

## تأثیر عوامل رمینرالیزه کننده بر خشونت سطحی مینای دمینرالیزه

۱: دانشیار، مرکز تحقیقات مواد دندانی، گروه دندان پزشکی ترمیمی، دانشکده دندان پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.  
۲: دانشجوی دندان پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.  
۳: نویسنده مسؤول: دستیار تخصصی دندان پزشکی کودکان، دانشکده دندان پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران. Email: nargeslamr@yahoo.com

فرزانه شیرانی<sup>۱</sup>  
مریم امرالهی<sup>۲</sup>  
نرگس امرالهی<sup>۳</sup>

### چکیده

**مقدمه:** خشونت سطحی مینا بر ویژگی‌های بصری، گیر پلاک، خصوصیات سایش و استحکام باند ترمیم مؤثر است. هدف از این مطالعه تعیین خشونت سطحی ضایعه مینایی درمان شده با استفاده از Casein PhosphoPeptide-Amorphous Calcium Phosphate (CPP-ACP)، فلوراید و ترکیب این دو بود.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه‌ی تجربی- آزمایشگاهی، ۲۴ دندان سالم قدامی گاو پس از جدا سازی تاج از ریشه در رزین اکریلی مانت گردید. نمونه‌ها پس از دمینرالیزه شدن به چهار گروه تحت درمان با خمیر CPP-ACP، خمیر CPP-ACPF و دهان‌شویه فلوراید و کنترل تقسیم شدند. خشونت سطحی نمونه‌ها پس از درمان در هر یک از گروه‌ها محاسبه گردید. اعداد به دست آمده تحت آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون تکمیلی Duncan قرار گرفتند ( $\alpha = 0/05$ ).

**یافته‌ها:** خشونت سطحی گروه کنترل بطور معنی‌داری از سایر گروه‌های درمانی بیشتر بود ( $p \text{ value} = 0/011$ ).

**نتیجه‌گیری:** نتایج نشان داد که درمان با هر سه ماده‌ی رمینرالیزه کننده باعث کاهش خشونت سطحی می‌شود.

**کلید واژه‌ها:** کازئین فسفو پپتید آمورفوس کلسیم فسفات، فلوراید، ویژگی‌های سطحی، رمینرالیزاسیون دندان، دمینرالیزاسیون دندان، مینای دندان.

تاریخ پذیرش: ۹۵/۲/۲۸

تاریخ اصلاح: ۹۵/۲/۸

تاریخ ارسال: ۹۴/۱۰/۲۰

**استناد به مقاله:** شیرانی ف، امرالهی م، امرالهی ن: تأثیر عوامل رمینرالیزه کننده بر خشونت سطحی مینای دمینرالیزه. مجله دانشکده دندان پزشکی اصفهان، ۱۳۹۵، ۱۲(۳): ۱۶۵-۱۷۴.

## مقدمه

پیدا می‌کنند و در کریستال‌های مینایی نسبتاً معدنی زدایی شده رسوب می‌کنند و کریستال‌های آپاتیت را دوباره شکل می‌دهند و باعث افزایش پروسه رمینرالیزیشن می‌شوند (۶).

اثر فلوراید در پیشگیری از پوسیدگی‌های دندانی نیز به خوبی شناخته شده است و ثابت شد که فلوراید در فاز مایع احاطه کننده ساختار دندان، تعادل را به طرف رمینرالیزیشن سوق می‌دهد. کلسیم فلوراید محصول واکنشی اصلی درمان مینا با فلوراید موضعی است و به عنوان یک فاکتور اصلی مکانیسم ضد پوسیدگی شناخته شده است. در ضایعات اولیه پوسیدگی فلوراید با اتصال به کریستال‌های تقریباً حل شده، یون‌های کلسیم و فسفات را برای رسوب شدن جذب می‌کند و به این ترتیب رمینرالیزاسیون را افزایش می‌دهد (۷).

MI paste-plus که حاوی کازین فسفات آمورفوس کلسیم فسفات همراه با ۹۰۰ ppm فلوراید (CPP-ACPF) است، به عنوان عامل رمینرالیزاسیون استفاده می‌شود. قسمت چسباندن ترکیب CPP-ACPF را CPP تشکیل می‌دهد که به آسانی به مینا و بیوفیلم متصل می‌شود و یون‌های کلسیم و فسفات را بطور دقیق برای محلی که لازم است، فراهم می‌کند. یون‌های کلسیم و فسفات، ترکیب CPP را ترک می‌کنند و به رادهای مینایی وارد می‌شوند و دانسیته‌ی هیدروکسی آپاتیت کریستال‌ها را افزایش می‌دهند (۸). برای هر دو یون فلوراید، ده یون کلسیم و شش یون فسفات لازم است تا یک واحد سلولی فلوروآپاتیت (Ca<sub>10</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>F<sub>2</sub>) تشکیل شود. نسبت‌های مشابهی برای ساخت ترکیب CPP-ACPF به کار گرفته شده است (۹).

خشونت سطحی فرورفتگی‌ها و برجستگی‌هایی است که در سطح ایجاد می‌شود و این پدیده می‌تواند منجر به گیر پلاک و تغییر رفتار خوردگی و تغییر رنگ شود (۱۰). اهمیت استرپتوکوکوس موتانس در پوسیدگی دندانی از سال ۱۹۷۰ شناخته شده است. در مطالعات حد آستانه خشونت سطحی که در آن محدوده باکتری می‌تواند به سطح متصل شود، ۰/۲ میکرومتر تعیین شده و با توجه به این

پوسیدگی شایع‌ترین بیماری عفونی عصر جدید می‌باشد که بهترین درمان آن پیشگیری است. پوسیدگی تاجی از مینا آغاز می‌شود (۱). ضایعه پوسیدگی به صورت فرآیندی متناوب با فعالیت و عدم فعالیت است زیرا pH سطح دندان با تغییرات متابولیسم پلاک دست‌خوش تغییر می‌گردد. در pHهای پایین مثل ۳ یا ۴ سطح مینا اچ شده و زبر می‌گردد و در pH برابر ۵ سطح مینا دست نخورده باقی می‌ماند ولی مواد معدنی لایه زیر سطحی از دست می‌رود (۱). این فرآیند منجر به ایجاد ضایعه پوسیده اولیه به نام ضایعه سفید می‌گردد. ضایعه سفید اولیه سطحی سالم و ناحیه زیر سطحی متخلخل دارد و بیشتر در سطوح صاف مینایی قابل مشاهده می‌باشد. در افراد با ریسک پوسیدگی بالا، اغلب پوسیدگی‌های نواحی پروگزیمال به نواحی سرویکال در لینگوال یا فاسیال گسترش پیدا می‌کند و سبب تخریب شدید نسج دندان می‌شود (۲).

از آنجا که در دندان پزشکی با حداقل تهاجم رمینرالیزه کردن ضایعات سفید نسبت به ترمیم آن‌ها ارجح می‌باشد، استفاده از ترکیبات کلسیم، فسفات و فلوراید یک فرآیند رایج در این زمینه می‌باشد.

GC tooth mousse یک ترکیب تجاری از یک مخلوط نرم و مرطوب بدون قند با پایه آب و به شکل کرم موضعی با بیس یک نانوکمپلکس از پروتئین شیر به نام Casein PhosphoPeptide-Amorphus Calcium Phosphate (CPP-ACP) می‌باشد (۳). CPP از طریق فسفوسرین‌های موجود در ترکیب خود به کلسیم و فسفات باند شده و اجازه تشکیل خوشه‌های کوچکی از کلسیم فسفات (ACP) را می‌دهد که به این صورت کلسیم و فسفاتی که قویاً غیر محلول هستند در حضور این پپتید (CPP) به صورت محلول در دسترس قرار می‌گیرد (۴). همچنین CPP به سطح دندان باند شده و به عنوان یک منبع ذخیره یون‌های کلسیم و فسفات عمل می‌کند (۵). یون‌های کلسیم و فسفات از فاز مایع از طریق ضایعه متخلخل انتشار

ریسک پوسیدگی هم کاهش می‌یابد. همچنین Giulio و همکاران (۱۵) مشاهده نمودند که تماس اسید با مینای Strip شده بر سرعت دمنرالیزاسیون آن می‌افزاید اما استفاده از CPP-ACP می‌تواند موجب افزایش رمینرالیزاسیون گردد.

مطالعه حشمت و همکاران (۱۶) نشان داد که CPP-ACP و Remin pro خشونت سطح مینای دندان‌های بلچ (Bleach) شده را کاهش می‌دهد اما نسبت به یکدیگر در کاهش خشونت تفاوتی ندارند.

Agrawal و همکارانش (۱۷) نشان دادند CPP-ACP Iron و APF (Acidulated Phosphate Fluoride) supplement می‌تواند خشونت سطحی ضایعات ایجاد شده توسط Soft drink را کاهش دهند اما این اثر توسط CPP-ACP بیشتر خواهد بود.

در مطالعه Gama Cunha و همکاران (۱۸) اثر MI past-plus در اثر بخشی سفید کردن دندان‌ها و تأثیر آن در کاهش خشونت سطحی مینا مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که استفاده از MI past-plus اثر بخشی سفید کردن را کاهش نداده؛ علاوه بر این اثرات منفی بر خشونت سطحی و سختی سطح مینای گاوی را کاهش می‌دهد.

نتایج مطالعه Chen و همکاران (۱۹) در درمان با غلظت افزایش یافته یون فلوراید روی دندان‌های rat در مرحله‌ی بلوغ نشان داد که خشونت سطحی کریستال‌های مینایی افزایش می‌یابد.

در آنالیز میکروسکوپی نشان داده شده که محلول CPP-ACP در MI paste-plus نسبت به CPP-ACP رمینرالیزیشن بیشتری ایجاد کرد و مواد معدنی که در ضایعه‌ی زیر سطحی تشکیل شد با هیدروکسی آپاتیت و فلوروآپاتیت برای رمینرالیزاسیون با CPP-ACP و CPP-ACFP سازگار بود (۸، ۹).

همچنین Zhou و همکاران (۱۴) نشان دادند که استفاده از CPP-ACP و NaF می‌تواند خشونت سطح ضایعات اولیه مینایی در دندان‌های شیری را طی روند رمینرالیزاسیون، کاهش و سختی و الاستیک مودولوس را افزایش دهد.

ویژگی باکتری برای اتصال به سطح دندان هر روشی جهت کاهش خشونت سطحی در این زمینه می‌تواند منجر به محدود شدن گیر میکروبی شود (۱۱). سطح خشن می‌تواند به صورت معنی‌داری گیر پلاک را افزایش دهد و ۲۵ برابر بیشتر از سطح صاف به باکتری‌ها پناه دهد (۱۲).

در بررسی خشونت سطحی نتایج Atomic Force Microscopy (AFM) نشان داد که ساختار منشورهای مینایی و مینای بین منشوری بعد از اسید اچینگ سطح صاف مینای طبیعی در تصویر AFM بطور واضح قابل مشاهده است. ناحیه‌ی مرکزی منشور بیشتر از نواحی محیطی حل شدند، در حالی که حلالیت نواحی بین منشوری حداقل است که یک الگوی تپییک «لانه زنبوری» را ایجاد می‌کند. این همچنین می‌تواند جهت‌گیری ترجیحی کریستال‌ها را در داخل منشورها و بین منشورها مشخص کند، که یکی از سلسله مراتب ساختاری مینای انسان است (۱۳).

در مطالعه‌ی Zhou و همکاران (۱۴) مشخص گردید در مینای دمنرالیزه باگذشت زمان نواحی مرکزی منشورها به وسیله‌ی رمینرالیزاسیون CPP-ACP به مرور جایگزین شد و همچنان جهت‌گیری فیبریل‌های کریستال‌ها باقی ماند. در حالی که سطح مینا به تدریج صاف و مسطح شد. که این نتایج همچنین با نتایج اندازه‌گیری خشونت سطحی مورد تأیید قرار گرفت. این ممکن است نتیجه‌ی درمان باشد که رسوب روی منشورهای مینایی را بهبود بخشید و تفاوت ارتفاع را کاهش داد. که این از تفاوت تمایل جهت‌گیری کریستال‌های مینایی بین منشور مینایی و نواحی بین منشوری منتج می‌شود. در ضمن، در گروه سدیم فلوراید، رمینرالیزاسیون مشهودی رخ نداد اما خشونت برابر با گروه CPP-ACP 24-h کاهش یافت، که پیشنهاد می‌کند سدیم فلوراید توانایی ترمیم ساختار مینا را ندارد اما می‌تواند سطح مینا را صاف کند.

Mathias و همکاران (۱۱) در مطالعه خود نشان دادند که همراهی Microabrasion با CPP-ACP به صورت قابل توجه خشونت سطحی را کاهش می‌دهد و پیرو آن

CPP-،(Mousse, Recaldent; GC Corp; Japan MI ) CPP-ACPF دندان‌های تحت درمان با خمیر (Paste-Plus, Recaldent, GC America Inc Protect ) دندان‌های تحت درمان با دهان‌شویه فلوراید (Fluoride Rinse, Jordan, Kiel, Germany Mouth Rinse) و کنترل تقسیم شدند و جهت پروسه درمانی تحت سیکل pH برای سی روز قرار گرفتند. به این صورت که نمونه‌ها ابتدا سه ساعت در محلول دمیئرالیزاسیون قرار گرفتند و بعد از آن سه دقیقه ماده‌ی درمانی هر گروه اعمال شده و سپس سطح نمونه‌ها با آب مقطر شسته شد و در نهایت ۲۱ ساعت در محلول رمینرالیزاسیون قرار گرفت.

جهت درمان ضایعات سفید در دو گروه CPP-ACP و CPP-ACPF، با استفاده از میکروبراش ۰/۵ میلی‌متر از خمیر درمانی بر روی مینای سطح باکال دندان به مدت سه دقیقه بر حسب توصیه‌ی سازنده قرار داده شد، و در گروه تحت درمان با دهان‌شویه فلوراید نمونه‌ی دندانی درون ۱۰ سی‌سی از دهان‌شویه فلوراید به مدت ۳ دقیقه غوطه‌ور شد (شکل ۲).

بین هر دو سیکل درمانی نمونه‌ها به وسیله آب مقطر شسته شدند تا مانع از آلوده سازی محلول دمیئرالیزاسیون توسط محلول رمینرالیزاسیون سیکل قبلی گردد. سپس نمونه‌ها با استفاده از دستمال کاغذی خشک شده و در سیکل جدید درمانی با استفاده از ترکیبات تازه شده قرار گرفتند. محتویات محلول‌های دمیئرالیزاسیون و رمینرالیزاسیون و بزاق مصنوعی در جدول ۱ آورده شده است.

جهت تعیین خشونت سطحی از میکروسکوپ نوری انعکاسی (ROM) Reflection Optical Microscopy، استفاده شد. با استفاده از نرم‌افزار Image plus تصویر نمونه تبدیل به کدهای رنگی شده و کنتراست تصویر اختلاف ارتفاع در سطح نمونه را نشان می‌دهد. با استفاده از کدهای رنگی در مقیاس Gray scale، تصویر بازتابی از سطح نمونه تبدیل به یک تصویر عددی سه بعدی می‌شود

با توجه به نتایج ضد و نقیض مطالعات مختلف در این زمینه (۱۱، ۱۹) و نبود مطالعه‌ای که بطور واضح اثر خمیر CPP-ACP، فلوراید و ترکیب آن‌ها را بر خشونت سطحی مینا بررسی کند، در مطالعه حاضر اثر این سه ترکیب بر خشونت سطحی مینای دمیئرالیزه مورد بررسی قرار گرفت. فرضیه صفر در این مطالعه بی اثر بودن روش‌های درمانی مورد مطالعه بر خشونت سطحی بود.

## مواد و روش‌ها

در این مطالعه‌ی تجربی-آزمایشگاهی تعدادی دندان قدامی گاو از حیوانات بالای ۳۰ ماه بدست آمد و ۲۴ دندان ( $d=0/12$ ) عاری از هر گونه پوسیدگی، ترک، ضایعه، اختلال مینایی، جرم و رنگ‌دانه انتخاب گردید. نمونه‌ها به مدت یک هفته در محلول تایمول ۰/۲ درصد در دمای اتاق نگهداری شدند تا عاری از هر گونه میکروب باشند. سپس نمونه‌ها به دقت شست‌وشو، جرم‌گیری و برساژ شده در آب مقطر قرار داده شدند. برای آماده سازی تاج دندان‌ها به وسیله دیسک الماسی با سرعت بالا از ریشه جدا گردید و پالپ تاجی خارج شد. سپس مولدهای پلاستیکی ساخته شد و با استفاده از رزین آکریلی خود سخت‌شونده (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) تاج دندان‌ها به گونه‌ای که سطح لیال رو به بالا و موازی افق باشد در آن مانع گردید. سطح همهی نمونه‌ها بایک لایه بزاق مصنوعی ضخیم به منزله‌ی بازسازی محیط دهان، با ترکیب موجود در جدول ۱ آغشته گردید. دندان‌ها جهت دمیئرالیزاسیون به مدت سه روز به تناوب وارد سیکل pH به روش Tencate شدند. به این صورت که ابتدا نمونه‌ها سه ساعت در محلول دمیئرالیزاسیون قرار گرفتند و سپس سه دقیقه با بزاق مصنوعی شسته شده و در نهایت به مدت ۲۱ ساعت در محلول رمینرالیزاسیون قرار گرفتند.

تا این که یک ضایعه مینایی اولیه (White spot) در نمونه‌ها ایجاد شد. سپس نمونه‌ها جهت پروسه درمانی به چهار گروه دندان‌های تحت درمان با خمیر (GC Tooth

## یافته‌ها

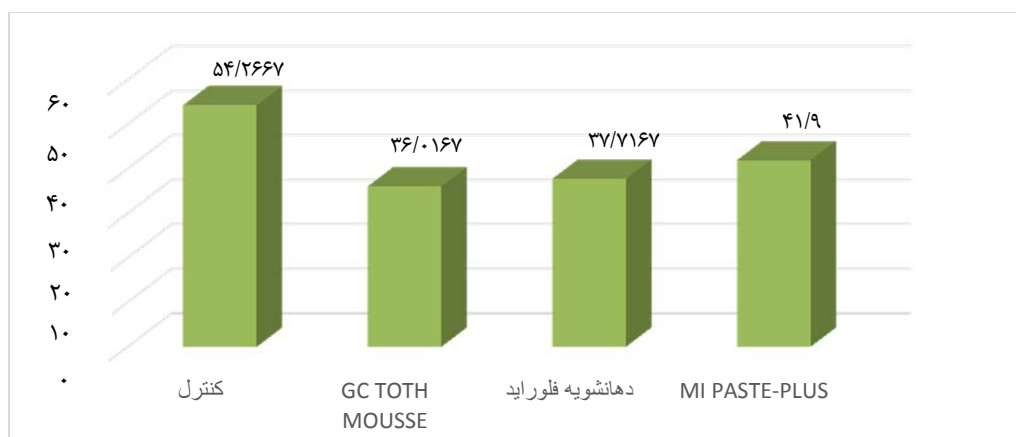
در میان گروه‌های درمانی، حداقل خشونت سطحی مربوط به دندان‌های درمان شده با CPP-ACP (GC tooth mouth)  $(3/52 \pm 36/02)$  و حداکثر آن مربوط به دندان‌های کنترل  $(14/01 \pm 54/27)$  بود. نمودار ۱ و جدول ۲ میانگین خشونت سطحی را نشان می‌دهد. آنالیز واریانس یک‌طرفه Rrms بین چهار گروه تفاوت معنی‌دار نشان داد ( $p \text{ value} = 0/011$ ).

در تکمیل آن آزمون تکمیلی Duncan نشان داد که بین گروه کنترل با سایر گروه‌های درمانی تفاوت معنی‌دار وجود دارد ( $p \text{ value} < 0/05$ ). اما بین سایر گروه‌های درمانی (MI paste-plus, fluoride mouthwash, GC tooth mousse) تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. هرچند GC tooth mousse نسبت به سایرین کاهش بیشتری در خشونت سطحی ایجاد می‌کند.

که در آن هر نقطه روشن‌تر باشد یا به رنگ سفید نزدیک‌تر باشد، ارتفاع بیشتری به آن نسبت داده می‌شود. با استفاده از فیلترهای نرم‌افزاری شیب صفحه اسکن و سطح نمونه، خطاهای ممتد خطی و خطاهای موضعی برطرف می‌شود. به وسیله تحلیل آماری اطلاعات، تصویر به وسیله نرم‌افزار، عدد ناصافی سطح بر حسب متوسط مجموع مربعات یا Root mean square roughness (Rrms) بر حسب نانومتر نشان داده می‌شود. خشونت سطحی گروه کنترل و نمونه‌ها پس از درمان رزمینرالیزاسیون در هر یک از گروه‌ها محاسبه گردید. برای بررسی وجود تفاوت کلی بین چهار گروه درمانی و پس آزمون Duncan و برای این که مشخص شود تفاوت بین کدام یک از زیر گروه‌هاست، اعداد به دست آمده تحت آنالیز واریانس یک‌طرفه قرار گرفتند ( $\alpha = 0/05$ ).

جدول ۱: محتویات محلول‌های دمنرالیزاسیون و رزمینرالیزاسیون و بزاق مصنوعی

محلول دمنرالیزه کننده $\text{pH} = 5/0$	محلول رزمینرالیزه کننده $\text{pH} = 7/0$	ترکیب بزاق مصنوعی $\text{pH} = 6/75$
mM Ca $1/4$	mM Ca $1/5$	g $2$ Methyl-p-hydroxybenzoate,
mM P $0/9$	mM P $0/9$	g $10$ Sodium carboxymethyl cellulose,
M Acetat buffer $0/05$	Tris buffer $0/1$	g $0/625$ KCl,
ppm F $0/03$	ppm F $0/05$	g $0/0590$ , $2$ H $2/6$ Mgcl
		g $0/1660$ , $2$ H $2/2$ CaCl
		$0/326$ , $4$ HPO $2$ K
		KOH برای تنظیم pH بر روی $6/75$



نمودار ۱: میانگین خشونت سطحی مینای دمنرالیزه شده به تفکیک درمان‌های مختلف بر حسب نانومتر

جدول ۲: جدول توصیفی خشونت سطحی در دندان‌های دمیترالیزه شده به تفکیک درمان‌های مختلف

حداکثر	حداقل	حد فوقانی	حد تحتانی	خطای استاندارد	انحراف معیار	میانگین	تعداد
۷۱/۷۰	۳۹/۴۰	۶۸/۹۷۸۹	۳۹/۵۵۴۴	۵/۷۲۳۳۲	۱۴/۰۱۹۲۲	۵۴/۲۶۶۷	۶
۴۰/۸۰	۳۱/۱۰	۳۹/۷۱۸۹	۳۲/۳۱۴۴	۱/۴۴۰۲۴	۳/۵۲۷۸۴	۳۶/۰۱۶۷	۶
۵۰/۳۰	۲۶/۸۰	۴۵/۶۸۷۸	۲۹/۷۴۵۵	۳/۱۰۰۹۰	۷/۵۹۵۶۳	۳۷/۷۱۶۷	۶
۵۴/۲۰	۳۲/۸۰	۵۰/۷۰۹۸	۳۳/۰۹۰۲	۳/۴۲۷۱۵	۸/۳۹۴۷۶	۴۱/۹۰۰	۶
۷۱/۷۰	۲۶/۸۰	۴۷/۲۲۳۱	۳۷/۷۲۶۹	۲/۲۹۵۲۸	۱۱/۲۴۴۵۳	۴۲/۴۷۵۰	۲۴

### بحث

در این مطالعه با استفاده از روش زبری سنجی ROM، اثر MI و Fluoride mouthwash، GC tooth mousse، paste-plus در کاهش خشونت سطحی ضایعه مینای دندان‌های گاوی دمیترالیزه، برابر بود و هر سه از گروه کنترل به میزان معنی‌داری کمتر بودند. بنابراین فرضیه‌ی صفر در این مطالع رد شد.

در آزمایش‌های انجام گرفته از نمونه‌های انسانی و گاوی استفاده شده است. در برخی مطالعات از نمونه‌های دندان‌های عقل انسانی استفاده شده است (۲۰، ۲۱). در حالی که در مطالعات دیگری از نمونه‌های دندان قدامی گاو استفاده گردیده است (۲۲، ۲۳). در مطالعه‌ی حاضر، مشابه با مطالعه Al-Mullahi و Toumba، به دلایل متعدد از جمله سختی دسترسی به دندان انسانی و مشابهت خصوصیات دندان انسان و گاو، همچنین کمتر بودن تنوع ترکیبات دندان گاوی و تنوع کمتر پاسخ‌ها در فرآیند pH-cycling از دندان‌های قدامی گاو استفاده گردید.

خشونت کینتیک سطح روندی است که وقتی ماده از روی آن برداشته می‌شود یا اضافه می‌گردد، اتفاق می‌افتد. در حالی که کارهای زیادی به تحقیق درباره‌ی رشد بیوفیلم اختصاص داده شده، توجه کمی به پیامدهای اسید اچینگ سطح، پالیش یا اروژن مبدول شده است (۲۴). این در حالی است که خشونت سطحی به هر دلیلی یک عامل مستعد کننده برای اتصال باکتری‌ها و پیرو آن پیشرفت پوسیدگی است (۲۵، ۲۶).

در مطالعات انجام شده از روش‌های خشونت سنجی مختلفی مانند AFM، SEM، Roughness tester، میکروسکوپ نوری انعکاسی و Profilometer استفاده شده است. در بررسی Gama Cunha و همکاران (۱۸)، روش Roughness tester یک وسیله بسیار حساس با نوک الماسی که سطح را اسکن می‌کند و به یک واحد پردازش کننده عددی متصل است، استفاده شده است. در مطالعه‌ی Giulio و همکاران (۱۵)، از روش SEM استفاده کردند که در آن سطوح خشن‌تر فرورفتگی‌ها و گودی‌های بیشتری دارند. در مطالعه‌ی Agrawal و همکاران (۱۷)، از روش AFM استفاده کردند که برای ارزیابی از دست رفتن ابتدایی سطوح مینایی مفید است. در مطالعه‌ی Mathias و همکاران خشونت سطحی مینا را با کمک Surface profilometer (Mitutoyo SJ 400) اندازه‌گیری کردند (۱۱).

میکروسکوپ نوری انعکاسی با استفاده از نور مرئی و فرابنفش از سطح نمونه تصویربازتابی تهیه می‌کند. در مطالعه‌ی حاضر از روش میکروسکوپ نوری انعکاسی به علت دقت بالای این روش و عدم محدودیت در اندازه نمونه که در مورد روش پروفیلومتری وجود داشت، جهت بررسی خشونت نمونه‌ها استفاده گردید.

سیستم‌های رمینرالیزه کننده با پایه کلسیم و فسفات در کلینیک کاربرد رو به افزایشی داشته است، از جمله کلسیم فسفوپیتید- کلسیم فسفات بی‌شکل (CPP-ACP)؛ زیرا CPP-ACP می‌تواند از فرآیند دمیترالیزاسیون ممانعت کرده و باعث تقویت رمینرالیزیشن بشوند (۲۲، ۲۳).

نتیجه رسیدند که این مواد خشونت سطح را کاهش می‌دهد (۱۶).

همانند مطالعه‌ی Zhou و همکاران (۱۴) که ترکیبات فلوراید را به اندازه CPP-ACP در کاهش خشونت سطحی مؤثر می‌داند؛ این مطالعه نیز به این نتیجه در مورد دهان‌شویه فلوراید دست یافت. نتایج مطالعه حاضر با مطالعه Agrawal و همکاران (۱۷) که اثر CPP-ACP را در کاهش خشونت سطحی بیشتر از ترکیبات فلوراید ارزیابی نمودند در تناقض می‌باشد که علت تفاوت در نتایج می‌تواند به تفاوت در سوبسترای مورد بررسی (دندان‌های شیری و دایمی انسانی در مطالعه‌ی Agrawal در مقابل دندان‌های گاوی در مطالعه‌ی حاضر)، تفاوت در غلظت ترکیبات مورد استفاده (اسیدولیت فسفات فلوراید در مطالعه‌ی Agrawal در مقابل دهان‌شویه‌ی سدیم فلوراید در مطالعه‌ی حاضر)، تفاوت در روش استفاده و مدت زمان استفاده از ترکیبات بر روی دندان و تفاوت در روش ارزیابی تأثیر ترکیبات درمانی بر روی دندان‌ها و نیز عمق و روش دمیترالیزه کردن مینا برگردد.

همانند مطالعه‌ی حاضر، در مطالعه‌ی Mehta و همکاران (۲۸) اثر CPP-ACP و CPP-ACFP در ریمینرالیزاسیون ضایعه‌ی مینایی یکسان است.

اگرچه که ریمینرالیزاسیون و دمیترالیزاسیون بطور وسیعی در ۲-۳ دهه‌ی اخیر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند اما مطالعات کمی درباره ترکیب معدنی، عمق و خصوصیات مکانیکی ضایعات گزارش شده است. از مزایای این مطالعه این بود که بررسی خشونت سطحی در دندان‌های دمیترالیزه شده پس از درمان با روش‌های پیشگیری از پوسیدگی متفاوت بود. از محدودیت‌های این پژوهش، تعداد کم نمونه، به علت هزینه‌های بالای ROM بود. با توجه به نتایج ضد و نقیض مطالعات، انجام بررسی‌های بیشتر با حجم نمونه‌ی بالاتر و دقت بالا در ترکیب مواد درمانی مورد استفاده جهت دستیابی به نتایج قابل اطمینان پیشنهاد می‌گردد.

در هیچ یک از مطالعات اشاره شده در مرور متون اثر فلوراید و CPP-ACP و CPP-ACFP به صورت همزمان مورد مطالعه قرار نگرفته است.

در مطالعه‌ی حاضر گروه کنترل بطور معنی‌داری خشونت سطحی بیشتری نسبت به گروه‌های درمانی داشت اما مقایسه در بین درمان‌ها، با وجود کمتر بودن میانگین خشونت سطحی در گروه CPP-ACP، معنی‌دار نبود.

مطالعه‌ی Elkassas و همکاران (۲۷) افزایش خشونت سطحی مینای دمیترالیزه را در مقایسه با مینای سالم در ضایعات پوسیدگی اولیه نشان داده است و این گویای آن است که مینا در فرآیند دمیترالیزاسیون و تبدیل شدن به یک ضایعه سفید، اگر چه مواد معدنی زیادی را در ناحیه زیر سطحی از دست می‌دهد (۱) و ناحیه سطحی کمتر دست‌خوش تغییر می‌گردد، اما سطح آن در مقایسه با مینای سالم غیر دمیترالیزه خشونت بیشتری دارد که خود این امر منجر به افزایش گیر پلاک و تسریع در فرآیند پوسیدگی می‌گردد.

حال این پرسش پیش می‌آید که استفاده از مواد ریمینرالیزه کننده به عنوان یک روش معمول در فرآیند پیشگیری از پیشرفت ضایعه پوسیدگی چه تأثیری بر خشونت سطحی مینای دمیترالیزه می‌تواند داشته باشد؟ آیا خشونت را بیشتر کرده، کاهش می‌دهد یا بر آن بی‌تأثیر است؟

همان‌طور که از نتایج این مطالعه مشخص گردیده است مواد ریمینرالیزه کننده با جایگزینی بر روی سطح بطور معنی‌داری خشونت سطحی مینای دمیترالیزه را کاهش داده‌اند.

CPP با اتصال به ACP توان جلوگیری از حل شدن یون‌های کلسیم و فسفات را دارد (۲۸، ۲۹). علاوه بر این CPP-ACP به عنوان ذخیره‌ای از کلسیم و فسفات عمل کرده و محلول را به صورت اشباع نگه می‌دارد، بنابراین این ترکیب از دمیترالیزاسیون جلوگیری کرده و ریمینرالیزاسیون را تقویت می‌نماید (۳۰، ۳۱). در سایر مطالعات نیز اثر بخشی ترکیبات CPP-ACP بر کاهش خشونت سطحی روی مینای دندان‌های بلچ شده مورد مطالعه واقع شده و به این



## نتیجه‌گیری

\* این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی شماره ۲۹۲۱۲۳ بوده و کلیه حقوق این طرح برای دانشگاه علوم پزشکی اصفهان محفوظ است.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که درمان با CPP-ACP، MI، paste-plus و Fluoride mouthwash هر سه به یک میزان باعث کاهش خشونت سطحی می‌شوند، هر چند CPP ACP اندکی بیشتر سبب این کاهش می‌گردد.

## References

1. Bayne SC, Thompson JY. Biomaterials. In: Roberson TM, Heymann HO, Swift Jr EJ, editors. Sturdevant's art and science of operative dentistry. 5<sup>th</sup> ed. St. Louis: Mosby; 2006: 307-44.
2. Mount GJ. Defining, classifying, and placing incipient caries lesions in perspective. Dent Clin North Am 2005; 49(4): 701-23.
3. White JM, Eakle WS. Rationale and treatment approach in minimally invasive dentistry. J Am Dent Assoc 2000; 131(Suppl 1): 13S-9S.
4. Holt C. Casein micelle substructure and calcium phosphate interactions studied by sephacryl column chromatography. J Dairy Sci 1998; 81(11): 2994-3003.
5. Kumar V, Itthagarun A, King N. The effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate on remineralization of artificial caries-like lesions: An in vitro study. Aust Dent J 2008; 53(1): 34-40.
6. Rahiotis C, Vougiouklakis G. Effect of a CPP-ACP agent on the demineralization and remineralization of dentine in vitro. J Dent 2007; 35(8): 695-8.
7. White DJ, Nancollas GH. Physical and chemical considerations of the role of firmly and loosely bound fluoride in caries prevention. J Dent Res 1990; 69(Suppl 2): 587-94.
8. Vashisht R, Indira R, Ramachandran S, Kumar A, Srinivasan MR. Role of casein phosphopeptide amorphous calcium phosphate in remineralization of white spot lesions and inhibition of Streptococcus mutans? J Conserv Dent 2013; 16(4): 342-6.
9. Cochrane NJ, Cai F, Huq NL, Burrow MF, Reynolds EC. New approaches to enhanced remineralization of tooth enamel. J Dent Res 2010; 89(11): 1187-97.
10. Barkmeier WW, Erickson RL, Kimmes NS, Latta MA, Wilwerding TM. Effect of enamel etching time on roughness and bond strength. Oper Dent 2009; 34(2): 217-22.
11. Mathias J, Kavitha S, Mahalaxmi S. A comparison of surface roughness after micro abrasion of enamel with and without using CPP-ACP: An in vitro study. J Conserv Dent 2009; 12(1): 22-6.
12. Rao V, George AM, Sahu SK, Krishnaswamy NR. Surface roughness evaluation of enamel after various stripping methods by using profilometer. Arch Oral Sci Res 2011; 1: 190-7.
13. Cui FZ, Ge J. New observations of the hierarchical structure of human enamel, from nanoscale to microscale. J Tissue Eng Regen Med 2007; 1(3): 185-91.
14. Zhou C, Zhang D, Bai Y, Li S. Casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate remineralization of primary teeth early enamel lesions. J Dent 2014; 42(1): 21-9.
15. Giulio AB, Matteo Z, Serena IP, Silvia M, Luigi C. In vitro evaluation of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate (CPP-ACP) effect on stripped enamel surfaces. A SEM investigation. J Dent 2009; 37(3): 228-32.
16. Heshmat H, Hoorizad Ganjkar M, Jaberi S, Kharrazi Fard MJ. The Effect of Remin Pro and MI Paste Plus on Bleached Enamel Surface Roughness. J Dent (Tehran, Iran) 2014; 11(2): 131-6.
17. Agrawal N, Shashikiran N, Singla S, Ravi K, Kulkarni VK. Atomic force microscopic comparison of remineralization with casein-phosphopeptide amorphous calcium phosphate paste, acidulated phosphate fluoride gel and iron supplement in primary and permanent teeth: An in-vitro study. Contemp Clin Dent 2014; 5(1): 75-80.
18. Cunha AG, De Vasconcelos AA, Borges BC, Vitoriano Jde O, Alves-Junior C, Machado CT, et al. Efficacy of in-office bleaching techniques combined with the application of a casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate paste at different moments and its influence on enamel surface properties. Microsc Res Tech 2012; 75(8): 1019-25.
19. Chen H, Czajka-Jakubowska A, Spencer NJ, Mansfield JF, Robinson C, Clarkson BH. Effects of systemic fluoride and in vitro fluoride treatment on enamel crystals. J Dent Res 2006; 85(11): 1042-5.



20. 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.
21. Ionta FQ, Mendonça FL, de Oliveira GC, de Alencar CR, Honorio HM, Magalhaes AC, et al. In vitro assessment of artificial saliva formulations on initial enamel erosion remineralization. *J Dent* 2014; 42(2): 175-9.
22. Al-Mullahi AM, Toumba KJ. Effect of slow-release fluoride devices and casein phosphopeptide/amorphous calcium phosphate nanocomplexes on enamel remineralization in vitro. *Caries Res* 2010; 44(4): 364-71.
23. Yamaguchi K, Miyazaki M, Takamizawa T, Inage H, Moore BK. Effect of CPP-ACP paste on mechanical properties of bovine enamel as determined by an ultrasonic device. *J Dent* 2006; 34(3): 230-6.
24. Finke M, Jandt KD, Parker DM. The early stages of native enamel dissolution studied with atomic force microscopy. *J Colloid Interface Sci* 2000; 232(1): 156-64.
25. Singh RD, Ram SM, Shetty O, Chand P, Yadav R. Efficacy of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate to prevent stain absorption on freshly bleached enamel: An in vitro study. *J Conserv Dent* 2010; 13(2): 76-9.
26. Mei L, Busscher HJ, van der Mei HC, Ren Y. Influence of surface roughness on streptococcal adhesion forces to composite resins. *Dent Mater* 2011; 27(8): 770-8.
27. Elkassas D, Arafa A. Remineralizing efficacy of different calcium-phosphate and fluoride based delivery vehicles on artificial caries like enamel lesions. *J Dent* 2014; 42(4): 466-74.
28. Mehta R, Nandlal B, Prashanth S. Comparative evaluation of remineralization potential of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate fluoride on artificial enamel white spot lesion: An in vitro light fluorescence study. *Indian J Dent Res* 2013; 24(6): 681-9.
29. Oshiro M, Yamaguchi K, Takamizawa T, Inage H, Watanabe T, Irokawa A, et al. Effect of CPP-ACP paste on tooth mineralization: An FE-SEM study. *J Oral Sci* 2007; 49(2): 115-20.
30. Sheiham A, James WP. A new understanding of the relationship between sugars, dental caries and fluoride use: Implications for limits on sugars consumption. *Public Health Nutr* 2014; 17(10): 2176-84.
31. Reynolds E, Walsh LJ. Additional aids to the remineralisation of tooth structure. In: Mount G, Hume R, editors. *Preservation and Restoration of Tooth Structure*. 2<sup>nd</sup> ed. Brisbane: Knowledge Books and Software; 2005. pp. 110-8.

## Effect of remineralizing agents on surface roughness of demineralized enamel

Farzaneh Shirani<sup>1</sup>

Maryam Amrollahi<sup>2</sup>

Narges Amrollahi<sup>3</sup>

1. Associate Professor, Dental Materials Research Center, Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.

2. Dental Student, Dental Students Research Center, School of Dentistry, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.

3. **Corresponding Author:** Postgraduate Student, Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.

Email: narges1amr@yahoo.com

### Abstract

**Introduction:** Enamel surface roughness affects its visual properties, plaque retention, abrasion and bond strength. The aim of this study was to determine surface roughness of enamel lesions treated with Casein Phosphopeptide-Amorphous Calcium Phosphate (CPP-ACP), fluoride and a combination of these two.

**Materials & Methods:** In this experimental study, 24 sound bovine anterior teeth were mounted in acrylic resin after decoronation. Then the samples were demineralized and divided into 4 groups: treatment with CPP-ACP, CPP-ACPF and fluoride mouthwash, fluoride mouthwash and control. After treatment, the surface roughness of each group was determined. Data were analyzed with one-way ANOVA, followed by Duncan post hoc tests ( $\alpha = 0.05$ ).

**Results:** The surface roughness of the control group was significantly higher than that in other treatment groups (p value = 0.011).

**Conclusion:** The results showed that treatment with all the three remineralizing agents significantly reduced surface roughness.

**Key words:** CPP-ACP, Dental enamel, Fluorides, Surface properties, Tooth demineralization, Tooth remineralization.

Received: 10.1.2016

Revised: 27.4.2016

Accepted: 17.5.2016

**How to cite:** Shirani F, Amrollahi M, Amrollahi N. Effect of remineralizing agents on surface roughness of demineralized enamel. J Isfahan Dent Sch 2016; 12(2): 165-174.