بررسی اثر عوامل رمینرالیزه کننده برریز سختی سطحی ضایعات دمینرالیزه مینایی

دکتر مهرداد برکتین [۱]، دکتر ایرج یزدانفر [#۲]، دکتر زهرا هاشم زاده [۳]، دکتر سعید آذربایجانی [۴]

۱- استادیار، گروه ترمیمی ، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان

۲- دستیار تخصصی، گروه ترمیمی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان

۳- دندانپزشک

۴- استادیار، گروه ارتودنسی، دانشکده دندان‌پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران

خلاصه:

سابقه وهدف: اندازه گیری ریز سختی سطح، تکنیکی مناسب برای بررسی تاثیر مواد بر میزان رمینرالیزه شدن مینا می باشد. هدف از این مطالعه مقایسه تاثیر دهانشویه سدیم فلوراید، محلول نانوهیدروکسی آپاتیت، ماده رزین اینفیلتریشن Icon و ترکیب دهانشویه سدیم فلوراید و محلول نانوهیدروکسی آپاتیت بر ریزسختی ضایعات دمینرالیزه مینایی بود.

مواد و روش ها: در این مطالعه تجربی-آزمایشگاهی ۵۰ نمونه از مینای سالم از دندان های پره مولر انسانی تهیه و بطور تصادفی به ۵ گروه ۱۰ تایی تقسیم شدند. نمونه‌ها پس از اندازه گیری ریز سختی اولیه و غوطه ور شدن در محلول دمینرالیزاسیون، مجددا تحت آزمایش ریزسختی Wickers قرار گرفتند. گروه G1 با دهانشویه سدیم فلوراید، گروه G2 با محلول نانوهیدروکسی آپاتیت، گروه G3 با ماده رزین اینفیلتریشن و گروه G4 با ترکیب دهانشویه سدیم فلوراید و نانوهیدروکسی آپاتیت تحت درمان قرار گرفتند. گروه G5 بعنوان کنترل در آب مقطر نگهداری شد. سپس ریزسختی سطحی مجددا اندازه گیری گردید. تجزیه و تحلیل داده ها توسط آزمون های آنالیز واریانس یکطرفه و آزمون تعقیبی LSD انجام شد.

یافته ها: در همه گروه ها میزان ریز سختی مینا بعد از دمینرالیزاسیون نسبت به مینای سالم به طور معناداری کاهش داشت ($P=۰/۰۱$) و در گروه های G1 ، G2، G3و G4 بعد از درمان، میزان ریزسختی نسبت به بعد از دمینرالیزاسیون بطور معناداری افزایش داشت ($P=۰/۰۰۵$). و در گروه های G1 ، G2، G4و G5 میزان ریزسختی نسبت به قبل از دمینرالیزاسیون بطور معناداری کاهش داشت ($P<۰/۰۳$) ولی در گروه G3 تفاوت معنادار وجود نداشت. ($P=۰/۲$)

نتیجه گیری: دهانشویه سدیم فلوراید و محلول نانوهیدروکسی آپاتیت هر دو باعث افزایش معنادار ریزسختی سطحی ضایعات پوسیدگی اولیه می گردند. ماده رزین اینفیلتریشن بهترین نتیجه را در افزایش ریزسختی سطحی ضایعات پوسیدگی اولیه نسبت به سایر محصولات نشان داد.

کلمات کلیدی: : دمینرالیزاسیون، رمینرالیزاسیون، تست ریزسختی، هیدروکسی آپاتیت، رزین اینفیلتریشن

وصول مقاله: ۹۵/۱۱/۲۸ اصلاح نهایی: ۹۶/۲/۳ پذیرش مقاله: ۹۶/۶/۱۷

مقدمه:

پوسیدگی نتیجه تجمعی از عدم تعادل در روند دمینرالیزاسیون و رمینرالیزاسیون به صورت پویاست که باعث از دست دادن مواد معدنی خالص در طول زمان می شود.[(۱)] در مشاهدات بالینی، ضایعات اولیه مینایی، سفید رنگ ظاهر می شوند که دلیل این امر، از دست رفتن ترانسلوسنسی طبیعی مینا می‌باشد. مهم‌ترین خصیصه ضایعات سفید مینایی، حضور سطح نسبتا سالم بر روی لایه زیر سطحی دمینرالیزه شده (۷۰-۴۰٪) می‌باشد. با این وجود حتی اگر ضایعه اولیه مینایی، سطحی سالم داشته باشد، محتوای معدنی این لایه سطحی در مقایسه با مینای سالم، کم تر است و در نتیجه این لایه سطحی در مقایسه با مینای سالم درجه کم تری از سختی را نشان می دهد. این ضایعات اولیه بطور قابل توجهی دارای پتانسیل بازگشت و رمینرالیزه شدن هستند.

نویسنده مسئول مکاتبات: دکتر ایرج یزدانفر تلفن: ۰۹۱۳۱۱۱۵۴۱۴ پست الکترونیک: iraj.yazdanfar@yahoo.com

[Downloaded from jrds.ir on 2026-11-06]

[Downloaded from jrds.ir at 7:46 +0430 on Saturday August 24th 2019]

[DOR: 20.1001.1.20084676.1396.14.4.1.8]

امروزه مواد درمانی مختلفی به منظور بازگشت ضایعه اولیه مینایی و رمینرالیزاسیون مجدد آن معرفی شده است.[۲] به سبب آنکه بین ریزسختی سطحی مینا و میزان مواد معدنی و معدنی زدایی شده آن ارتباط وجود دارد، می توان از این عامل بعنوان معیاری برای تعیین میزان دمینرالیزاسیون و رمینرالیزاسیون مینا استفاده کرد.[۳،۴]

فلوراید سال هاست که بعنوان شایع ترین ماده جهت پیشگیری و رمینرالیزه کردن مینا استفاده می‌شود.[۵] نانو هیدروکسی آپاتیت به علت پتانسیل ایجاد رمینرالیزاسیون در ضایعات پوسیدگی اولیه از اهمیت ویژه ای برخوردار است.[۶] نانوهیدروکسی آپاتیت خاصیت هیدروفیلی داشته و این کریستالها خاصیت مرطوب کنندگی سطحی دارند هنگامی که بر سطح دندان استفاده می شوند یک لایه نازک اما قوی بر روی سطح مینا تولید می کند که به تاج دندانی متصل می شود. نانو هیدروکسی آپاتیت باعث رمینرالیزاسیون مینای دندان می گردد.[۷]

رزین اینفیلتریشن آیکن (Icon Resin Infiltration, DMG, Englewood, USA)یک رزین با بیس متاکریلات است که می تواند دلیل تغییر در سختی سطحی دندان پس از استفاده از آن باشد. از طرفی زمان طولانی‌تر پروسه اسید اچ مربوط به این ماده، موجب نفوذ عمقی تر آن می شودو می تواند پیشرفت ضایعات مینایی را متوقف نماید.[۸]

بررسی مطالعات نشان دادند سدیم فلوراید و نانو هیدروکسی آپاتیت توانایی رمینرالیزیشن ضایعات اولیه مینایی را دارند. [۹] و در بررسی تاثیر رزین اینفیلتریشن بر روی سختی و خشونت سطحی مینا مشخص شده که سختی سطحی مینا پس از درمان با رزین اینفیلتریشن بیشتر از فیشورسیلانت است و از طرفی خشونت سطحی فیشورسیلانت از رزین اینفیلتریشن کم تر بوده و سطح صاف تری ایجاد می‌نماید.[۱۰]

با توجه به پیشینه مطالعات موجود و معدود بودن این مطالعات، در این مطالعه به بررسی اثر ۴ ماده نانوهیدروکسی آپاتیت، سدیم فلوراید، رزین اینفیلتریشن و ترکیب سدیم فلوراید با نانوهیدروکسی آپاتیت بر رمینرالیزاسیون میناپرداخته شد.

مواد و روش ها:

در این مطالعه تجربی- آزمایشگاهی که در دانشکده دندانپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان) در سال ۱۳۹۵ انجام شد، بالغ بر ۵۰ دندان پره مولر سالم انسانی فاقد پوسیدگی، هیپوپلازی، ترمیم، ترک و شکستگی که به منظور درمان های مداخله ای ارتودنسی کشیده شده بودند جمع آوری شد و نمونه ها پس از زدودن آلودگی و تمیز شدن در آب مقطر در دمای اتاق نگهداری شدند. نمونه ها در آکریل سلف کیور (GC-unifast III, GC (Company, Japan) مانت شده و سپس برچسبی مربعی شکل بر روی سطح باکال دندان های چسبانده شد و سایر سطوح با لاک ناخن مقاوم به اسید پوشانده شد

برای سنجش صحیح ریز سختی، سطح نمونه ها توسط کاغذ سمباده (silicone carbide, USA, 4000grit)در حضور آب به مدت ۲۰ ثانیه پالیش شدند تا سطحی صاف و یکنواخت پیدا کنند.

نمونه ها به طور تصادفی به ۵ گروه ۱۰ تایی تقسیم شدند و سپس ریزسختی سطحی اولیه در مرکز بخش پالیش شده هر نمونه توسط دستگاه سختی سنجی Wickers (digital microhardness tester, Buhler, Germany) اندازه گیری گردید. روش اندازه گیری بدین صورت بود که با وزنه ۲۰۰ گرمی به مدت ۱۰ ثانیه توسط هرم الماسی دستگاه ۳بار در نمونه به فواصل ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میکرون اعمال شد[۱۱]. بر اثر هر بار اعمال نیرو یک فرورفتگی لوزی شکل روی نمونه ها ایجاد شد که دو قطر این لوزی زیر میکروسکوپ اندازه گیری گردید و سپس بر اساس میانگین آن ها ، ریزسختی هر یک از نمونه ها بر حسب عدد Wickers بدست آمد .

برای ایجاد پوسیدگی، نمونه ها به مدت ۴۸ ساعت در انکوباتوردر دمای ۳۷C در محلول دمینرالیزه کننده قرار

[Downloaded from jrds.ir on 2026-11-06]
[Downloaded from jrds.ir at 7:46 +0430 on Saturday August 24th 2019]
[DOR: 20.1001.1.20084676.1396.14.4.1.8]

گرفتند. ترکیب این محلول(13 ml of 0.1 M lactic acid and 0.2% poly acrylic acid) با pH=5 می‌باشد.[۱۲] پس از انجام این فرآیند نمونه ها با آب مقطر شستشو داده شدند و مجددا تحت اندازه گیری ریز سختی سطحی قرار گرفتند.

گروه اول (G1) به مدت ۱۲ ساعت در محلول سدیم فلوراید ۰/۰۲ درصد (Fluoride Resine, Colgate, UK)قرار داده شد.[۱۳]

گروه دوم (G2) به مدت ۱۲ ساعت در محلول آب مقطر و نانوهیدروکسی آپاتیت ۱۰٪ (Nanoshel Co, USA)قرار گرفت.

گروه سوم(G3) پروسه استفاده از ماده رزین اینفیلتریشن آیکن براساس دستور کارخانه سازنده و به شرح ذیل بود:

۱. Icon-etch: 15% hydrochloric gel (2 minutes).

۲.شستشو با آب به مدت ۳۰ ثانیه

۳.خشک کردن با هوا ۳۰ ثانیه

۴. Icon-Dry: 99% ethanol (30 second).

۵. Icon-Infiltrant[۱۲]

گروه چهارم (G4) به مدت ۱۲ ساعت در محلول دهانشویه سدیم فلوراید و نانوهیدروکسی آپاتیت ۱۰٪ قرار گرفت(۱۳).

گروه پنجم (G5) به عنوان کنترل منفی در آب مقطر نگهداری شدند.

برای اندازه گیری و مقایسه میزان بازیابی ریزسختی سطحی در گروه های مختلف از فرمول زیر استفاده شد:

$$\frac{Treated\ Enamel - Demineralized\ Enamel}{Initial\ Enamel - Demineralized\ Enamel} = Hardness\ recovery$$

داده های بدست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS 20 و آزمون های آماری ANOVA و پس آزمون LSD مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

یافته ها:

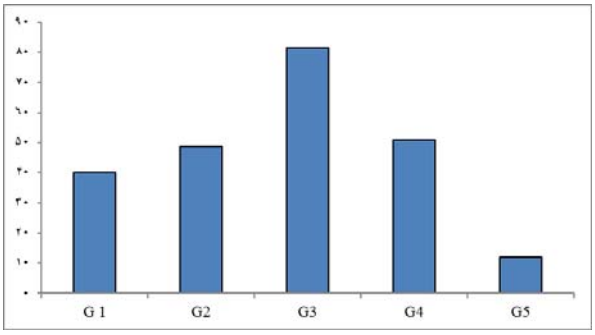
در همه گروه ها میزان ریز سختی مینا بعد از دمینرالیزاسیون نسبت به قبل آن (مینای سالم) به طور معناداری کاهش داشت (P=۰/۰۱) و در گروه های:G1 (درمان با دهانشویه سدیم فلوراید، G2 (درمان با محلول نانو هیدروکسی آپاتیت)، G3 (درمان با اینفیلتریشن) و G4 (درمان با سدیم فلوراید+ نانوهیدروکسی آپاتیت) بعد از درمان میزان ریزسختی نسبت به بعد از دمینرالیزاسیون بطور معناداری افزایش داشت (P=۰/۰۰۵) ولی در گروه G5 (کنترل) تفاوت معنادار وجود نداشت (P=۰/۵) و در گروه‌های G1 ، G2، G4و G5 میزان ریزسختی نسبت به قبل از دمینرالیزاسیون (مینای سالم) بطور معناداری کاهش داشت. (P<۰/۰۳) ولی در گروه G3 تفاوت معنادار وجود نداشت.(P =۰/۲) (جدول ۱)

جدول ۱- میزان ریزسختی مینا در سه زمان در گروه های تحت مطالعه

ریز سختی / گروه	اولیه	بعد از دمینرالیزاسیون	بعد ازدرمان
	انحراف معیار± میانگین	انحراف معیار± میانگین	انحراف معیار± میانگین
G1	۳٤۷/۲±۷۲/۱	۲۱٤/٦±٦٦/۲	۲٦۷/۹±٦۸/٦
G2	۳۳۲/۵±٦٦/۳	۲۰۹/۵±۷۰/٦	۲٦۹/۷±۷٤/۳
G3	۳٦۱/۷±٦۲/۹	۲۱۸/۲±۷۸/۳	۳۳۵/۲±۹۰/٤
G4	۳۵٤/٦±۷٦/۸	۲۳۵/۳±۷۱/۵	۲۹٦/۲±٦٤/٦
G5	۳٤۰/٦±۷۱/٤	۲۲۰/۲±۷۸/۳	۲۳٤/۵±۷۳/۱

[Downloaded from jrds.ir on 2026-11-06]
[Downloaded from jrds.ir at 7:46 +0430 on Saturday August 24th 2019]
[DOR: 20.1001.1.20084676.1396.14.4.1.8]

در محاسبه درصد بازیابی ریزسختی سطحی مینا بعد از درمان درگروه G1، ۴۰/۱ درصد، گروه G2، ۸/ ۴۸ درصد در گروه G3 ، ۸۱/۵ درصد، در گروه G4 ، ۵۱ درصد و در گروه G5، ۱۱/۹ درصدبدست آمد. (نمودار ۱)



نمودار۱- میزان درصد بازیابی ریزسختی در گروه های مختلف بعد از درما

میزان ریزسختی مینا قبل از دمینرالیزاسیون و همچنین بعد از دمینرالیزاسیون بین ۵ گروه اختلاف معنادار نداشت. اما پس از درمان میزان ریزسختی در گروه درمان شده با رزین اینفیلتریشن از ۴ گروه دیگر بطور معناداری بیشتر بود. در مقایسه دوبه دویی گروه ها، نتایج درمان در گروه G3 بهتر از G4بوده و سه گروه G1, G2 و G4 تفاوت معناداری نداشتند. (P>۰/۰۵)

بحث

بر اساس نتایج بدست آمده هر سه ماده، دهانشویه سدیم فلوراید، محلول نانوهیدروکسی آپاتیت و رزین اینفیلتریشن باعث افزایش رمینرالیزاسیون می شوند، در حالی که اثر ماده رزین اینفیلتریشن بطور قابل توجهی بیشتر از دو ماده دیگر بود و این افزایش از اثر سینرژی سدیم فلوراید و نانوهیدروکسی آپاتیت هم بیشتر بود.

بطور کلی اندازه گیری ریز سختی سطحی، تکنیکی مناسب برای بررسی تاثیر مواد بر میزان رمینرالیزه شدن مینا می باشد. این اندازه گیری برای موادی مثل مینا که دارای ساختار میکروسکوپی ظریف، ناهمگن و مستعد ترک خوردگی می باشند روشی مناسب است. سنجش ریز سختی سطحی روشی آسان، غیر تخریبی و سریع به منظور مطالعات دمینرالیزاسیون و رمینرالیزاسیون می‌باشد.[۲] بنابراین در مطالعه حاضر ریز سختی سطحی برای هر نمونه در سه مرحله شامل، ریز سختی اولیه، بعد از ایجاد پوسیدگی مصنوعی(دمینرالیزاسیون) و بعد از رژیم درمانی، اندازه گیری شد.

در این مطالعه برای سنجش ریزسختی از شاخص Wickers استفاده گردید زیرا در هنگام اندازه گیری محل اثر هرم الماسی، ابعاد فرو رفتگی در دو جهت اندازه گیری می شود که نسبت به تست اندازه گیری Nope که تنها در یک جهت انجام می شود، مزیت دارد.[۱۱]

در مطالعه حاضر، میزان ریزسختی اولیه کل نمونه ها و نیز میزان ریزسختی بعد از اولین دمینرالیزاسیون در محدوده ۳۵۰ و ۲۲۰ بود که مشابه با نتایج بدست آمده در مطالعات قبلی می باشد.[۱۴] با مقایسه اعداد فوق مشخص گردید، اگرچه ضایعه مینایی اولیه دارای سطحی با ظاهری یکنواخت و دست نخورده است اما در مقایسه با مینای سالم محتوای معدنی کمتری دارد و به همین دلیل ریزسختی آن کم تر از مینای سالم است.

در این مطالعه، ریزسختی سطحی گروه تحت درمان با محلول دهانشویه سدیم فلوراید افزایش معناداری نسبت به مینای دمینرالیزه نشان داد که البته این میزان نسبت به مینای سالم بطور معناداری کم تر بود.و مطالعات بسیاری نیز نشان داده اند که سدیم فلوراید سختی سطحی ضایعات مینایی اولیه را افزایش می‌دهد. که این ماده باعث تبدیل هیدروکسی آپاتیت به فلوروهیدروکسی آپاتیت می شود که کریستال های بزرگتری داشته و در برابر حمله اسیدی مقاومتر است.[۹، ۱۳، ۱۵]در بررسی تاثیر محلول نانوهیدروکسی آپاتیت ۱۰٪ در ریزسختی سطحی نشان داده شد که این ماده توانایی رمینرالیزه کردن ضایعات اولیه مینایی را دارا می‌باشد. از طرفی ترکیب محلول نانو هیدروکسی آپاتیت و سدیم فلوراید پاسخ بهتری به رمینرالیزه کردن این ضایعات نشان

[Downloaded from jrds.tums.ac.ir at 7:46 +0430 on Saturday August 24th 2019]
[Downloaded from jrds.tums.ac.ir at 7:46 +0430 on Saturday August 24th 2019]
[DOR: 20.1001.1.20084676.1396.14.4.1.8]

داده است. هر چند این افزایش نسبت به کاربرد جداگانه هر کدام از این محلولها از لحاظ آماری معنی دار نبود. همچنین مطالعات بسیاری اثر بهبود بخشی نانوهیدروکسی آپاتیت بر خواص دیگر مواد دندانی نشان داده اند که خود موید و بیانگر اثر سینرژیسم آن می باشد.[۱۵-۱۷] در مطالعه ای که Jeong و همکاران بر روی تاثیر دو خمیر دندان نانوهیدروکسی آپاتیت و فلوراید و خمیر دندان های حاوی هیدروکسی آپاتیت انجام دادند، مشخص شد که هر دو توانایی رمینرالیزاسیون ضایعات اولیه پوسیدگی را دارند و تفاوتی بین این دو وجود ندارد.[۱۸] تحقیق حاضر نیز نشان داد که سختی سطحی ضایعات اولیه مینایی بین گروه های تحت درمان با فلوراید، نانوهیدروکسی آپاتیت و ترکیب این دو تفاوت معناداری نداشت.

نانو هیدروکسی آپاتیت به علت پتانسیل ایجاد رمینرالیزاسیون در ضایعات پوسیدگی اولیه از اهمیت ویژه ای برخوردار است.[۶] در مطالعات متعددی تاثیر خصوصیت رمینرالیزه کننده نانو هیدروکسی آپاتیت بر ضایعات دمینرالیزه شده عاج و مینا مورد بررسی قرار گرفته است که نانو هیدروکسی آپاتیت با غلظت ۱۰٪ بهترین نتیجه درمانی را حاصل نموده است.[۹، ۱۳، ۱۹-۲۲]

بر اساس نتایج بدست آمده، سختی سطحی گروه تحت درمان با رزین اینفیلتریشن بطور معناداری افزایش یافت، بطوریکه این مقدار به میزان ریزسختی اولیه مینا نزدیک بود و با آن تفاوت معنی داری را نشان نداد.

مطالعات متعددی بر روی این ماده صورت گرفته که نشان داده اند این ماده سختی سطحی مینا را افزایش می‌دهد.[۲۳-۲۶] در مطالعه‌ای که Taher و همکاران بر روی اثر رزین اینفیلتریشن بر ریزسختی مینای دندان انجام دادند، مشخص شد که تفاوت معناداری در سختی سطحی مینا قبل و بعد از کاربرد رزین اینفیلتریشن وجود ندارد.[۱۰] در مطالعه دیگری که Liu وهمکاران انجام دادند و سختی سطحی مینای دمینرالیزه تحت درمان با رزین اینفیلتریشن و فلوراید را اندازه گرفتند، نتایج حاصله حاکی از آن بود که هر دو ماده توانایی افزایش سختی سطحی این ضایعات را دارا بودند و اسید قوی موجود در سیستم رزین اینفیلتریشن باعث انحلال مینای دمینرالیزه شده و با نفوذ رزین در نواحی متاثر از کاربرد اسید و کیور کردن آن بهبود خصوصیات سطحی ضایعه مشاهده شد بطوری که رزین اینفیلتریشن توانایی بیشتری در افزایش سختی سطحی و سختی در مقاطع عرضی در اعماق مختلف ضایعه دارد.[۲۶] در این مطالعه درصد بازیابی ریزسختی سطحی تمامی گروه ها محاسبه شد. این درصد نشان دهنده‌ی میزان بازگشت ریزسختی و میزان رمینرالیزه شدن مینای دمینرالیزه بعد از رژیم درمانی بکارگرفته شده می‌باشد. از این درصد برای مقایسه تاثیر مواد مختلف بر رمینرالیزه کردن مینا نیز استفاده می شود. محاسبه درصد بازیابی ریزسختی سطحی نشان داد که استفاده از رزین اینفیلتریشن بطور قابل توجهی باعث بازیابی ریزسختی می شود، درمورد سه ماده دیگر مورد استفاده مشاهده شد که هرچند میزان ریزسختی مینا پس از درمان بطور معناداری از مینای دمینرالیزه بیشتر بود اما از سوی دیگر این میزان بطور معناداری از ریزسختی اولیه مینا کم تر بود. در انتها پیشنهاد می شود اندازه گیری ریز سختی در لایه زیر سطحی ضایعات درمان شده و مقاطع عرضی آن انجام گیرد همچنین به بررسی عمق ضایعات در زیر میکروسکوپ نور پلاریزه قبل و پس از درمان و به بررسی ریز سختی سطوح درمان شده پس از دوره های دمینرالیزاسیون مجدد پرداخته شود.

نتیجه گیری

دهانشویه سدیم فلوراید و محلول نانوهیدروکسی آپاتیت هر دو باعث افزایش معنادار ریزسختی سطحی ضایعات پوسیدگی اولیه می گردند. ماده رزین اینفیلتریشن بهترین نتیجه را در افزایش ریزسختی سطحی ضایعات پوسیدگی اولیه نسبت به سایر محصولات نشان داد.

[Downloaded from jrds.tbzmed.ac.ir on 2026-11-06]
[Downloaded from jrds.ir at 7:46 +0430 on Saturday August 24th 2019]
[DOR: 20.1001.1.20084676.1396.14.4.1.8]

[Downloaded from jrds.ir on 2026-11-06]
[Downloaded from jrds.ir at 7:46 +0430 on Saturday August 24th 2019]
[DOR: 20.1001.1.20084676.1396.14.4.1.8]

References:

1. Young DA, Nový BB, Zeller GG, Hale R, Hart TC, Truelove EL. The American Dental Association Caries Classification System for clinical practice: a report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs. J Am Dent Assoc 2015;146(2):79-86.

2.Lata S, Varghese NO, Varughese JM. Remineralization potential of fluoride and amorphous calcium phosphate-casein phospho peptide on enamel lesions: An in vitro comparative evaluation. J Conserv Dent 2010;13(1):42-6.

3.Featherstone JD, Ten cate JM, Shariati M, Arends J. Comparison of artificial caries like lesions by quantitative microcardiography and microhardness profiles. Caries Res 1983; 17 (5): 385-91

4.Gerrard WA, Winter PJ. Evaluation of toothpaste by their ability to assist rehardening of enamel invitro. Caries Res 1986; 20 (3): 209-16.

5.Ten Cate JM. In vitro studies on the effects of fluoride on de- and remineralization. J Dent Res. 1990;69 :614-9.

6.Roveri N, Battistella E, Bianchi CL, Foltran I, Foresti E, Iafisco M, et al. Surface enamel remineralization: Biomimetic Apatite Nanocrystals and Fluoride ions different effects. J Nanomater 2009;Article ID 746383:1-9

7.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;309-311:881-4

8.Paris S, Schwendicke F, Keltsch J, Dörfer C, Meyer-Lueckel H. Masking of white spot lesions by resin infiltration in vitro. J Dent 2013;41 (5):28-34

9.Vyavhare S, Sharma DS, Kulkarni VK. Effect of three different pastes on remineralization of initial enamel lesion: an in vitro study. J Clin Pediatr Dent 2015;39(2):149-60.

10.Taher NM, Alkhamis HA, Dowaidi SM. The influence of resin infiltration system on enamel microhardness and surface roughness: An in vitro study.Saudi Dent J 2012;24(2):79-84.

11.Craig RG, Sakaguchi, RL, Powers J. Craig's restorative dental materials. 13th ed. Philadelphia: Elsevier/Mosby, 2012.

12.Aziznezhad M, Alaghemand H, Shahande Z, Pasdar N, Bijani A, Eslami A, et al. Comparison of the effect of resin infiltrant, fluoride varnish, and nano-hydroxy apatite paste on surface hardness and streptococcus mutans adhesion to artificial enamel lesions. Electron Physician 2017 25;9(3):3934-3942.

13. Haghgoo R, Rezvani MB, Salehi Zeinabadi M.Comparison of nano-hydroxyapatite and sodium fluoride mouthrinse for remineralization of incipient carious lesions.J Dent (Tehran) 2014;11(4):406-410.

14.Jabarifar SE, Salavati ShA, Khosravi K, Tavakoli N. Microhardness Changes in Primary Tooth Surface Enamel Following Application of Crest and Pooneh Pediatric Fluoride Toothpaste (In Vitro survey). J Mash Dent Sch 2010; 33(4): 277-84.

15.Neto DM, Carvalho EV, Rodrigues EA, Feitosa VP, Sauro S, Mele G, et al.
Novel hydroxyapatite nanorods improve anti-caries efficacy of enamel infiltrants. Dent Mater 2016;32(6):784-93.

16.Mielczarek A, Gedrange T, Michalik J. An in vitro evaluation of the effect of fluoride products on white spot lesion remineralization. Am J Dent 2015;28(1):51-6.

17.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

18.Jeong SH, Jang SO, Kim KN, Kwon HK , Park YD, Kim BI. Remineralization potential of new toothpaste containing nanohydroxyapatite.Key Engin Mater 2006;309-311:537-40

19.Tschoppe P. Daniela L. Zandim .Martus P. Andrej M. Kielbassa Enamel and dentine remineralization by nano-hydroxyapatite toothpastes. J Dent 2011;39(6):430-7.

20.de Carvalho FG, Vieira BR, Santos RL, Carlo HL, Lopes PQ, de Lima BA. In vitro effects of nano-hydroxyapatite paste on initial enamel carious lesions. Pediatr Dent 2014;36(3):85-9.

21.Zhen T, Hongkun Wu, Anchun Mo, Zhiqin Chen, Yubao Li. Effect of Apatite Nanoparticle remineralization of the demineralized human dentin. Key Engineering Materials 2007; 330-332: 1381-1384.

22.Tezvergil-Mutluay A, Lassila LV, Vallittu PK. Degree of conversion of dual – cure luting resins light – polymerized through various materials. Acta Odontol Scand 2007; 65(4): 201- 205.

23.Kim S, Kim EY, Jeong TS, Kim JW. The evaluation of resin infiltration for masking labial enamel white spot lesions. Int J Paediatr Dent 2011;21(4):241-8.

24.Bakhshandeh A, Ekstrand K.Infiltration and sealing versus fluoride treatment of occlusal caries lesions in primary molar teeth. 2-3 years results.Int J Paediatr Dent 2015;25(1):43-50.

25.Arslan S, Zorba YO, Atalay MA, Özcan S, Demirbuga S, Pala K, Percin D, et al. Effect of resin infiltration on enamel surface properties and Streptococcus mutans adhesion to artificial enamel lesions Dent Mater J 2016;35(2):333.

26.Liu Y, Deng H, Tang L, Zhang Z. Effect of resin infiltration on microhardness of artificial caries lesions. Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi 2015;50(12):737-41.