوم (درمان)	P-value
گروه ۱	۱۵	۲۷۳/۵۳ ± ۲۴/۱۷	۱۷۴/۹۷ ± ۳۳/۹۸	۲۲۷/۷۹ ± ۳۴/۷۸	P<۰/۰۰۱
گروه ۲	۱۵	۲۷۳/۵۶ ± ۲۶/۷۷	۱۷۱/۲۱ ± ۳۰/۵۸	۱۹۴/۷۹ ± ۳۱/۲۶	P<۰/۰۰۱
گروه ۳	۱۵	۲۳۶/۳۳ ± ۳۶/۷۵	۱۴۸/۵۷ ± ۴۰/۶۲	۱۵۳/۳۱ ± ۴۰/۸۶	P<۰/۰۰۱
					P=۰/۰۰۶

جدول ۲- داده‌های مقادیر ریزسختی نمونه‌ها در گروه‌های استفاده شده از دهانشویه

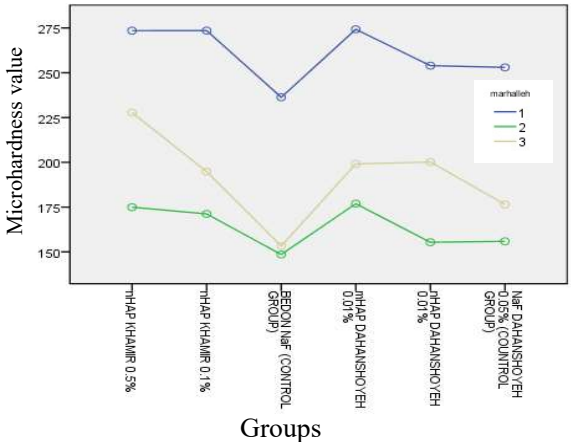
گروه	تعداد نمونه‌ها	مرحله اول	مرحله دمینرالیزاسیون	مرحله سوم	P-value
گروه ۱	۱۵	۲۷۴/۲۹ ± ۲۹/۵۰	۱۷۶/۹۱ ± ۴۴/۳۷	۱۹۹/۱۳ ± ۴۶/۲۴	P<۰/۰۰۰۱
گروه ۲	۱۵	۲۵۴/۰۰ ± ۳۲/۸۷	۱۵۵/۳۹ ± ۴۱/۶۷	۲۰۰/۱۸ ± ۴۹/۰۸	P<۰/۰۰۰۱
گروه ۳	۱۵	۲۵۳/۰۱ ± ۵۱/۲۱	۱۵۵/۹۲ ± ۵۰/۶۸	۱۷۶/۵۰ ± ۵۰/۹۹	P<۰/۰۰۰۱
					P<۰/۰۰۰۱

جدول ۳- داده‌های مقادیر ریزسختی نمونه‌ها در گروه‌های مختلف در مراحل سه گانه

گروه‌ها	مرحله اول	مرحله دمینرالیزاسیون	مرحله سوم	P-value
خمیردندان نانوهیدروکسی آپاتیت ۰/۵٪	۲۷۳/۵۳ ± ۲۴/۱۷	۱۷۴/۹۷ ± ۳۳/۹۸	۲۲۷/۷۹ ± ۳۴/۷۸	P=۰/۰۰۰
خمیردندان نانوهیدروکسی آپاتیت ۰/۱٪	۲۷۳/۵۶ ± ۲۶/۷۷	۱۷۱/۲۱ ± ۳۰/۵۸	۱۹۴/۷۹ ± ۳۱/۲۶	P=۰/۰۰۰
خمیردندان سدیم فلوراید	۲۳۶/۳۳ ± ۳۶/۷۵	۱۴۸/۵۷ ± ۴۰/۶۲	۱۵۳/۳۱ ± ۴۰/۸۶	P=۰/۰۰۰
دهانشویه میکروهیدروکسی آپاتیت ۰/۰۱٪	۲۷۴/۲۹ ± ۲۹/۵۰	۱۷۶/۹۱ ± ۴۴/۳۷	۱۹۹/۱۳ ± ۴۶/۲۴	P=۰/۰۰۰
دهانشویه نانوهیدروکسی آپاتیت ۰/۰۱٪	۲۵۴/۰۰ ± ۳۲/۸۷	۱۵۵/۳۹ ± ۴۱/۶۷	۲۰۰/۱۸ ± ۴۹/۰۸	P=۰/۰۰۰
دهانشویه سدیم فلوراید ۰/۰۵٪	۲۵۳/۰۱ ± ۵۱/۲۱	۱۵۵/۹۲ ± ۵۰/۶۸	۱۷۶/۵۰ ± ۵۰/۹۹	P=۰/۰۰۰
				P<۰/۰۰۰۱

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-07-22]

همچنین میانگین میکروهاردنس گروه‌های مختلف، قبل و بعد از دمینرالیزاسیون و پس از اعمال سیکل‌های تغییرpH در نمودار ۱ نشان داده شده است.

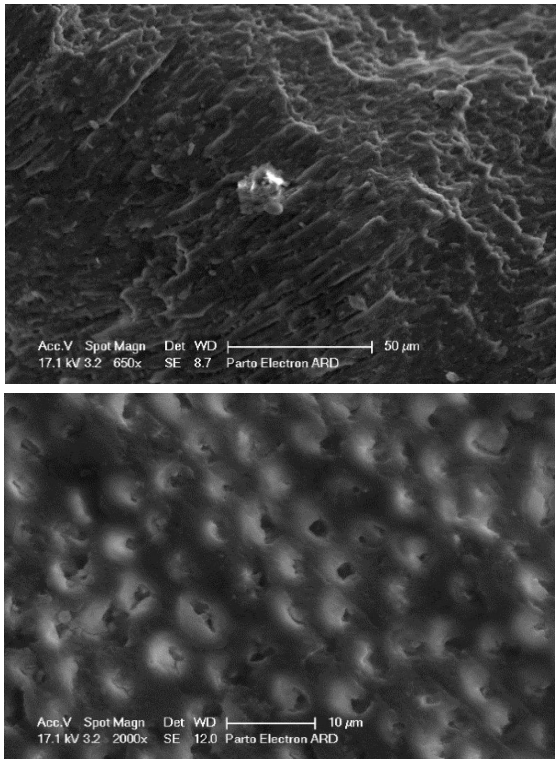


نمودار ۱- میانگین میکروهاردنس گروه‌های مختلف، قبل و بعد از دمینرالیزاسیون و پس از اعمال سیکل‌های تغییر pH

نتایج آزمون آنالیز واریانس اندازه‌های تکراری (Repeated measure) نشان داد که بین گروه‌های مورد مطالعه اختلاف آماری معنی‌داری در تغییرات میکروهاردنس وجود دارد (P=۰/۰۰۶). همچنین آنالیز درون گروهی تغییرات میکروهاردنس در گروه‌های مورد مطالعه نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین این تغییرات وجود دارد (P<۰/۰۰۰۱).

از طرفی مقایسه تغییرات میکروهاردنس در گروه‌های مورد مطالعه در مراحل سه گانه نشان داد که میزان میکروهاردنس در تمام گروه‌ها در مرحله سوم نسبت به مرحله دمینرالیزلسیون افزایش پیدا کرده بود (P<۰/۰۰۰۱). با این حال استفاده از خمیردندان نانوهیدروکسی آپاتیت ۰/۵ درصد در مقایسه با استفاده از خمیردندان نانوهیدروکسی آپاتیت ۰/۱٪ میزان میکروهاردنس بالاتری داشت (P<۰/۰۰۰۱). همچنین مقایسه تغییرات میکروهاردنس پس از مرحله دمینرالیزلسیون بین گروه‌ها نشان داد که استفاده از خمیردندان نانوهیدروکسی آپاتیت ۰/۵٪ در مقایسه با تمامی گروه‌ها میزان میکروهاردنس بالاتری داشت و نسبت به تمام مواد استفاده شده در مرحله سوم به طور مؤثرتری میزان میکروهاردنس را افزایش داده بود (P<۰/۰۰۰۱).

پس از بررسی تصاویر SEM بعد از انجام مراحل دمینرالیزاسیون و رمینرالیزاسیون، نتایج زیر مشاهده گردید. در گروه خمیردندان نانوهیدروکسی آپاتیت ۰/۱٪ انسداد توبول‌ها به میزان کمتر از ۵۰ ٪ مشاهده گردید ولی ته نشینی در سطح توبول‌ها مشاهده شد (شکل۱).



شکل ۱- رسوب خمیردندان ۰/۱٪ نانوهیدروکسی آپاتیت روی سطح

در گروه دهانشویه میکروهیدروکسی آپاتیت ۰/۰۱٪ هیچ گونه انسدادی در توبول‌ها مشاهده نشد ولی رسوب پارتیکل‌ها در سطح مشهود است.

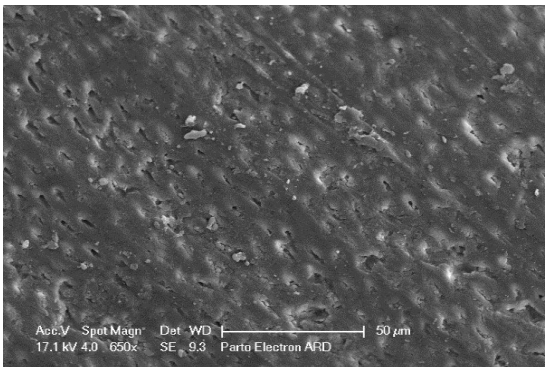
در گروه حاوی خمیردندان نانوهیدروکسی آپاتایت ۰/۵٪ انسداد و رسوب توبول‌ها بیش از ۵۰٪ مشاهده گردید (P<۰/۵) (شکل ۲).

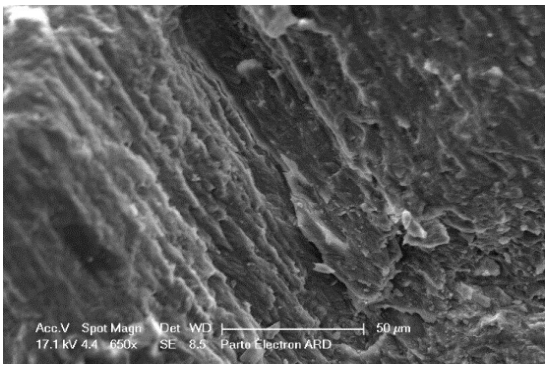
در گروه خمیردندان حاوی فلورید (بدون آپاتایت) عدم انسداد توبول‌ها مشاهده شد اما رسوب پارتیکل‌ها در سطح مشهود است.

در گروه دهانشویه سدیم فلوراید ۰/۰۵٪ (شاهد) هیچ گونه انسداد توبولی مشاهده نشد، ولی حضور پارتیکل‌ها در سطح مشهود است (شکل ۳).

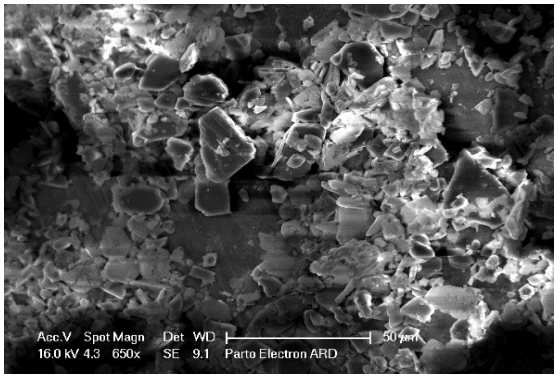
در گروه دهانشویه نانوهیدروکسی آپاتیت ۰/۰۱٪، کمتر از نصف توبول‌ها مسدود شده و رسوب پارتیکل‌ها در سطح مشهود است (شکل ۴).

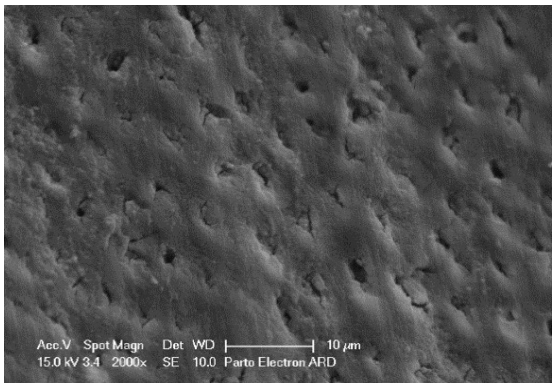
[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-07-22]



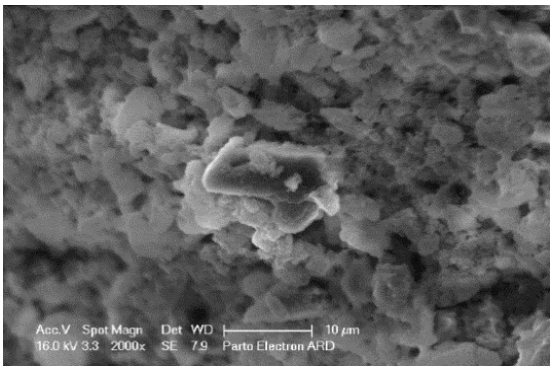


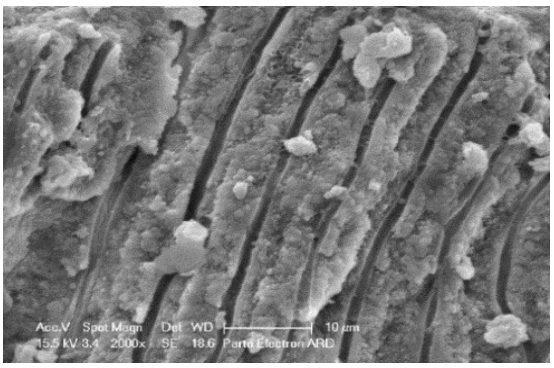
شکل ۲- رسوب خمیردندان ۰/۵٪ نانوهیدروکسی آپاتیت روی سطح





شکل ۳- دهانشویه بدون نانوهیدروکسی آپاتیت





شکل ۴- تصویرSEM از توبول‌های عاجی پس از تماس با دهانشویه نانوهیدروکسی آپاتیت ۰/۰۱٪

بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه آزمایشگاهی تاثیر شش روش درمانی در شش گروه دندان کشیده شده انسانی که به صورت مصنوعی در آن‌ها پوسیدگی ایجاد شده بود شامل استفاده از خمیردندان نانوهیدروکسی آپاتیت ۰/۵٪، خمیردندان نانوهیدروکسی آپاتیت ۰/۱٪ و خمیردندان سدیم فلوراید، استفاده از دهانشویه میکروهیدروکسی آپاتیت ۰/۰۱٪، دهانشویه نانوهیدروکسی آپاتیت ۰/۰۱٪ و دهانشویه سدیم فلوراید ۰/۰۵٪ به مدت دو هفته بر میزان رمینرالیزاسیون مینای دندان بررسی شد. اساس استفاده از نانوهیدروکسی آپاتیت بر پایه این حقیقت است که به دلیل شباهت به ساختار معدنی دندان می‌تواند توبول‌های عاجی باز را بسته و با آن‌ها ترکیب شود. همچنین ذرات نانو هیدروکسی آپاتیت سبب کاهش غلظت F قابل دسترس زیستی می‌گردد و در نتیجه ریسک فلوروزیس را کاهش می‌دهد (۱۰).

بر اساس نتایج آنالیزهای آماری مشخص شد که استفاده از خمیردندان و دهانشویه پس از مرحله دمینرالیزاسیون باعث افزایش میزان میکروهاردنس و رمینرالیزاسیون سطوح دندانی شد. با این وجود آنالیزهای

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-07-22]

بیشتر نشان داد که میانگین میکروهاردنس و رمینرالیزاسیون در روش درمانی استفاده از خمیردندان نانوهیدروکسی آپاتیت ۰/۵٪ نسبت به سایر روش‌ها میزان میکروهاردنس بالاتری داشت.

خمیردندان‌های حاوی نانوهیدروکسی آپاتیت برای اولین بار در سال ۱۹۸۰ در ژاپن معرفی شدند و برای انسداد کارآمد توبول‌ها استفاده شدند. فلوراید موجود در آن می‌تواند روی سطوح دندان تا ساعت‌ها بعد از استفاده باقی بماند و یون فلوراید آزاد کند. فلوراید باعث کاهش دمینرالیزاسیون می‌شود که این اثر را از طریق اثر ضد باکتری و ایجاد هیدروکسی آپاتایت فلوراید که به اسید مقاوم‌تر است، اعمال می‌کند. برخلاف میکروهیدروکسی آپاتیت، نانوهیدروکسی آپاتیت به راحتی می‌تواند در توبول‌های دندانی تجمع یابد و انسداد توبولی و کاهش حساسیت را بهبود ببخشد. به دلیل ناحیه سطحی بیشتر، فعالیت بیولوژیک و فعالیت شیمیایی نانوهیدروکسی آپاتیت، اتصال به آپاتیت عاج و مینای دندان را بهبود می‌بخشد (۱۱).

استفاده از مسواک و خمیردندان مهم‌ترین روش بکار رفته برای نگهداری دندان در میان جمعیت‌ها در جهان غرب است که هم برای زیبایی و کمک به پاکسازی دندان و تولید تنفس تازه، هم برای جلوگیری از تشکیل پلاک میکروبی مؤثر است.

Sitthisettapong و همکاران (۱۲) نشان دادند در گروهی که از خمیردندان حاوی فلوراید استفاده شده بود پوسیدگی دندانی از دیگر گروه‌ها بیشتر بود. همچنین در همه گروه‌های مطالعه (خمیردندان حاوی فلوراید، خمیردندان حاوی CPP-ACP و خمیردندان حاوی هر دو ترکیب) مساحت ناحیه رمینرالیزاسیون با گروه شاهد اختلاف معنی‌دار داشت. اما اختلاف میانگین مساحت ناحیه رمینرالیزاسیون در گروه‌های مختلف از نظر آماری معنی‌دار نبود. توافق نظر وجود دارد که فلوراید از طریق تداخل فیزیکی و شیمیایی باعث کاهش دمینرالیزاسیون و افزایش رمینرالیزاسیون می‌شود اما اثرآن نسبی است و به طور کامل نمی‌تواند جلوی پوسیدگی را بگیرد.

در سال ۲۰۱۱ Najibfard و همکاران (۱۳) نیز نشان دادند که خمیردندان حاوی نانوهیدروکسی آپاتیت در مقایسه با فلوراید رمینرالیزاسیون بیشتری را موجب می‌شود و مانع پیشرفت پوسیدگی می‌شود. همچنین Bennett و همکاران (۷) در سال ۲۰۱۵ در مقاله‌ای تحت عنوان "ارزیابی خمیردندان‌های حاوی نانوهیدروکسی آپاتیت در انسداد توبول‌های عاجی" چهار خمیردندان حاوی نانوهیدروکسی آپاتیت ۱۵٪، ۱۰٪، خمیردندان حاوی سدیم منوفلوروفسفات یا نوامین را در ۸۰ نفر دو بار در روز به مدت ۱۴ روز بررسی کردند، نشان دادند که خمیردندان‌های حاوی نانوهیدروکسی آپاتیت و نوامین به یک اندازه و بیشتر از خمیردندان حاوی سدیم مونوفلوروفسفات مؤثر هستند. همچنین در مطالعه حاضراستفاده از خمیردندان نانوهیدروکسی آپاتیت ۰/۵٪ در مقایسه با خمیردندان نانوهیدروکسی آپاتیت ۰/۱٪ و خمیردندان حاوی فلوراید، نشان دهنده اهمیت و تأثیرگذاری ذرات نانوهیدروکسی آپاتیت در بازسازی ضایعات پوسیدگی دندان در غلظت‌های پایین‌تر بود.

دهانشویه‌ها یکی از پر مصرف‌ترین مواد جهت مراقبت از دندان در دندانپزشکی می‌باشد این مواد با خواص آنتی میکروبیال وسیع در درمان بیماری‌های پریودنتال بکار می‌رود. Banihashemrad و همکاران (۱۴) در سال ۲۰۲۱ نشان دادند دهانشویه‌ها به دلیل ترکیبات اختصاصی علاوه بر خواص آنتی میکروبیال، توانایی اتصال به الیاف کلاژن عاج را داشته و به ترمیم دندان‌های پوسیده کمک شایانی می‌کنند. همچنین استفاده از دهانشویه باعث بهبود خواص مکانیکی (میکروهاردنس و مدولوس الاستیسیته) در هر یک از گروه‌های سالم و پریودنتیت مزمن نسبت به گروه‌های فاقد محلول شده است. اثر متقابل بین دندان‌های مورد مطالعه و دهانشویه در آزمایشات سختی سنجی، تفاوتی در مدلوس الاستیسیته سمنتوم و مدلوس الاستیسیته عاج دیده نشد. به این معنی که دهانشویه باعث بهبود خواص مکانیکی در هر دو گروه سالم و پریودنتیت گردیده است. از طرفی در مطالعه Haghgoo و همکاران (۱۵) در سال ۲۰۱۵ که به بررسی مقایسه‌ای اثرات دهانشویه نانو هیدروکسی آپاتیت و سدیم فلوراید بر رمینرالیزاسیون و میکروهاردنس دندان‌های دایمی انسان پرداختند، چنین عنوان کردند که هر دو سبب افزایش در ریز سختی دندان‌ها شده است.

همچنین نتایج مطالعه Kim و همکاران (۵) در سال ۲۰۰۷ نشان داد که نانوهیدروکسی آپاتیت در دهانشویه توانایی رمینرالیزاسیون ضایعات اولیه پوسیدگی را دارد البته لازم به ذکر هست که در مطالعه آن‌ها اثر هم زمان دهانشویه حاوی نانوهیدروکسی آپاتیت و سدیم فلوراید بر ضایعات اولیه پوسیدگی بررسی شده بود که وجود فلوراید می‌تواند اثر سینرژیکی در رمینرالیزاسیون این ضایعات داشته باشد.

در مطالعه ما مشاهده کردیم که استفاده از دهانشویه حاوی

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-07-22]

نانوهیدروکسی آپاتیت در مقایسه با دهانشویه حاوی فلوراید باعث بهبود میکروهاردنس در دندان‌ها شده و قدرت بازسازی بالاتری بعد از پوسیدگی از خود نشان داد و همسو با سایر مطالعات (۳،۶) بودکه نشان دهنده اثرات بازسازی ضایعات توسط نانوهیدروکسی آپاتیت می‌باشد.

هیدروکسی آپاتیت نوعی فسفات کلسیم است که به بخش اصلی Bioactivity معدنی مینا و عاج شباهت داشته و سازگاری زیستی دارد (۱۱). مطالعات نشان می‌دهد که هیدروکسی آپاتیت پتانسیل رمینرالیزاسیون ضایعات اولیه را نیز دارد (۱۲). همچنین مشخص شده که نانوذرات هیدروکسی آپاتیت خاصیت زیستی بهتری نسبت به کریستال‌های درشت‌تر آن دارند. استفاده از خمیردندان نانوهیدروکسی آپاتیت یکی از استراتژی‌های درمانی جهت رمینرالیزاسیون و بازسازی پوسیدگی اولیه دندان می‌تواند باشد.

نتایج مطالعه حاضر نیز اثبات کرد که استفاده از خمیردندان دارای نانوهیدروکسی آپاتیت ۰/۵٪ نسبت به سایر روش‌ها باعث رمینرالیزاسیون بیشتری در دندان دارای پوسیدگی می‌گردد. به نظر میزان درصد بیشتر مواد رمینرالیزه و توانایی هم زمان ماندگاری بر سطح دندان پس از استفاده می‌تواند دلیلی بر رمینرالیزاسیون بیشتر گروه خمیردندان دارای نانو هیدروکسی آپاتیت ۰/۵٪ شده باشد.

از سوی دیگر اساس استفاده از نانوهیدروکسی آپاتیت بر پایه این حقیقت است که می‌تواند توبول‌های عاجی باز را ببندد و با آن‌ها ترکیب شود که به دلیل شباهت به ساختار معدنی دندان است (۱۴). یک توجیه دیگر برای کارآمدی تحریک سلول‌های عصبی را کاهش و باعث دپلاریزاسیون اعصاب حسی پالپ می‌شود که انتقال محرک درد را مخدوش می‌کند (۱۵).

نتایج مطالعه حاضر با مطالعه Cheng و همکاران (۱۶) در سال ۲۰۰۸ که اثر ترکیبی Galla Chinensis و نانوهیدروکسی آپاتیت را بر رمینرالیزاسیون ضایعات اولیه بررسی کرد همخوانی دارد. آن‌ها در مطالعه خود نتیجه گرفتند که افزودن ذرات نانوهیدروکسی آپاتیت به محلول مورد بررسی به صورت معنی‌داری سبب افزایش میکروهاردنس نسبت به گروه کنترل منفی می‌شود. همچنین آن‌ها عنوان کردند که غلظت ppm ۱۰۰۰ برای ذرات نانوهیدروکسی آپاتیت به همراه ppm ۴۰۰۰ گالیک اسید سبب رمینرالیزاسیون بیشتر مینا می‌گردد. خمیردندان فلوراید کاهش واضحی در حساسیت دندانی ایجاد نمی‌کند. فلوراید یک جز مهم در خمیردندان برای پیشگیری از پوسیدگی است که در بالین و آزمایشگاه نشان داده شده است. از طرف دیگر تأثیر فلوراید به عنوان تنها جزء فعال در خمیردندان برای کاهش حساسیت، نتایج متناقض نشان داد.

در مطالعه کارآزمایی بالینی Vano و همکاران (۱۷) خمیردندان فلوراید هیچ کاهشی در حساسیت ایجاد نکرد که همسو با مطالعه دیگری است که هیچ گونه کاهشی در حساسیت با خمیردندان فلوریده را نشان نداده است. در مقابل، در مطالعه Jena و همکاران (۱۰) به این نتیجه رسیدند که خمیردندان نانوهیدروکسی آپاتیت در کاهش حساسیت دندانی نسبت به فلوراید به دلیل ویژگی رمینرالیزاسیون سطحی و تشکیل آپاتیت بیومیمتیک روی سطح مینا و عاج، بهترعمل می‌کند.

در مطالعه سیستماتیک Gul و همکاران (۱۸) در سال ۲۰۲۱، پس از بررسی ۱۳۲ مقاله، به این نتیجه رسیدند که در مطالعات آزمایشگاهی محصولات حاوی نانوهیدروکسی آپاتیت باعث افزایش انسداد توبولی و کاهش نفوذپذیری عاجی می‌شود و در مطالعات بالینی، نانوهیدروکسی آپاتیت باعث کاهش حساسیت عاجی پس از ۲ تا ۸ هفته استفاده می‌شود که با مطالعه حاضر همخوانی دارد.

در مطالعه Farooq و همکاران (۱۹)، ۶۰ دیسک عاجی که با EDTA (ethylene-di amine-tetra acetic acid) اچ شده بودند و توسط نانوهیدروکسی آپاتیت، سدیم فلوراید و بیواکتیوگلاس (BG) درمان شده بودند با میکروسکوپ الکترونی برای بررسی انسداد توبولی مشاهده شدند. بررسی‌ها نشان داد که بالاترین میزان انسداد توبولی توسط نانوهیدروکسی آپاتیت صورت گرفت و سدیم فلوراید پس از چالش اسید سیتریک از سطح شسته می‌شد که باعث شد بالاترین ظرفیت بافرینگ و رمینرالیزاسیون پس از تماس با بزاق مصنوعی توسط سدیم فلوراید مشاهده شود. درحالی که کاهش اندکی در خمیردندان حاوی نانوهیدروکسی آپاتیت پس از چالش اسیدی دیده می‌شد و بالاترین میزان انسداد توبولی در تصاویر SEM به ترتیب در خمیردندان حاوی نانو هیدروکسی آپاتیت و سپس بیواکتیوگلاس و نهایتاً در سدیم فلوراید دیده شد. در مطالعه حاضر، خمیردندان و دهانشویه حاوی نانوهیدروکسی آپاتیت انسداد توبولی بیشتری را نسبت به خمیردندان و دهانشویه حاوی سدیم فلوراید نشان دادند که با مطالعه آن‌ها همخوانی دارد.

با توجه به مطالعه حاضر، نانوهیدروکسی آپاتیت می‌تواند یکی از استراتژی‌های درمانی جهت بازسازی ضایعات پوسیده اولیه باشد و اضافه

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-07-22]

شدن نانوهیدروکسی آپاتیت ترجیحا به خمیردندان می‌تواند میکروهاردنس دندان توسط نانوهیدروکسی آپاتیت را افزایش دهد.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویســـندگان این پژوهش هیچگونه تعارض منافعی نداشته است.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از طرح تحقیقاتی با شماره ۷۰۷۶ و با شناسه اخلاق IR.SSU.REC.1399.012 با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد انجام شده است، بدین وسیله سپاسگزاری می‌شود.

References

1- Tschoppe P, Zandim DL, Martus P, Kielbassa AM. Enamel and dentine remineralization by nano-hydroxyapatite toothpastes. J Dent. 2011;39(6):430-7.

2- Itthagaru A, Martyn King N, Man Cheung Y. The effect of nano-hydroxyapatite toothpaste on artificial enamel carious lesion progression: an in-vitro pH-cycling study. Hong Kong Dent J. 2010;7(2):61-6.

3- Issa D, Sherine B, Essam O. Comparison Between Fluoride and Nano-Hydroxyapatite in Remineralizing Initial Enamel Lesion: In-Vitro Study. J Contemp Dent Prac. 2018;1;19(3):306-12.

4- Philip N. State of the art enamel remineralization systems: the next frontier in caries management. Caries res. 2019;53(3): 284-95.

5- Kim M, Kwon H, Choi CH, Kim B. Combined effects of nano-hydroxyapatite and NaF on remineralization of early caries lesion. Key Engineering Materials. 2007;330-2 II:1347-50

6- Amin M, Mehta R, Duseja S, Desai K. Evaluation of the efficacy of commercially available nano-hydroxyapatite paste as a desensitizing agent. Adv Oral Biol. 2015;5(1):34-8.

7- Bennett T Amaechi, Sapna M Mathews, K Ramalingam, Poornima K Mensinkai. Evaluation of nanohydroxyapatite-containing toothpaste for occluding dentin tubules. Am J Dent. 2015;28(1):33-9.

8- Ricardo M, Lucas da Fonseca R, Ulisses X, Antônio de M, Ricardo G, Luiz P.Evaluation of 17% EDTA and 10% citric acid in smear layer removal and tubular dentin sealer penetration. Microsc Res Tech. 2018;81(3):275-82.

9- Ebaa A, Amira M. Effect of Different Remineralizing Agents on White SpotLesions**.** Open Access Macedonian J Med Sci. 2021;21(9):14-8.

10- Jena A, Kala S, Shashirekha G. Comparing the effectiveness of four desensitizing toothpastes on dentinal tubule occlusion: A scanning electron microscope analysis. J Conserv Dentist. 2017;20(4):269-72.

11- Erlind P, Lait Kostantinos B, Gaspare P, Gianluca T, Guido M. Nano-hydroxyapatite and its applications in preventive, restorative and regenerative dentistry: a review of literature. Ann Stomatol (Roma). 2014;5(3):108-14.

12- Sitthisettapong P, Phantumvanit C, Huebner T, DeRouen T. Effect of CPP-ACP Paste on Dental Caries in Primary Teeth A Randomized Trial. J Dent Res. 2012;91(9): 847-52.

13- Najibfard K, Ramalingam K, Chedjieu I, Amaechi BT. Remineralization of early caries by a nano-hydroxyapatite dentifrice. J Clin Dent. 2011;22(5):139-43.

14- Banihashemrad SA, Moosavi Bandarabadi SH, Mokabberi AR, Banihasherad A, Majidinia S. The effect of Chlorhexidine 12% Mouthwash on Microhardness and Elastic Modulus of Dentin and Cementum of Healthy and Periodontally Involved Extracted Teeth. J Mashhad Dent Sch. 2021;45(3):230-6.

15- Haghgoo R, Haghgou HR, Abbasi F, Tavakkoli M. The effect of nano-hydroxyappatite solution on the permanent tooth remineralization followin exposure to soft beer (in situ). J Dent Med. 2015;27(4):233-40.

16- Cheng L, Lie J, Hao Y, Zhou X. Effect of compounds of Galla chinensis and their combined effects with fluoride on remineralization of initial enamel lesion in vitro. J Dent. 2008;36(5):369-73.

17- Vano M, Derchi G, Barone A, Pinna R, Usai P, Covani U. Reducing dentine hypersensitivity with nano-hydroxyapatite toothpaste: a double-blind randomized controlled trial. Clin Oral investig. 2018;22(1):313-20.

18- Gul H, Ghaffar MA, Kaleem M, Khan AS. Hydroxyapatite, a potent agent to reduce dentin hypersensitivity; systematic review. J Pakistan Med. Assoc. 2021;71(11):2604-10.

19- Farooq I, Moheet IA, AlShwaimi E. In vitro dentin tubule occlusion and remineralization competence of various toothpastes. Arch Oral Biol. 2015;60(9):1246-53.

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-07-22]