

بررسی تأثیر محلول نانو هیدروکسی آپاتیت بر رمینرالیزاسیون دندان دایمی متعاقب اکسپوز به دلستر (in situ)

دکتر رزا حقگو^۱ - مهندس حمید رضا حقگو^{۲*} - دکتر فرید عباسی^۳ - دکتر محمد توکلی^۴

۱- استاد گروه آموزشی دندانپزشکی کودکان، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

۲- عضو هیئت علمی پژوهشگاه مواد و انرژی، تهران، ایران

۳- دانشیار گروه آموزشی بیماری‌های دهان، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

۴- دندانپزشک

The effect of nano-hydroxyapatite solution on the permanent tooth remineralization following exposure to soft beer (in situ)

Roza Haghgoo¹, Hamid Reza Haghgo^{2*}, Farid Abbasi³, Mmohammad Tavakkoli⁴

1- Professor, Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Shahed University, Tehran, Iran

2[†]- Researcher, Material and Energy Center, Tehran, Iran (hrhaghgu@yahoo.com)

3- Associate Professor, Department of Oral Medicine, School of Dentistry, Shahed University, Tehran, Iran

4- Dentist

Background and Aims: The main cause of erosion is acid exposure. Side effects of erosion necessitate therapeutic agents' uses. The aim of this study was to investigate the effects of nano-hydroxylapatite in tooth remineralization following exposure to soft beer.

Materials and Methods: This in vitro experimental study was conducted on 18 human impacted third molars that had been surgically extracted. The microhardness of specimens was measured. Then teeth were exposed to soft beer and their secondary microhardness was measured. The teeth were divided into 2 groups (water and nano-hydroxyl apatite solution) and were placed on 9 orthodontics appliances and delivered to 9 volunteers. These volunteers placed the tooth on one side in water for 5 minutes and the tooth in opposite side in nano-hydroxyapatite solution. This application was repeated 6 times a day for 10 days. The microhardness of teeth was measured again. Data were analyzed using Paired T-test.

Results: The tooth enamel microhardness reduced after exposure to soft beer significantly ($P=0.04$). The microhardness of 9 teeth after being in water showed significant change ($P=0.012$). The microhardness of 9 teeth significantly changed after exposure to nano-hydroxyapatite solution ($P=0.001$).

Conclusion: Based on the results of this study, 10% solution of nano-hydroxy apatite could restore the erosive lesions.

Key Words: Nano-hydroxyapatite, Remineralization, Permanent tooth

Journal of Dental Medicine-Tehran University of Medical Sciences 2015;27(4):233-40

*مؤلف مسوول: نشانی: تهران - پژوهشگاه مواد و انرژی

تلفن: ۰۹۱۲۲۱۷۷۳۳۵ نشانی الکترونیک: hrhaghgu@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: علت اصلی اروژن قرار گرفتن در معرض اسید است. عوارض ناشی از اروژن کاربرد عوامل درمانی را ضروری می‌گرداند. هدف از این مطالعه بررسی تأثیر محلول نانو هیدروکسی آپاتیت در رمینرالیزه شدن دندان متعاقب دمیترالیزه شدن آن با دلستر بود.

روش بررسی: این مطالعه به روش تجربی آزمایشگاهی انجام شد. ریزسختی ۱۸ دندان مولر سوم دایمی نهفته که به روش جراحی خارج شده بودند، اندازه‌گیری شد. سپس دندان‌ها در معرض دلستر قرار گرفته و میکروهاردنس ثانویه آن‌ها اندازه‌گیری شد. سپس دندان‌ها به ۲ گروه، آب و محلول نانو هیدروکسی آپاتیت تقسیم شدند و ۹ جفت دندان در ۹ پلاک قرار داده شدند و هر پلاک در دهان ۱ داوطلب قرار گرفت. داوطلبان دندان‌ها را در یک طرف ۵ دقیقه در آب و در طرف مقابل ۵ دقیقه در محلول نانو هیدروکسی آپاتیت برای ۶ بار در روز به مدت ۱۰ روز قرار دادند و میزان میکروهاردنس دندان‌ها اندازه‌گیری شد و تغییرات میکروهاردنس دندان‌ها در داخل و بین هر گروه با آزمون Paired t test آنالیز گردید.

یافته‌ها: کاهش میکروهاردنس مینای دندان‌ها بعد از قرار گرفتن در معرض مالشعیر معنی‌دار بود ($P=0/04$). ریزسختی ۹ دندان بعد از قرار گرفتن در آب تغییر معنی‌داری نشان داد ($P=0/012$). ریزسختی ۹ دندان بعد از قرار گرفتن در معرض محلول نانو هیدروکسی آپاتیت به طور معنی‌داری تغییر کرد ($P=0/001$).

نتیجه‌گیری: براساس نتایج این مطالعه محلول ۱۰٪ نانو هیدروکسی آپاتیت می‌تواند ضایعات اروژیو را ترمیم نماید.

کلید واژه‌ها: نانو هیدروکسی آپاتیت، رمینرالیزاسیون، دندان دایمی

وصول: ۹۳/۰۳/۲۲ اصلاح نهایی: ۹۳/۱۰/۱۱ تأیید چاپ: ۹۳/۱۰/۱۲

مقدمه

هیدروکسی آپاتیت بر رمینرالیزاسیون ضایعات اروژیو و پوسیدگی دندان‌ها بررسی شده است. در مطالعه‌ای که تأثیر غلظت‌های متفاوت نانو هیدروکسی آپاتیت ۱۵٪، ۱۰٪، ۵٪، ۱٪ و سدیم فلوراید بر رمینرالیزاسیون ضایعات اولیه پوسیدگی بررسی شد، مشخص شد که غلظت ۱۰٪ نانو هیدروکسی آپاتیت برای رمینرالیزاسیون این ضایعات مطلوب می‌باشد (۴). مطالعه‌ای که اثر ترکیب نانو هیدروکسی آپاتیت و دهان شویه سدیم فلوراید را در رمینرالیزاسیون ضایعات اولیه پوسیدگی بررسی نمود، نشان داد که ترکیب سدیم فلوراید و نانو هیدروکسی آپاتیت می‌تواند ضایعات اولیه پوسیدگی را رمینرالیزه نماید (۵).

در مطالعه دیگری تأثیر خمیر دندان‌های حاوی ۱- نانو هیدروکسی آپاتیت و فلوراید ۲- تنها حاوی نانو هیدروکسی آپاتیت بررسی شده و مشخص شد که گرچه هر دو توانایی رمینرالیزاسیون ضایعات اولیه پوسیدگی را دارند تفاوتی بین این دو وجود ندارد (۶). در مطالعه‌ای اثر رمینرالیزاسیون نانو هیدروکسی آپاتیت پس از دمیترالیزاسیون با دلستر بهنوش پر مصرف‌ترین دلستر بررسی شده و نتایج نشان داد که ریزسختی مینای دمیترالیزه پس از کاربرد نانو هیدروکسی آپاتیت افزایش می‌یابد (۷). این مطالعه با توجه به نقش نانو هیدروکسی آپاتیت در رمینرالیزاسیون ضایعات مینا و با توجه به اینکه این نقش در مطالعه in situ بررسی نشده انجام گردید. هدف از این مطالعه بررسی تأثیر نانو هیدروکسی آپاتیت در رمینرالیزه شدن دندان متعاقب دمیترالیزه شدن آن با دلستر بود.

اروژن و پوسیدگی از دلایل اصلی تخریب دندان‌ها هستند به ویژه در نوجوانانی که به مقدار زیاد نوشابه‌های غیر الکلی و یا سایر نوشیدنی‌های حاوی شکر که pH پایینی دارند مصرف می‌کنند. جایگزینی با کاهش مصرف این نوشیدنی‌ها از تخریب مینا در کودکان و نوجوانان خواهد کاست. در دهه‌های اخیر متعاقب کاهش پوسیدگی در کودکان و نوجوانان خصوصاً در کشورهای توسعه یافته (۱) افزایش قابل ملاحظه‌ای در سایر اختلالات دندان‌ها مانند اروژن دیده شد و مطالعات قابل ملاحظه‌ای بر روی سایش دندان‌ها به ویژه اروژن از سال ۱۹۸۰ آغاز گردید (۲). توافقی در مورد میزان شیوع اروژن دندان‌ها وجود ندارد و در مقالات مختلف شیوع اروژن بین ۱۳ تا ۶۰ درصد ذکر شده است ولی این نکته در اغلب مقالات مشترک است که شیوع اروژن رو به افزایش است. معمولاً علت اصلی اروژن قرار گرفتن در معرض اسید است، محققین به رابطه میان مصرف نوشابه‌های غیر الکلی و اروژن دندان‌ها به ویژه در کودکان و نوجوانان پی برده‌اند (۳). یکی از دلایل اصلی اروژن دندان‌ها افزایش قابل ملاحظه نوشابه‌های غیر الکلی، نوشابه‌های رژیمی و آبمیوه‌هاست. باتوجه به عوارض اروژن بررسی اثر عوامل درمانی مختلف بر افزایش میزان سختی مینای دندان پس از مصرف نوشیدنی‌های ایجاد کننده اروژن حایز اهمیت است. مطالعات مختلفی در زمینه تأثیر عوامل درمانی مختلف بر رمینرالیزاسیون ضایعات اروژیو انجام شده است. در مطالعات مختلف اثر نانو

روش بررسی

این مطالعه به روش تجربی آزمایشگاهی بر روی ۱۸ دندان مولر سوم دایمی نهفته که به روش جراحی خارج شده و در معاینه کلینیکی فاقد هرگونه پوسیدگی (طبق معیار WHO)، سایش، ترک و هیپوکلسیفیکاسیون بودند انجام شد.

دندان‌ها طی مدت زمان جمع‌آوری (مدت ۱ ماه) در ظروف شیشه‌ای نویی که به این منظور خریداری شده بودند تا فاقد هرگونه ماده ساینده و مداخله گر در مطالعه باشند نگهداری شدند. ظروف از آب لوله‌کشی منطقه ۵ تهران پر شده و در دمای اتاق قرار گرفتند. در این مدت برای جلوگیری از ایجاد تغییرات سطحی و آلودگی هفته‌ای ۲ بار آب داخل شیشه‌ها عوض می‌شد. سطح دندان‌ها با روش مکانیکی، با استفاده از خمیر پروفیلاکسی حاوی پامیس و فاقد فلوراید، انگل و ایرموتور W&H با سرعت پایین با محدوده چرخشی مشخصی بین ۵۰۰ تا ۱۵۰۰ دور در دقیقه و برس مخصوص برساز از جرم و دبری پاک شد. سپس دندان‌ها توسط استریو میکروسکوپ با بزرگنمایی ۴۰ برابر از نظر وجود هر گونه اختلالات مینایی، ضایعات پوسیدگی میکروسکوپی و ترک مورد بررسی قرار گرفتند و از میان آن‌ها ۱۸ عدد برای مطالعه انتخاب شد، سپس برچسبی مربعی شکل به ابعاد ۵×۵ میلی‌متر روی سطح دیستال دندان‌ها چسبانده شد و تمام سطوح باقیمانده دندان‌ها با پلی استر شفاف پوشانده شد. برای سنجش صحیح ریزسختی، سطح نمونه‌ها در حضور آب، با سمباده ۵۰۰۰ پالیش شدند تا سطح صاف ایجاد شده با دستگاه سنجش ریزسختی ویکرز قابل بررسی باشد. بعد از پالیش سطح نمونه‌ها خشک شد و با استفاده از دستگاه سنجش ریزسختی ویکرز (Shimadzu, M-g5037, Japan) ریزسختی اولیه دندان‌ها سنجیده شد. بهترین نقطه جهت اعمال نیرو مشخص شد. سپس نیرویی به میزان ۵۰ گرم در سه نقطه به شکل L روی هر نمونه اعمال شد و میزان ریزسختی هر اثر محاسبه و یادداشت شد. بعد از سنجش ریزسختی اولیه دندان‌های مورد مطالعه در دلستر لیمویی بهنوش به مدت ۵ دقیقه غوطه‌ور شدند. دلستر لیمویی بهنوش در پی استعلا به عمل آمده از وزارت صنایع و معادن از بین نوشیدنی‌های داخلی و خارجی موجود در بازار ایران به عنوان پر مصرف ترین دلستر در کشور معرفی گردیده است. pH نوشابه مورد استفاده (دلستر لیمویی بهنوش) با دستگاه Metrohm Ltd

(CH-9101Herisau, Switzerland) اندازه‌گیری شد. pH دلستر

لیمویی بهنوش ۴/۰۲ و pH آب لوله کشی منطقه ۶ تهران ۶/۶۷ بود. هریک از دندان‌ها به مدت ۵ دقیقه در ۴۰ سی سی از دلستر، که بلافاصله پس از باز شدن درب بطری در ظرف مندرج ریخته شده بود، غوطه‌ور گردید. باتوجه به مصرف روزانه نوشابه‌های غیر الکلی در روز و مدت زمان نگهداری نوشابه در دهان به مدت ۲۰ ثانیه (پیش از پاکسازی به وسیله بزاق) ۵ دقیقه مدت زمان مصرف روزانه نوشابه‌های گازدار غیر الکلی می‌باشد. به منظور مشابه‌سازی با شرایط مصرف‌کنندگان محلول‌ها پیش از انجام آزمایش داخل یخچال قرار گرفت و دمای آن در زمان استفاده ۹ درجه سانتی‌گراد بود. در طی این مدت محلول‌ها به آرامی هم زده شد.

بعد از غوطه‌ورسازی دندان‌ها خارج شده و مجدداً با دستگاه ویکرز ریزسختی ثانویه دندان‌ها سنجیده شد. بعد از سنجش سختی ثانویه دندان‌ها به ۲ گروه ۹ تایی آب لوله کشی منطقه ۵ تهران (شاهد) و محلول نانو هیدروکسی آپاتیت (تجربی) تقسیم شدند. ۹ جفت دندان در ۹ پلاک قرار داده شدند و هر پلاک در دهان ۱ داوطلب قرار گرفت. نمونه‌ها (داوطلبان) از میان دانشجویانی انتخاب شدند که از طرح آگاه شده و رضایت‌نامه کتبی داده بودند. به داوطلبان آموزش داده شد که دندان‌ها را در یک طرف ۵ دقیقه در آب و در طرف مقابل ۵ دقیقه در محلول نانو هیدروکسی آپاتیت برای ۶ بار در روز به مدت ۱۰ روز قرار دهد. مجدداً میزان ریزسختی دندان‌ها مجدداً توسط فردی که از تقسیم‌بندی آگاه نبود و نمی‌دانست هر دندان در چه ماده‌ای قرار گرفته است، اندازه‌گیری شد و نتایج به دست آمده از نظر آماری آنالیز شد و تغییرات ریزسختی دندان‌ها در داخل و بین هر گروه با آزمون Aired T-test مورد قضاوت قرار گرفت. بدون اینکه مشاور آماری از نام محلول مورد استفاده در هر گروه آگاه باشد. سپس با آزمون T-test آنالیز شد.

به دلیل تضرس ایجاد شده توسط نوک فرو رونده دستگاه در محل اثر سنجش ریزسختی ثانویه همان نقطه اثر امکان پذیر نیست، اما باتوجه به مطالعه انجام شده در گذشته چنین نتیجه‌گیری شد که سختی ثانویه و ثالثیه مورد اندازه‌گیری مربوط به نقطه اول نیست ولی با توجه به عدم اختلاف معنی‌دار آماری بین ریزسختی نقاط اثر هر گروه می‌توان سختی هر نقطه را نمادی از سختی سطح در نظر گرفت.

جدول ۱- ریزسختی دندان‌ها بعد از قرارگیری در مالشعیر

ریزسختی ثانویه	ریزسختی اولیه	تعداد	مایع
۳۸۴/۶±۵۳/۳	۴۰۶/۵±۵۶/۶	۱۸	دلستر لیمویی بهنوش

جدول ۲- ریزسختی دندان‌ها بعد از قرارگیری در آب شهری و محلول نانو هیدروکسی آپاتیت

ریزسختی ثانویه	ریزسختی ثالثیه	تعداد	مایع
۳۸۷/۲±۵۷/۸	۳۴۰/۴±۳۳/۸۳	۹	آب
۳۸۱/۴±۵۸/۷۸	۴۲۳/۵±۴۱/۷	۹	نانو هیدروکسی آپاتیت

یافته‌ها

در این مطالعه اثر نانو هیدروکسی آپاتیت به عنوان محلول درمان و آب شهری منطقه ۵ تهران به عنوان محلول شاهد بر روی ریزسختی ۱۸ دندان مولر سوم نهفته دایمی که در اثر قرارگیری در معرض دلستر دیمینالیزه شده بودند مورد بررسی قرار گرفت و میانگین ریزسختی مینای دندان‌ها پیش و پس از غوطه‌وری در دلستر و در ادامه پس از غوطه‌وری در نانو هیدروکسی آپاتیت و آب شهری اندازه‌گیری شد. میانگین ریزسختی اولیه ۱۸ نمونه موجود $۴۰۶/۵ \pm ۵۶/۶$ بود. سختی اولیه دندان‌های دو گروه پیش از اکسپوز به دلستر با استفاده از آزمون تی مستقل مقایسه شد، نتیجه این آزمون نشان داد اختلاف معنی‌داری بین میزان سختی دندان‌ها در دو گروه مورد مطالعه وجود نداشت ($P=۰/۸۱$).

این میزان پس از غوطه‌وری در دلستر لیمویی بهنوش به طور متوسط به $۳۸۴/۶ \pm ۵۳/۳$ رسید و این میزان سختی با آزمون تی مستقل مشخص شد که این کاهش معنی‌دار بود ($P=۰/۰۴$). به دنبال قرارگیری در نانو هیدروکسی آپاتیت میانگین ریزسختی نتایج نشان داد اختلاف معنی‌داری در تغییرات سختی بین دو گروه وجود داشت ($P=۰/۰۰۱$). در واقع سختی در گروه شاهد کاهش و در گروه نانو افزایش داشت. میانگین میزان سختی در گروه نانو $۴۲/۱۱$ افزایش و در گروه شاهد $۴۶/۷۷$ کاهش داشت.

جهت بررسی معنی‌داری افزایش سختی در هر گروه از آزمون تی زوجی در هر گروه استفاده شد. در گروه نانو سختی به طور معنی‌داری افزایش داشت نتیجه آزمون تی زوجی این مطلب را نشان می‌داد ($P=۰/۰۰۱$). در گروه شاهد سختی کاهش معنی‌داری داشت.

($P=۰/۰۱۲$) (جداول ۱ و ۲).

بحث و نتیجه‌گیری

اروژن عبارتست از تخریب ساختار دندان‌ی بدون دخالت و فعالیت میکروارگانیسم‌ها (۸). اروژن نقش مهمی در تخریب انساج دندان‌ی دارد (۹). معمول‌ترین علت اروژن قرار گرفتن در معرض اسید می‌باشد. عوامل عللی آن در نوجوانان عبارت است از نوشیدنی‌های اسیدی مانند آب میوه حاوی اسید سیتریک، نوشیدنی‌های بدون الکل و یا نوشیدنی‌های حاوی کربنات می‌باشد (۱۰، ۱۱).

مالشعیر نوشابه‌ای حاوی اسید سیتریک می‌باشد که در این مطالعه تأثیر آن بر ریزسختی مینای دندان‌های دایمی مورد بررسی قرار گرفت. براساس نتایج این مطالعه ریزسختی مینای دندان پس از مواجهه با مالشعیر به طور معنی‌داری کاهش یافت.

این نتایج با نتایج مطالعات Haghgoo و همکاران (۱۲)، Haghgoo و Abbasi (۱۳) هماهنگی دارد (۱۲، ۱۳). Haghgoo در مطالعات جداگانه‌ای تأثیر مالشعیر و کولا زمزم را بر ریزسختی دندان شیری و دایمی بررسی نمود. نتایج مطالعات نشان داد که اثر مالشعیر بر کاهش ریزسختی مینای دندان شیری و دایمی به طور معنی‌داری از زمزم کولا کمتر است. البته در این مطالعات فقط تأثیر این دو نوشابه بر ریزسختی دندان شیری و دایمی بررسی گردیده است، حال آنکه در مطالعه حاضر تأثیر یک عامل درمانی (نانو هیدروکسی آپاتیت) نیز بررسی گردیده است.

نتایج مطالعه Fallahinejad Ghajari و Nabavi Razavi نیز که نقش pH نوشابه‌های ایرانی و خارجی بر میزان اروژن دندان‌ها به روش آنالیز یون کلسیم را بررسی نمود، نشان داد که کلسیم از سطح مینای پس از مواجهه با نوشابه‌های مورد آزمایش برداشت می‌شود که با

مطالعه حاضر به طور غیر مستقیم هماهنگی دارد (۱۴).

در این مطالعه دندان‌ها در آب لوله‌کشی نگهداری شده و هیچ ماده ضدعفونی‌کننده‌ای به کار برده نشد. دلیل ما در عدم استفاده از مواد شیمیایی این بود که عوامل شیمیایی ممکن است بر ریزسختی دندان اثر بگذارد (۱۵).

در این مطالعه از دندان‌های کاملاً سالم استفاده گردید، از دندان‌های نهفته که به روش جراحی خارج شده بودند تا تفاوت‌های ناشی از عادات دهانی و رژیم‌های غذایی افرادی که دندان آن‌ها کشیده شده تداخلی در نتایج مطالعه ایجاد نکند و شرایط برای تمام نمونه‌ها یکسان باشد.

در مطالعه Lippert و همکاران ابتدا پالپ تاج و ریشه دندان خارج شده و سپس به مدت ۲۴ ساعت در محلول هیپوکلریت ۱۳٪ ضدعفونی گردید و با استفاده از تیغه الماسی از هر دندان ۳ بلوک مینایی تهیه گردید (۱۶). خارج کردن پالپ دندان به روش‌های معمول موجب تروما به دندان شده و برداشت سقف پالپ چمبر استحکام دندان در برابر نیروهای برشی را کاهش می‌دهد.

در مطالعه حاضر دندان‌های مورد بررسی، برش داده نشد زیرا گرما و فشار ناشی از برش از استحکام مینای دندان می‌کاهد و حساسیت مینا در برابر ایجاد اروژن را افزایش می‌دهد (۱۷).

در مطالعه حاضر از سمباده ۵۰۰۰ برای پرداخت دندان‌ها استفاده شد. کاربرد سمباده با درجه زبری بالا به دلیل برداشت میزان بیشتری از مینای هیپرمینرالیزه سطحی نامطلوب است (۱۸) به همین لحاظ در این مطالعه از نرم‌ترین سمباده استفاده گردید.

در مطالعه حاضر زمان اکسپوز به نوشابه ۵ دقیقه در نظر گرفته شد. در برخی مطالعات زمان بررسی از ۱۶-۱ ساعت و در برخی مطالعات ۱۵ دقیقه و در بعضی ۵ دقیقه بوده است (۱۲) با توجه به میانگین مصرف روزانه نوشابه‌های غیر الکلی و زمان نگهداری نوشابه در دهان (۲۰ ثانیه) زمان ۵ دقیقه به نظر منطقی می‌رسد.

در مطالعات مختلف برای ارزیابی کمی اروژن از روش‌های متفاوتی استفاده شده است.

در مطالعه Nabavi Razavi و Fallahinejad Ghajari از شیوه آنالیز یون کلسیم به روش اسپکترومتری استفاده شد. آن‌ها در مطالعه خود فرض کردند که میزان کلسیم موجود در مینا $37/4\%$ وزنی

میناست، البته میزان کلسیم در افراد مختلف متفاوت می‌باشد (۱۴).

در بررسی Brown و همکاران میزان حالیت بلورهای هیدروکسی آپاتیت با روش اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری شده است. پودر هیدروکسی آپاتیت به تنهایی نماینده مناسبی از مینای دندان نمی‌باشد و واکنش پودر هیدروکسی آپاتیت به راحتی قابل تعمیم به دندان نمی‌باشد. همچنین در این مطالعه یک قسمت از هر دندانی که به ۲ نیم تقسیم شده بود در محلول‌های آزمایش قرار گرفت و با SEM تخرس سطح نیمه مینای مورد آزمایش با نیمه دیگر مقایسه شد. احتمالاً تخرس سطح دو نیمه یک دندان مشابه نیست (۱۹).

Owens و Kitchens نیز در مطالعه خود با روش پروفیلومتری تأثیر نوشیدنی‌های معمول را بر ریزسختی مینا بررسی کرده و نتیجه گرفتند که میکروهاردنس مینا پس از مصرف نوشیدنی‌ها کاهش می‌یابد. این مطالعه به روش پروفیلومتری انجام شد. در این روش سطح نمونه‌ها توسط یک پروب الماسی اسکن شده و میزان زبری و پستی و بلندی‌های این سطح اندازه‌گیری شد. با این روش تغییرات کمی خشونت سطح در اثر از دست رفتن بافت دندان قبل و بعد از غوطه‌وری مقایسه می‌گردد (۸).

در مطالعه حاضر از روش سنجش ریزسختی ویکرز برای ارزیابی اروژن دندانی استفاده شد. با توجه به اینکه پس از تماس نسج دندانی با محلول اسیدی ابتدا ریزسختی کاهش یافته و از دست رفتن انساج سطحی که بخشی از پروسه اروژن است، متعاقباً اتفاق می‌افتد به نظر می‌رسد که این روش در ارزیابی اروژن دندانی روش دقیق‌تری می‌باشد.

در مطالعات Haghgoo و همکاران و Haghgoo و Abbasi مطالعه Ajami و همکاران از روش سختی سنجی ویکرز استفاده گردیده است (۱۲، ۱۳، ۲۰).

Ajami و همکاران در مطالعه‌ای برش‌هایی از مینا را تحت تأثیر نوشابه قرار داده و به روش سختی سنجی ویکرز ریزسختی مینای این دندان‌های شیری را بررسی نمود. ما در مطالعه خود دندان را برش ندادیم زیرا گرما و استرس ناشی از برش می‌تواند بر ریزسختی مینای دندان اثر گذار باشد.

متعاقب اروژن مینا امکان درگیری عاج فراهم شده و عاج در مقایسه با مینا با سرعت بیشتری اروژن یافته و حتی امکان درگیری

رمینرالیزاسیون این ضایعات داشته باشد، اما در مطالعه حاضر نانو هیدروکسی آپاتیت به طور خالص به کار برده شده و امکان ارزیابی تأثیرات آن به تنهایی در رمینرالیزاسیون ضایعات آروزیو وجود داشت.

Huang و همکاران در مطالعه‌ای تأثیر نانو هیدروکسی آپاتیت و

Galla chinensis بر رمینرالیزاسیون ضایعات اولیه مینا را بررسی کرد.

نتایج این مطالعه نشان داد که این ترکیب اثر سینرژیکی معنی‌داری در رمینرالیزاسیون ضایعات اولیه مینا دارد (۲۹). در این مطالعه نیز تأثیر

نانو هیدروکسی آپاتیت به تنهایی بررسی نشده و از این دیدگاه با مطالعه حاضر متفاوت است. همچنین مطالعه حاضر به صورت *in situ* انجام

گردیده که تا به حال مطالعه مشابهی در این زمینه انجام نشده است.

نتایج مطالعه Tschoppe و همکاران نیز نشان داد که

نانو هیدروکسی آپاتیت اثر قوی‌تری نسبت به فلوراید در رمینرالیزاسیون

ضایعات دندان گاو دارد (۳۰). مطالعه Tschoppe و همکاران روی

دندان‌های گاو انجام شده و تفاوت‌های احتمالی مینای دندان انسان و

گاو می‌تواند در نتایج مطالعه تأثیر گذار باشد.

نتایج مطالعات Min و همکاران و Kim و همکاران و Najibfard

و همکاران نیز مشخص کرد که نانو هیدروکسی آپاتیت می‌تواند

میکروهاردنس مینا را افزایش دهد (۳۳-۳۱). البته در این مطالعات اثر

نانو هیدروکسی آپاتیت در دهان شویبه و خمیر دندان و نوشابه ورزشی

بررسی گردیده بود حال آن که در مطالعه حاضر اثر محلول

نانو هیدروکسی آپاتیت خالص به تنهایی بررسی گردیده است.

نتایج مطالعه Haghgo و همکاران نشان داد که ریزسختی مینا

که متعاقب اکسپوز به دلستر کاهش یافته بود پس از درمان با محلول

نانو هیدروکسی آپاتیت افزایش یافت (۷). Haghgo و همکاران در این

مطالعه بعد از القا ضایعات آروزیو توسط مالشعیر، ضایعات را در معرض

محلول نانو هیدروکسی آپاتیت قرار دادند و نتایج این مطالعه نشان داد

که نانو هیدروکسی آپاتیت به طور معنی‌داری میزان میکروهاردنس

مینای دندان دایمی را که پس از اکسپوز به مالشعیر کاهش یافته بود

افزایش می‌دهد. البته مطالعه حاضر به صورت *in situ* انجام شده که

پلاک حاوی دندان سایش یافته توسط مالشعیر در دهان در معرض

نانو هیدروکسی آپاتیت قرار گرفته است. در این مطالعه مینای دیمینرالیزه

شده در حضور بزاق و در شرایط طبیعی دهان در معرض نانو هیدروکسی

آپاتیت قرار گرفت.

پالپ نیز وجود دارد. بنابراین بررسی راه‌های درمانی آروژن اهمیت دارد.

مواد مختلفی جهت درمان ضایعات آروزیو دندان‌های پیشنهاد شده

است، از جمله فلوراید، ترکیبات مختلف کلسیم، نانو هیدروکسی آپاتیت.

(۲۶-۲۱).

هیدروکسی آپاتیت یک جزء معدنی مهم مینای دندان، ماده‌ای

بیواکتیو و سازگار با نسج می‌باشد. نانو هیدروکسی آپاتیت شباهت

بیشتری به کریستال‌های آپاتیت مینایی دندان دارد (۲۷)، به این لحاظ

به نظر می‌رسد که نانو هیدروکسی آپاتیت پتانسیل رمینرالیزاسیون

ضایعات پوسیدگی را داشته باشند.

نانو هیدروکسی آپاتیت خاصیت هیدروفیلی داشته و این کریستال‌ها

خاصیت مرطوب‌کنندگی سطحی دارند هنگامی بر سطح دندان استفاده

می‌شوند یک لایه نازک اما قوی بر روی سطح مینا تولید می‌کند که با

تاج دندان باند می‌شود. نانو هیدروکسی آپاتیت باعث رمینرالیزاسیون

مینای دندان می‌گردد (۲۸).

در این مطالعه تأثیر محلول نانو هیدروکسی آپاتیت بر ضایعات

آروژن حاصل از مصرف مالشعیر به صورت *in situ* مورد بررسی قرار

گرفت.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که ریزسختی مینای دندان که به

دلیل مواجهه با مالشعیر کاهش یافته پس از اکسپوز به محلول نانو

هیدروکسی آپاتیت قابل اندازه‌گیری نبود.

به نظر می‌رسد که پس از به کارگیری نانو هیدروکسی آپاتیت به

علت نفوذ نانو هیدروکسی آپاتیت در تخلخل‌های ناشی از دلستر سطح

نامنظم شده اندازه‌گیری ریزسختی مینا ممکن نبوده است. در مطالعه

حاضر ما محلول نانو هیدروکسی آپاتیت را به صورت خالص بدون

کاربرد ماده دیگری به کار بردیم.

مطالعات مختلفی در زمینه رمینرالیزاسیون ضایعات اولیه پوسیدگی

و آروزیو انجام شده و با توجه به روش و ماده مورد بررسی نتایج

متفاوتی حاصل شده است.

نتایج مطالعه Kim و همکاران نشان داد که نانو هیدروکسی آپاتیت

در دهان شویبه توانایی رمینرالیزاسیون ضایعات اولیه پوسیدگی را دارد

(۵). البته در مطالعه Kim و همکاران اثر دهان شویبه حاوی

نانو هیدروکسی آپاتیت و سدیم فلوراید بر ضایعات اولیه پوسیدگی

بررسی شده بود و وجود فلوراید می‌تواند اثر سینرژیکی در

در مطالعه Haghgoo و همکاران که به بررسی مقایسه‌ای اثرات دهانشویه نانو هیدروکسی آپاتیت و سدیم فلوراید بر رمینرالیزاسیون و میکروهاردنس دندان‌های دائمی انسان پرداختند، چنین عنوان کردند که هر دو سبب افزایش در ریز سختی دندان‌ها شده ولی این افزایش معنی‌دار نبوده است (۳۴).
در مطالعات *in situ* مقاطعی از دندان در پلاکی تعیبه شده و در دهان داوطلب قرار می‌گیرد. نتایج حاصل از این مطالعه قابل استنادتر از مطالعات *in vitro* می‌باشد.
Mathews و همکاران با یک مدل *in situ* تأثیر خمیر دندان فلوراید تری کلسیم فسفات را بر ضایعات آروزیو حاصل از اسید سیتریک بررسی کرده نتیجه گرفتند که این خمیر دندان جایگزین مناسب‌تری از خمیر دندان فلوراید به تنهایی می‌باشد (۲۵).
ما در مطالعه خود ضایعات آروزیو حاصل از اکسپوز به مالشعیر را در معرض محلول نانو هیدروکسی آپاتیت قرار دادیم که نتایج حاصل از تأثیر مالشعیر بر مینای دندان نیز قابل استناد است.
Barlow و همکاران در یک مطالعه *in situ* برش دندان گاو را که به صورت *in vitro* بعد از اکسپوز به آب گریپفروت دچار ضایعات آروزیو شده بود در پلاکی در دهان داوطلب قرار داده و تأثیر خمیر دندان‌های حاوی ترکیبات مختلف فلوراید بر این ضایعات آروزیو بررسی کردند.

(۳۵)، البته این مطالعه بر دندان گاو انجام شده که اختلاف در ترکیبات مینای دندان گاو و انسان می‌تواند در نتایج مطالعه اثر گذار باشد.
Zero و همکاران نیز در مطالعه‌ای *in situ* تأثیر ۴ ترکیب مختلف فلوراید در خمیر دندان را بر ضایعات آروزیو القایی در دندان گاو را بررسی نمود (۲۶) در این مطالعه نیز از دندان گاو در پلاک استفاده شده بود.
در این مطالعه غلظت ۱۰٪ نانو هیدروکسی آپاتیت برگزیده شد.
Haung و همکاران در مطالعه‌ای غلظت‌های ۱، ۵، ۱۰ و ۱۵٪ نانو هیدروکسی آپاتیت را در رمینرالیزاسیون ضایعات پوسیدگی بررسی کرد. نتایج این مطالعه مشخص کرد که پتانسیل رمینرالیزاسیون نانو هیدروکسی آپاتیت در غلظت‌های ۱۰ و ۱۵٪ تفاوتی ندارد، انتخاب این غلظت ۱۰٪ در مطالعه حاضر به همین دلیل بود (۲۹).
بر اساس نتایج این مطالعه محلول ۱۰٪ نانو هیدروکسی آپاتیت می‌تواند ضایعات آروزیو را ترمیم نماید.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان نامه به شماره ۵۷۸ می‌باشد که در دانشگاه شاهد انجام شد.

منابع:

- 1- Bello LL, Al-hammad N. Pattern of fluid consumption in a sample of Saudi Arabi adolescents aged 12-13 years. *Int J Pediatric Dent.* 2006;16(3):168-73.
- 2- Shenkin JD, Heller KE, Warren JJ, Marshall TA. Soft drink consumption and caries risk in children and adolescent. *Gen Dent.* 2002;51(1):30-6.
- 3- McGraw-Hill, Parker SP. *Sci-Tech Dictionary.* Mc Graw-hill Dictionary of scientific and Technical terms. 6th ed. McGraw-Hill Professional; 2002.
- 4- Huang SB, Gao SS, Yu HY. Effect of nano-hydroxyapatite concentration on remineralization of initial enamel lesion *in vitro.* *Biomed Mater.* 2009;4(3):1748-53.
- 5- kim MY, kwon HK, Choi CH, Kim BI. Combined effects of nano-hydroxyapatite and NaF on remineralization of early caries lesion. *Key Engin Mater.* 2007;330:1347-50.
- 6- Jeong SH, Jang SO, Kim KN, Kwon HK, Park YD, Kim BI. Remineralization potential of new toothpaste containing nano-hydroxyapatite. *Key Engin Mater.* 2006;309-311:537-40.
- 7- Haghgoo R, Abbasi F, Rezvani MB. Evaluation of the effect of nano hydroxyl apatite on erosive lesions of the enamels of permanent teeth following exposure to soft beer *in vitro.* *J Dent Sch.* 2011;29(3):5933-6.
- 8- kitchens M, owens BM. Effect of carbonated beverages, coffee, sport and high energy drinks and bottled water on the *invitro* erosion characteristics of dental enamel. *J Clin Pediatric Dent.* 2007;31(3):153-9.
- 9- Weat NX, Hughhes JA, Addy M. The effect of pH on the erosion of dentine and enamel by dietary acid inviter. *J Oral Rehabil.* 2001;28(9):860-4.
- 10- Neville BW, Damm D, Allen GM, Bouquot JE. *Oral and maxillofacial Pathology,* 2nd edition. Newyork Sheefer John; 2002;Chap 2:55-8.
- 11- Shaw L, Smith AJ. Dental erosion the problem and some practical solutions. *Brit Dent J.* 1998;186(3):115-8.
- 12- Haghgoo R, Foruzesh Tabar F. the effect of carbonate beverage and soft bear on enamel micro hardness of permanent teeth. *J Dent Shiraz.* 2010;11(2):154-60.
- 13- Haghgoo R, Abbasi F. Evaluation of carbonated acidic drinks on micro hardness of enamel of primary teeth. *J Islam Dent Assoc.* 2011;23(4):211-6.
- 14- Fallahinejad Ghajari M, Nabavi Razavi S. Comparing the effect of Iranian soft drinks with the standard sample; Calcium ion analysis. *J Dent Med.* 2007;(1):27-32.
- 15- Amaechi BT, Higham SM, Edgar WM. Efficacy of

- sterilization methods and their effect on enamel demineralization. *Caries Res.* 1998;32(6):441-6.
- 16- lippert F, Parker DM, Jandi KD. Susceptibility of deciduous and permanent enamel to dietary acid – induced erosion studied with atomic force microscopy nano indentation. *Eur J Oral Sci* 2004;112(1):61-6.
- 17- Smith RL, Sandly GE. An Accurate method of determining the hardness of metals, with particular reference to those of a high degree of hardness. *Proc Inst Mech Eng.* 1922;102(1):623-41.
- 18- Gnass C, Klimek J, Shwarz N. A comparative profilometric invitro study of susceptibility of polished and natural human enamel and dentine surface to erosive demineralization. *Arch Oral Biol.* 2000;45(10):897-902.
- 19- Brown CJ, Smith G, Shaw L, Parry J, Smith AJ. The erosive potential of flavoured sparkling water drinks. *Int Pediatric Dent.* 2007;17(2):86-91.
- 20- Ajami B, Ebrahimi M, Karbasi S. Investigation of the erosive effect of carbonated drinks on deciduous enamel micro hardness. *J Islamic Dent Assoc.* 2006;18(2):51-7.
- 21- Srinivasan N, Kavitha M, Loganathan SC. Comparison of the remineralization potential of CPP-ACP and CPP-ACP with 900 ppm fluoride on eroded human enamel: An in situ study. *Arch Oral Biol.* 2010;55(7):541-4.
- 22- Wegehaupt FJ, Tauböck TT, Stillhard A, Schmidlin PR, Attin T. Influence of extra- and intra-oral application of CPP-ACP and fluoride on re-hardening of eroded enamel. *Acta Odontol Scand.* 2012;70(3):177-83.
- 23- Wiegand A, Müller I, Schnapp JD, Werner C, Attin T. Impact of fluoride, milk and water rinsing on surface rehardening of acid softened enamel. An in situ study. *Am J Dent.* 2008;21(2):113-8.
- 24- Zhou SL, Zhou J, Watanabe S, Watanabe K, Wen LY, Xuan K. In vitro study of the effects of fluoride-releasing dental materials on remineralization in an enamel erosion model. *J Dent.* 2012;40(3):255-63.
- 25- Mathews MS, Amaechi BT, Ramalingam K, Ccahuana-Vasquez RA, Chedjieu IP, Mackey AC, Karlinsey RL. In situ remineralisation of eroded enamel lesions by NaF rinses. *Arch Oral Biol.* 2012;57(5):525-30
- 26- Zero DT, Hara AT, Kelly SA, González-Cabezas C, Eckert GJ, Barlow AP, et al. Evaluation of a desensitizing test dentifrice using an in situ erosion remineralization model. *J Clin Dent.* 2006; 17(4): 112-6
- 27- Gyldenvang L, Porsgaard, TK. Chewing gum comprising hydroxyapatite. *Fresh Patent.* 2009;1:424-48.
- 28- Chae MH, Lee YK, Kim KN, Lee JH, Choi BJ, Choi HJ, et al. The effect of hydroxyapatite on bonding strength in light Curing Glass ionomer dental cement. *Key Engin Mater.* 2007;309:881-4.
- 29- Huang S, Gao S, Cheng L, Yu H. Combined effects of nano-hydroxyapatite and *Galla chinensis* on remineralisation of initial enamel lesion in vitro. *J Dent.* 2010;38(10):811-9
- 30- Tschoppe P, Zandim DL, Martus P, Kielbassa AM. Enamel and dentine remineralization by nano-hydroxyapatite toothpastes. *J Dent.* 2011;39(6):430-7.
- 31- Min JH, Kwon HK, Kim BI. The addition of nano-sized hydroxyapatite to a sports drink to inhibit dental erosion: in vitro study using bovine enamel. *J Dent.* 2011;39(9):629-35.
- 32- Kim MY, Kwon HK, Choi CH, Kim BI. Combined Effects of Nano-Hydroxyapatite and NaF on remineralization of Early Caries Lesion *J Key Engin Mater.* 2007;330:1347-50.
- 33- 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.
- 34- Haghgoo R, Rezvani MB, Salehi Zeinabadi M. Comparison of nano-hydroxyapatite and sodium fluoride mouth rinse for remineralization of incipient carious lesions. *J Dent Med.* 2014;11(4): 406-10.
- 35- Barlow AP, Sufi F, Mason SC. Evaluation of different fluoridated dentifrice formulations using an in situ erosion remineralization model. *J Clin Dent.* 2009;20(6):192-8.