

بررسی آزمایشگاهی اثر چرخه مکانیکی نیرو بر میزان ریزش مخلوط نانوذرات اکسید مس و کامپوزیت فلو

علیرضا دانش کاظمی^۱، عبدالرحیم داوری^۱، سولماز قنبرنژاد^۲، پدram دانش کاظمی^۳، نیلوفر فلاح چم آسمانی^۴، فاطمه قائمی کوشکی^{۵*}
^۱ استناد گروه دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران
^۲ استادیار مهندسی مواد، دانشکده مهندسی مواد، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
^۳ دستیار تخصصی ارتودنسی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران
^۴ دستیار تخصصی دندانپزشکی کودکان، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران
^۵ دندانپزشک، یزد، ایران

تاریخ ارائه مقاله: ۹۸/۹/۶ - تاریخ پذیرش: ۹۹/۳/۱۹

Effect of Mechanical Load Cycling on the Microleakage of the Mixture of Copper Oxide Nanoparticles and Flowable Composite: An in Vitro Study

Alireza Daneshkazemi¹, Abdolrahim Davari¹, Solmaz Ghanbarneghad², Pedram Daneshkazemi³, Nilofar Fallah Cham Assemani⁴, Fatmeh Ghaemi Koushki^{5*}

¹ Professor, Department of Operative and Aesthetic Dentistry, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

² Assistant Professor of Material Engineering, Department of Materials Science of Engineering, Science of Research Branch of Islamic Azad University, Tehran, Iran

³ Post graduate student, Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Islamic Azad University of Isfahan (Khorasgan), Isfahan, Iran

⁴ Post graduate student, Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Islamic Azad University of Isfahan (Khorasgan), Isfahan, Iran

⁵ Dentist, Yazd, Iran

Received: 27 November 2019; Accepted: 8 June 2020

Introduction: Nanoparticles have been recently used in dentistry to improve the resin composite properties. In addition to its antimicrobial effect, copper oxide nanoparticles improve some of the resin composite properties. The durability of composite restorations is another matter. In this study, the effect of mechanical load cycling on the microleakage of the mixture of copper oxide nanoparticle and flowable composite was investigated.

Materials and Methods: In this study, 96 healthy premolar teeth were randomly divided into eight groups. Copper oxide nanoparticles with weight concentrations of 0.1% and 0.3% were added to the Z350 flowable composite, and occlusal pit and fissures were sealed. Mechanical loading cycling was performed with a force of 70 Newtons and repetition rates of 0, 50,000, 100,000, and 200,000 loads. The teeth were cut after staining with methylene blue, and the dye penetration was checked by a stereomicroscope and qualitatively scored. The data were analyzed using the Kruskal-Wallis and Mann-Whitney U tests.

Results: In both concentrations of nanoparticles, with an increasing number of load-cycling cycles, microleakage significantly increased. In the 0.1% group, the two-way comparisons of groups between 1 to 4, 1 to 3, and 2 to 4 and in the 0.3% groups between 5 to 7, 5 to 8, and 6 to 8 were significantly different. In the comparison of different concentrations to similar load cycling rates, there was no significant difference in the amount of microleakage.

Conclusion: Mechanical loading cycling increased the microleakage rate in both two concentrations when the frequency of load was higher than 50,000 loads. There was no difference in the microleakage rates of groups with different concentrations and similar load cycling. By increasing the concentration from 0.1% to 0.3%, microleakage did not increase significantly.

Key words: Flowable Composite, Copper Oxide Nanoparticles, Microleakage, Mechanical Load Cycling

Corresponding Author: dr.fatmeh.ghaemi@gmail.com

J Mash Dent Sch 2020; 44(3): 216-27.

چکیده

مقدمه: اخیراً از نانوذرات در مطالعات دندانپزشکی به منظور بهبود خواص کامپوزیت رزینها استفاده می شود. نانوذره اکسیدمس علاوه بر اثر ضد میکروبی، بعضی خواص کامپوزیت رزینها را بهبود می بخشد. دوام ترمیمهای کامپوزیتی هم مسئله دیگری است. در این مطالعه اثر چرخه مکانیکی نیرو بر ریزش مخلوط نانوذره اکسیدمس و کامپوزیت فلو بررسی شد.

مواد و روشها: ۹۶ دندان پرمولر سالم، بصورت تصادفی به ۸ گروه تقسیم شدند. نانوذره اکسیدمس با غلظت ۰/۱ و ۰/۳ درصد وزنی به کامپوزیت فلو Z350 افزوده و شیارهای اکلوزالی سیل شد. دندانها در گروههای ۸ گانه تحت تاثیر دستگاه چرخه مکانیکی نیرو با نیروی ۷۰ نیوتن و فرکانس ۱ هرتز (۲۲) قرار گرفتند. دندانهای مورد مطالعه به ۸ گروه تقسیم شدند که در گروههای ۴-۱ از غلظت ۰/۱ درصد و در گروه ۸-۵ از غلظت ۰/۳ درصد نانوذره اکسید مس استفاده شد. در گروه ۴ و ۱ ترموسایکلینگ انجام نشد و در گروههای ۶ و ۲ از ۵۰۰۰۰ و در گروه ۷ و ۳ از ۱۰۰۰۰۰ و در گروههای ۸ و ۴ از ۲۰۰۰۰۰ بار چرخه مکانیکی نیرو استفاده گردید. برش دندانها پس از رنگ آمیزی با متیلن بلو انجام و عمق نفوذ رنگ به وسیله استریومیروسکوپ بررسی و بصورت کیفی نمره بندی شد. داده ها با آزمونهای آماری Kruskal-wallis و Mann-Whitney بررسی شد.

یافته ها: در هر دو غلظت نانوذره، با افزایش تعداد چرخه مکانیکی نیرو ریزش بطور معنی داری افزایش یافت. در گروه ۰/۱ درصد مقایسه دو به دوی گروههای ۱ با ۴، ۱ با ۳، ۲ با ۴ و در گروه ۰/۳ درصد در گروههای ۵ با ۷، ۵ با ۸، ۶ با ۸ ریزش تفاوت معنی داری داشت. در مقایسه غلظتهای متفاوت با چرخه مکانیکی مشابه، تفاوت معنی داری در میزان ریزش وجود نداشت.

نتیجه گیری: چرخه مکانیکی نیرو در زمانیکه به میزان بیش از ۵۰۰۰۰ بار انجام گیرد، در هر دو غلظت نانوذره ریزش را افزایش می دهد. تفاوتی در ریزش گروههای با غلظت متفاوت و چرخه مکانیکی مشابه وجود نداشت. با افزایش غلظت از ۰/۱ به ۰/۳ ریزش به میزان معنی داری افزایش نیافت.

کلمات کلیدی: کامپوزیت فلو، نانوذره اکسیدمس، ریزش، چرخه مکانیکی نیرو
مجله دانشکده دندانپزشکی مشهد / سال ۱۳۹۹ دوره ۴۴ / شماره ۳: ۲۷-۲۱۶.

مقدمه

مطالعات نشان داده است که ۹۰ درصد پوسیدگیهای دندانهای دائمی تازه رویش یافته در کودکان بر روی پیت و فیشورها و دوسوم ضایعات پوسیده در سطح اکلوزال ایجاد می شود.^(۱) در نتیجه کاربرد روشهایی که بتواند از پوسیدگیهای آتی در این دندانها جلوگیری کند از اولویت خاصی برخوردار است و این روشها در صورتی که محتاطانه باشد، از اهمیت بیشتری برخوردار هستند.^(۲) برای سیل نمودن شیارهای سطح اکلوزال و یا ترمیم دندانها می توان از انواع فیشورسیلانت یا کامپوزیتهای فلو تا انواع مختلف کامپوزیت رزین ها استفاده نمود که کاربرد هر کدام دارای مزایا و معایب متفاوتی می باشد. استفاده از کامپوزیت های فلو می تواند در سیل و اصلاح شیارهای سطح اکلوزال دندانها مفید باشد.^(۳) علت اصلی شکست

کلینیکی ترمیم ها، ریزش در حد فاصل دندان و ترمیم می باشد.^(۴)

ریزش در حدفاصل بین ترمیم با دندان سبب بهم خوردن سیل مارجین ترمیم و بدنبال آن پوسیدگی ثانویه و شکست ترمیم می شود.^(۵) بنابراین دانستن فاکتورهای مرتبط با ریزش در مطالعات آزمایشگاهی و یا درمان کلینیکال از اهمیت خاصی برخوردار است^(۶) و در صورتی که بتوان ریزش کمتری را در آزمایشگاه و در شرایط نزدیک به محیط دهان فراهم نمود، احتمال موفقیت ترمیم افزایش می یابد.

اخیراً تحقیق در مورد استفاده از مواد نانو ساختار، توسعه یافته است. زیرا این مواد نسبت به ذرات در حد میکرون قابل کنترل تر هستند.^(۷) اکثر نانوذرات دارای خواص باکتریسیدال بسیار خوبی هستند.^(۸،۹،۱۰) زیرا بدلیل اندازه بسیار کوچک، سطح تماس کلی آنها با باکتری ها

Hella انسانی آزمایش کردند. یافته ها نشان داد که این ماده تا غلظت ۵۰ میکروگرم بر میلی لیتر، هیچ ضرری برای سلول های انسانی ندارد.

Daneshkazemi و همکاران^(۱۸) در مطالعه ای اثرات چرخه مکانیکی نیرو را بر استحکام باند دندان ترمیم شده با سینگل باند-۲ و رزین کامپوزیت Z250 با میکروسکوپ الکترونی سنجیدند. در تمامی گروه های مورد مطالعه کاهش استحکام باند قابل مشاهده بود و این کاهش با افزایش نیروی وارده حرارتی و مکانیکی تشدید شد.

Munoz و همکاران^(۱۹) در مطالعه ای با بررسی ۶ ترکیب ادهزیو آزمایشی حاوی نانوذرات اکسید مس و روی و کامپوزیتهای نانو حاوی مس-روی نتیجه گرفتند که نانوذرات اکسید مس و روی خواص چسبندگی فوری به عاج را تغییر نمی دهند ولی می توانند مقاومت درونی پلیمر تشکیل شده را افزایش دهند.

با توجه به اینکه مطالعه ای یافت نشد که دقیقاً نقش چرخه مکانیکی نیرو را بر روی ریزش کامپوزیت فلوی اختلاط یافته با نانوذرات اکسید مس نشان دهد، لذا این مطالعه با هدف تعیین اثر چرخه مکانیکی نیرو بر میزان ریزش مخلوط نانوذره اکسید مس و کامپوزیت طرح ریزی شده است.

مواد و روشها

این مطالعه که در «کمیته ی اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد» به شماره IR.SSU.REC.1397. 118 به تصویب رسید، به روش تجربی و بصورت آزمایشگاهی انجام شد. تعدادی دندان پره مولر ماگزیلای انسانی که به منظور ارتودنسی کشیده شده بودند، در مدت ۱ ماه جمع آوری شدند و از بین آنها ۹۶ دندان سالم و فاقد پوسیدگی، ترک، شکستگی، ترمیم و نقایص تکاملی انتخاب شدند. حجم نمونه با در نظر گرفتن

بیشتر می باشد.^(۱۱) در واقع با کاهش اندازه ی ذرات کروی شکل از سایز ۱۰ میکرومتر به ۱۰ نانومتر، سطح تماس به ۱۰^۹ برابر افزایش می یابد. این سطح تماس خیلی وسیع باعث ظهور خواص ضد میکروبی می شود.^(۷)

نانوذره اکسید مس در تعدادی از مطالعات آزمایشگاهی که در دندانپزشکی انجام شده بکار رفته است. بررسی سونوشیمیایی پوشش ذرات نانو ذره اکسید مس نشان داده که از رشد بیوفیلم جلوگیری به عمل می آید.^(۱۲و۱۳) همچنین روی باکترهای اکتینومایسس، لاکتوباسیل و خصوصاً استرپتوکوکوس موتانس اثر باکتریسیدال داشته است.^(۱۴)

یکی از راههایی که برای شبیه سازی شرایط آزمایشگاه به محیط دهان بکار می رود، انجام چرخه مکانیکی نیرو (Mechanical load cycling) است که اثر طول مدت استفاده از ترمیم در محیط دهان را نشان می دهد. اثرات کاربرد نانوذرات اکسید مس و همچنین کاربرد چرخه مکانیکی نیرو بر مواد ترمیمی متفاوت بوده است.

در مطالعه Haghgoo و همکاران^(۱۵) اثرات نانوهیدروکسی آپاتیت با اندازه ۵۰ نانومتر، در غلظتهای صفر تا ۱۵ درصد در فیشورسیلانت بر روی ریزش فیشورسیلانت بررسی شد. یافته ها نشان داد که فیشورسیلانت حاوی نانوذرات هیدروکسی آپاتیت دارای ریزش کمتر بود و ضمناً خواص مکانیکی کاهش نیافت.

Tabrez و همکاران^(۱۶) مطالعه ای با عنوان اثر نانوذرات مس بر فلور میکروبی دهان و تشکیل بیوفیلم انجام دادند. بدین منظور فلور میکروبی کشت داده شده را در معرض ۱۰ mg/ml، ۵۰ و ۱۰۰ نانوذرات اکسید مس قرار دادند. نتایج نشان داد که نانوذرات اکسید مس اثر ضد میکروبی قوی در جلوگیری از کلونیزاسیون و رشد پلاک میکروبی دارند. همچنین Semisch و همکارانش^(۱۷) اثر سمیت سلولی و ژنی ذرات نانو و میکرو اکسید مس را روی سلول های

سپس دندانها بر ساژ و آماده سازی شده و تا قبل از آزمایش در دمای اطاق و در آب مقطر نگهداری شدند. (۲۴-۲۲)

مشخصات مواد بکار رفته در مطالعه حاضر در جدول ۱ آمده است. (۲۵ و ۲۶)

برای تهیه مخلوط کامپوزیت فلو و نانو اکسید مس با غلظت وزنی ۰/۱ و ۰/۳ درصد از یک ترازوی دیجیتال Sartorius (Germany) استفاده شد که تا چهار رقم اعشار را نشان می دهد و مقادیر مناسب از نانو ذره با کامپوزیت فلو (3M/USA) Z350 با رنگ A2 مخلوط شد. برای توزیع یکنواخت و هموزن سازی از دستگاه شیکر ورتکس Hauser (Malaysia) بمدت ۱۵ دقیقه در محیط کاملا تاریک استفاده و مخلوط شد. (۲۷)

برای بررسی یکنواختی و هموزن بودن مخلوط، مقداری از کامپوزیت فلو مخلوط شده با هر دو غلظت نانو ذره اکسید مس را به شکل یک قرص با ابعاد یکسان در آورده و کیور گردید و با استفاده از میکروسکوپ الکترونی مورد بررسی قرار گرفت.

سطح معنی داری ۵ درصد و توان آزمون ۸۰ درصد و با توجه به مطالعه Gönülol^(۲۰) و با در نظر گرفتن حداقل میانگین و انحراف معیار، اختلاف ریزش در گروههای ۱۲ تایی با استفاده از فرمول مقایسه میانگین ها در دو گروه مستقل بر آورد شد.

دندان ها پس از حذف نسوج اضافی و شستشو، در آب مقطر و در دمای ۴ درجه سانتی گراد^(۱۸) نگهداری شدند. (۲۰) دندانها به منظور ضد عفونی شدن از ۲۴ ساعت قبل از آزمایش، در محلول کلرامین ۱ T درصد (Merck, Darmstadt, Germany) قرار داده شدند. (۱۸ و ۲۱)

سپس با استفاده از جدول اعداد تصادفی به ۸ گروه ۱۲ تایی تقسیم شدند. روش کار بدین صورت بود که با استفاده از Random Allocation ابتدا جدول اعداد تصادفی برای ۱۲ گروه با ۸ تکرار تولید گردید. در این جدول نحوه قرار گرفتن نمونه ها در گروهها بر اساس شماره آن مشخص شده بود.

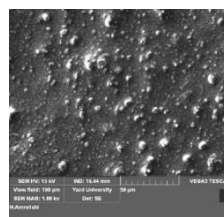
جدول ۱ : مشخصات مواد مورد ارزیابی در مطالعه حاضر

US-NANO/USA	کارخانه سازنده	مشخصات پودر نانو ذره اکسید مس مورد مطالعه
۹۹%	خلوص	
قهوه ای مایل به سیاه	رنگ	
۴۰ نانومتر	متوسط اندازه ذرات	
تقریباً کروی	مورفولوژی نانو پودر	
۶/۴ g/m ³	دانسیته واقعی	
۳ M/USA	کارخانه سازنده	مشخصات کامپوزیت فلو Z350-Flowable (A2)
BisGMA/TEGDMA/Procrilat resin	ماتریس	
Silica/zirconia/ytterbium	فیلر	
۴۶%	فیلر (درصد حجمی)	
۶۵%	فیلر (درصد وزنی)	

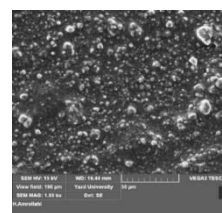
گرفتند. دندانهای مورد مطالعه به ۸ گروه تقسیم شدند که در گروههای ۴-۱ از غلظت ۰/۱ درصد و در گروه ۸-۵ از غلظت ۰/۳ درصد نانوذره اکسید مس استفاده شد. در گروه ۴ و ۱ ترموسایکلینگ انجام نشد و در گروههای ۶ و ۲ از ۵۰۰۰۰ و در گروه ۷ و ۳ از ۱۰۰۰۰۰ و در گروههای ۸ و ۴ از ۲۰۰۰۰۰ بار چرخه مکانیکی نیرو استفاده گردید. لازم بذکر است که حین چرخه مکانیکی نیرو دندانها در محیط مرطوب قرار داشتند.

بعد از اتمام پروسه چرخه مکانیکی نیرو، سیل آپیکال با موم چسب انجام شد و بر روی تاج تمام دندان ها از ۰/۵ میلی متر خارج تر از مارجین ترمیم، دو لایه لاک ناخن پوشانده شد.^(۲۸) در مرحله ی بعد دندانها به مدت ۲۴ ساعت و در دمای اتاق در محلول متیلن بلوی (Merck/Germany) ۲ درصد^(۲۹) غوطه ور گشتند. پس از شستشوی دندانها با آب دندان ها توسط دستگاه برش (نموفناوران پارس/ ساخت ایران، مشهد) با تیغه ای به ضخامت ۰/۳ میلیمتر در جهت باکولینگوالی برش خورده و به دو نیمه ی مزیالی و دیستالی تقسیم شدند و به منظور بررسی میزان ریزش از استریومیکروسکوپ (Olympus/Japan) با بزرگ نمایی ۲۰ برابر استفاده شد. نیمه ای که بیشترین میزان نفوذ رنگ را داشت به عنوان میزان ریزش گزارش گردید.^(۲۸) عمق نفوذ رنگ براساس سیستم درجه بندی Grand و همکاران^(۲۸) نمره بندی شد: بدون نفوذ رنگ: صفر، نفوذ رنگ به میزان یک سوم اکلوزالی سطح مشترک سیلانت-مینا: ۱، نفوذ رنگ به میزان یک سوم میانی سطح مشترک سیلانت-مینا: ۲، نفوذ رنگ به میزان یک سوم اپیکالی سطح مشترک سیلانت-مینا: ۳. (تصاویر ۶-۳)

پس از وارد کردن داده ها به کامپیوتر و با استفاده از نرم افزار SPSS با ویرایش ۲۳ و با استفاده از آزمون های



تصویر ۱: مخلوط کامپوزیت فلو و نانوذره اکسید مس با غلظت ۰/۱ درصد با بزرگنمایی ۱۰۰۰ برابر



تصویر ۲: مخلوط کامپوزیت فلو و نانوذره اکسید مس با غلظت ۰/۳ درصد با بزرگنمایی ۱۰۰۰ برابر

سپس سطح دندان ها خشک شده و طبق دستور کارخانه سازنده توسط اسید فسفریک ۳۴ درصد (Scotchbond Universal Etchant/3M-USA) و با pH حدود ۰/۱ آج شدند. پس از شستشوی دندانها رطوبت اضافه گرفته شدند و از باندینگ (SingleBond2 (3M/USA) استفاده و کیور شد. سپس کامپوزیت فلو در گروههای هشت گانه بر روی شیارهای اکلوزالی قرار گرفته و به منظور اطمینان از کیورینگ کامل بمدت ۴۰ ثانیه کیور شدند. از دستگاه لایت کیور (Demi (kerr/USA) با شدت ۹۰۰ میلی وات بر سانتی متر مربع استفاده و برای اطمینان از شدت نور مناسب از دستگاه لایت متر (Demetron (kerr/USA) استفاده گردید. سپس نمونه ها بوسیله ی دیسکهای پرداخت Soflex(3M/USA) و لاستیکهای پرداخت بمدت ۳۰ ثانیه و با استفاده از خمیر و در جهت یکسان پالیش شدند. سپس بمدت یک هفته در آب مقطر قرار گرفتند.^(۲۲) پس از آن دندانها در گروههای ۸ گانه تحت تاثیر دستگاه چرخه مکانیکی نیرو با نیروی ۷۰ نیوتن و فرکانس ۱ هرتز^(۲۲) قرار

روی ریز استحکام باند کششی بررسی شد. در تمام گروهها ریز استحکام باند کششی به عاج کمتر از گروه کنترل بود و با افزایش تعداد چرخه مکانیکی نیرو مقدار استحکام باند ریز کششی بطور معنی داری کاهش یافت که از نظر اثر چرخه مکانیکی نیرو با مطالعه کنونی همسو است. همچنین در مطالعه Mirzaie و همکاران^(۳۱) چرخه مکانیکی نیرو به میزان ۵۰۰۰۰ بار، ۲ هرتز و ۱۰۰ نیوتن بر روی ریزش در حفرات کلاس ۷ ترمیم شده با گلاس یونومر و کامپوزیت موثر بود.

نتایج مطالعه Morales Quiroga و همکاران^(۳۲) با مطالعه کنونی غیرهمسو است. در این مطالعه اثر افزودن نانوذرات نقره به فیشورسیلانت بررسی شد و تفاوت معنی داری در میزان ریزش و سیل مارجینال بین فیشورسیلانت حاوی نانوذره نقره و بدون آن دیده نشد. علت تفاوت ممکن است بدلیل تفاوت نوع نانوذره و همچنین عدم انجام چرخه مکانیکی نیرو باشد. همچنین مطالعه Kermanshah و همکاران^(۳۳)، با مطالعه کنونی غیرهمسو است. در این مطالعه اثر چرخه مکانیکی نیرو به میزان ۲۰۰۰۰۰ بار، با نیروی ۸۰ نیوتن و با توالی ۲ هرتز بر ریزش کامپوزیتهای سایلوران و Low shrinkage بررسی شد و نشان داده شد چرخه مکانیکی نیرو بر روی ریزش اثری ندارد. ولی در این مطالعه حفرات کلاس ۷ تراشیده شده بود و همچنین دو نوع کامپوزیت با بیس مختلف بررسی گردیده بود. نتایج مطالعه Haghgoo و همکاران^(۳۱) نیز با مطالعه کنونی غیرهمسو است که در آن اثر وارنیش معمولی و وارنیش حاوی نانوذرات نقره بر روی ریزش آمالگام با استفاده از فوشین ۲ درصد بررسی شد. نتایج نشان داد که وارنیش حاوی نانوذره نقره ریزش کمتری ایجاد می کند که ممکن است علت آن تفاوت نوع مواد مصرفی و عدم انجام چرخه مکانیکی نیرو باشد.

در غلظت ۰/۱ درصد نانوذره اکسیدمس تفاوت معنی داری بین ریزش گروه ۱ با ۳ و همچنین ۱ با ۴ و ۲ با ۴ دیده شد. ولی تفاوت معنی داری بین گروه ۲ و ۱ دیده نشد. این موضوع نشاندهنده این مطلب است که چرخه مکانیکی نیرو به تعداد ۵۰۰۰۰ بار نسبت به گروه کنترل، تفاوتی در میزان ریزش ایجاد نکرد؛ یعنی اثربخشی چرخه مکانیکی نیرو در تعداد بیش از ۵۰۰۰۰ بار می باشد و تا کمتر از این میزان چرخه مکانیکی نیرو بر ریزش مخلوط ۰/۱ درصد نانوذره اکسیدمس با کامپوزیت فلو بی تاثیر است. همچنین با افزایش تعداد چرخه مکانیکی نیرو ریزش افزایش یافت. همین نتیجه در غلظت ۰/۳ درصد نانوذره اکسید مس نیز مشاهده شد.

این مطالعه نشان داد که در مقایسه بین دو گروه نانوذره اکسیدمس با غلظت ۰/۳ درصد و ۰/۱ درصد تفاوت معنی داری در میزان ریزش بین زیر گروههای دارای چرخه مکانیکی نیروی مشابه وجود نداشت، که نشان می دهد افزایش میزان غلظت نانوذره اکسیدمس از ۰/۱ درصد به ۰/۳ درصد و با تعداد چرخه مکانیکی نیروی مشابه، سبب افزایش میزان ریزش نمی شود.

نتایج مطالعه کنونی به جهت افزایش میزان ریزش با مطالعه ی کلینیکی Salas-López و همکاران^(۲۹) که در آن بعد از سه ماه ریزش در فیشورسیلانت حاوی نانوذره نقره نسبت به گروه کنترل افزایش یافت همسو بود. در مطالعه Erdilek و همکاران^(۲۴) هم اثر لودسایکل به تعداد ۵۰۰۰۰ بار و با نیروی ۵۰ نیوتن و فرکانس ۱ هرتز بر روی ریزش بررسی شد و گروه چرخه مکانیکی نیرو شده نسبت به گروه کنترل به میزان معنی داری ریزش بیشتری داشت که همسو با مطالعه کنونی است. در مطالعه Daneshkazemi و همکاران^(۱۸) اثر ۵۰۰۰۰، ۱۰۰۰۰۰ و ۵۰۰۰۰۰۰ بار چرخه مکانیکی نیرو با نیروی ۹۰ نیوتن و فرکانس ۰/۵ هرتز بر

باکتریایی دارد. آنها نانوذرات اکسید مس در اندازه های ۲۰ تا ۹۰ نانومتر را روی جمعیت اشرشیاکلی MRSA بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که این ذرات در غلظت های ۱۰۰ تا ۵۰۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر سمیتی ندارند.

در مطالعات مختلف دندانپزشکی از نانوذرات مختلف استفاده شده است. در بررسی کنونی و مطالعه توده زعیم^(۲۷) از نانوذره اکسید مس، در مطالعه ی Haghgoo^(۱۵) از نانو هیدروکسی آپاتیت با اندازه ذرات ۵۰ نانومتر و با غلظت ۱-۱۵ درصد وزنی به فیشورسیلانت استفاده شد. نتیجه نشان داد که فیشورسیلانت حاوی نانوذره دارای ریزنشست کمتری بود ولی در مطالعه ی Haghgoo چرخه مکانیکی نیرو بررسی نشد. همچنین در مطالعه Salas-López^(۲۹) از فیشورسیلانت حاوی نانوذره نقره استفاده گردیده است.

تعداد دوره های چرخه مکانیکی نیرو در واقع نشاندهنده بررسی خواص ماده، پس از طی زمان مشخص و وارد شدن نیروهای مختلف وارد بر آن می باشد و هر چقدر تعداد دفعات وارد شدن نیرو بیشتر باشد نشاندهنده خواص آن ماده در مدت طولانی تر می باشد. تعداد دفعات وارد شدن نیرو در مطالعه ی کنونی ۵۰۰۰۰ و ۱۰۰۰۰۰ و ۲۰۰۰۰۰ بار بود. در مطالعه Kermanshah و همکاران^(۳۴) به منظور بررسی اثر چرخه مکانیکی نیرو بر ریزنشست کامپوزیت های بر پایه سایلوران در مقایسه با کامپوزیت های با انقباض کم بر پایه متاکریلات از ۲۰۰۰۰۰ بار چرخه مکانیکی نیرو و در مطالعه Erdilek و همکاران^(۲۴) تعداد ۵۰۰۰۰ بار، در مطالعه Daneshkazemi^(۱۸) ۵۰۰۰۰ و ۱۰۰۰۰۰ و ۲۰۰۰۰۰ بار، در مطالعه Mirzaie^(۶) ۵۰۰۰۰ بار، در مطالعه Abdala^(۳۶) ۴۰۰۰ بار چرخه مکانیکی نیرو بکار رفت.

در این مطالعه نیروی وارده بر روی دندان ها، ۷۰ نیوتن بود. نیروی وارده در مطالعات آزمایشگاهی متفاوت بوده است. مثلا در مطالعه ی Daneshkazemi^(۱۸) ۹۰ نیوتن، در

نانوذره مورد استفاده در این مطالعه اکسید مس بود. علت این انتخاب، ویژگی های منحصر به فرد فیزیکی و شیمیایی و پایداری آن می باشد که باعث اهمیت روزافزون نانوذره اکسید مس نسبت به سایر نانوذرات است. نانوذرات اکسید مس پتانسیل سطحی پایین تری نسبت به سایر فلزات دارد.^(۳۲) همچنین دارای قیمت مناسب و خاصیت آنتی باکتریال است^(۳۳)، که کمک به سزایی در جلوگیری از پوسیدگی ثانویه می کند. ضمنا به راحتی با پلیمرها ترکیب می شود.^(۳۵) عدم سمیت سلولی در غلظت به کار گرفته شده از نانوذره اکسید مس در مطالعه حاضر با توجه به مطالعه Semisch و همکاران^(۱۷) بود که این ذرات را روی سلول های Hella انسانی آزمایش کردند و به این نتیجه رسیدند که این ماده تا غلظت ۵۰ میکروگرم بر میلی لیتر، هیچ ضرری برای سلول های انسانی ندارد.

در مطالعه حاضر از نانوذرات اکسید مس به ابعاد ۴۰ نانومتر و غلظت ۰/۱ درصد و ۰/۳ درصد وزنی استفاده گردید تا علاوه بر کیورینگ مناسب هنگام اختلاط با کامپوزیت فلو، باعث ایجاد تغییر رنگ مشهود در مخلوط حاصل نشود.^(۲۷) این میزان دارای حداقل غلظت آنتی میکروبیال همراه رنگ کلینیکی مناسب می باشد.^(۱۶) درصدهای وزنی به کار رفته از نانوذره در مطالعه حاضر با توجه به غلظتهای بررسی شده از مطالعه Eshed و همکاران^(۱۲) بود که نشان دادند نانوذرات اکسید مس در غلظت های ۰/۰۰۰۱ تا ۱ میکروگرم بر میلی لیتر از رشد بیوفیلم جلوگیری به عمل می آورد.

در مطالعه حاضر ساینز نانوذرات به کار رفته، طبق اطلاعات کارخانه سازنده ۴۰ نانومتر بود. انتخاب اندازه نانوذرات به کار رفته در مطالعه حاضر با توجه به مطالعه Ren و همکاران^(۸) بود که نشان داد استفاده از نانوذرات مس و اکسید آن اثر زیادی بر روی کنترل جمعیت های

کمتری دارد. ^(۳۹) در مطالعه ای که توسط Ren و همکاران ^(۸) درباره استفاده از نانوذرات در کنترل تشکیل بیوفیلم های دهانی انجام گرفت، نانوذرات اکسید مس در اندازه های ۲۰ تا ۹۰ نانومتر در غلظت های ۱۰۰ تا ۵۰۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر سمیتی نداشتند. در مطالعه Semisch و همکاران ^(۱۷) هم ذرات میکرو و نانواکسیدمس تا غلظت ۵۰ میکروگرم بر میلی لیتر، هیچ ضرری برای سلول های انسانی نداشتند. لذا از آنجا که نانوذرات اکسیدمس ارزان قیمت بوده و پایداری شیمیایی و فیزیکی مناسبی دارند. ^(۳۳) لذا نانوذره مس در این مطالعه بکار رفت.

محدودیت این مطالعه، عدم وجود گروه با غلظت صفر نانوذره بود که مقایسه اثر وجود و یا عدم وجود نانوذره اکسیدمس تحت تاثیر چرخه مکانیکی نیرو را غیرممکن ساخت.

نتیجه گیری

با توجه به محدودیتهای این مطالعه آزمایشگاهی، چرخه مکانیکی نیرو در زمانی که به میزان بیش از ۵۰k انجام گرفت، در هر دو غلظت نانوذره اکسیدمس مخلوط شده با کامپوزیت فلو ریزش را افزایش می داد. تفاوتی در ریزش گروههای با غلظت متفاوت و نیروی یکسان وجود نداشت. با افزایش غلظت از ۰/۱ به ۰/۳ ریزش به میزان معنی داری افزایش نیافت.

تشکر و قدردانی

این مقاله ناشی از پایان نامه دکترای دندانپزشکی عمومی مصوب در دانشکده دندانپزشکی یزد و به شماره شماره ۹۵۱ ب می باشد. بدینوسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد بابت اختصاص بودجه تشکر می شود. همچنین از آقای دکتر حسین فلاح زاده بابت انجام آزمونهای آماری سپاسگزاری می گردد.

مطالعه Erdilek ^(۲۴) ۵۰ نیوتن، میرزائی ^(۶) ۱۰۰ نیوتن، Kermanshah ^(۳۴) ۸۰ نیوتن و Abdala ^(۳۵) ۱۲۵ نیوتن بود که تفاوت در میزان نیروی وارده هم می تواند سبب بروز تفاوت در نتایج مطالعات مختلف باشد. لازم بذکر است که این نیرو بطور معمول در خانمها و در محیط دهان ۶۰ نیوتن و برای آقایان ۸۰ نیوتن می باشد. ^(۳)

در این مطالعه فرکانس نیروی وارده ۱ هرتز بود و در مطالعه Erdilek ^(۲۴) ۱ هرتز، Daneshkazemi ^(۱۸) ۰/۵ هرتز، Mirzaie ^(۶) ۲ هرتز، Abdala ^(۳۵) ۵۲ سیکل در دقیقه بود؛ تغییر فرکانس هم می تواند در نتایج موثر باشد.

رنگ (dye) مورد استفاده در مطالعه کنونی متیلن بلوی و مدت غوطه وری ۲۴ ساعت در دمای اتاق بود که همسو با مطالعه Xie ^(۳۶) و شهابی ^(۲۲) بود. در مطالعه Kermanshah ^(۳۴)، میرزایی ^(۶) و تیمورنژاد ^(۳۰)، رنگ مورد مطالعه فوشین و مدت غوطه وری ۲۴ ساعت بود. غلظت رنگ می تواند بین ۰/۵ تا ۱۰ درصد بوده و زمان غوطه وری در رنگ ۴ تا ۷۲ ساعت باشد. ^(۳۷) البته نوع رنگ هم ممکن است در میزان شدت رنگ گرفتن نمونه ها تاثیر بگذارد، ولی از آنجا که در تمام نمونه ها نوع و مدت استفاده از رنگ یکسان است، بر روی نتایج بی تاثیر می باشد. باید در نظر داشته باشیم که بین وسعت ریزش به دست آمده در مطالعات آزمایشگاهی و وضعیت ماده در کلینیک ارتباط صد درصدی وجود ندارد ولیکن در صورتی که ماده در مطالعات آزمایشگاهی ریزش کمی داشته باشد، احتمال موفقیت آن بالاتر خواهد بود.

در مورد اثرات زیست محیطی ذرات نانو در بعضی مطالعات گفته شده که با کوچکتر شدن اندازه ذرات و تبدیل آنها به نانوذرات، فعالیت، سمیت و نفوذ آنها افزایش می یابد ^(۳۸) ولی نانوذرات اکسیدمس نسبت به نقره سمیت

منابع

1. Christensen JR, Mabry TR, Townsend JA, Wells MH. Pediatric dentistry infancy through adolescence. 6th ed. New York: Elsevier; 2018.
2. Simonsen RJ. Preventive resin restorations and sealants in light of current evidence. *Dent Clin North Am* 2005; 49(4):815-23.
3. Sakaguchi RL, Powers JM. Craig's restorative dental material. 13th ed. New York: Elsevier; 2012. P. 181.
4. Autio-Gold JT. Clinical evaluation of a medium-filled flowable restorative material as a pit and fissure sealant. *Oper Dent* 2002; 27(4):325-9.
5. Cardoso MV, de Almeida Neves A, Mine A, Coutinho E, Van Landuyt K, De Munck J, et al. Current aspects on bonding effectiveness and stability in adhesive dentistry. *Aust Dent J* 2011; 56(Suppl 1):31-44.
6. Mirzaie M, Yasini E, Kermanshah H, Omid BR. The effect of mechanical load cycling and polishing time on microleakage of class V glass-ionomer and composite restorations: a scanning electron microscopy evaluation. *Dental Res J* 2014; 11(1):100-8.
7. Mohamed Hamouda I. Current perspectives of nanoparticles in medical and dental biomaterials. *J Biomed Res* 2012; 26(3):143-51.
8. Ren G, Hu D, Cheng EW, Vargas-Reus MA, Reip P, Allaker RP. Characterisation of copper oxide nanoparticles for antimicrobial applications. *Int J Antimicrob Agents* 2009; 33(6):587-90.
9. Song W, Ge S. Application of antimicrobial nanoparticles in dentistry. *Molecules* 2019; 24(6):E1033.
10. Konar M, Nayak N, Priyadarsini S, Mishra M, Sahoo H. Antimicrobial activity of nanoparticle-based dental fillers on novel chromogenic bacteria *Enterobacter ludwigii*. *Mater Res Expr* 2019; 6(8):85407.
11. Zhang L, Gu FX, Chan JM, Wang AZ, Langer RS, Farokhzad OC. Nanoparticles in medicine: therapeutic applications and developments. *Clin Pharmacol Ther* 2008; 83(5):761-9.
12. Eshed M, Lellouche J, Matalon S, Gedanken A, Banin E. Sonochemical coatings of ZnO and CuO nanoparticles inhibit *Streptococcus mutans* biofilm formation on teeth model. *Langmuir* 2012; 28(33):12288-95.
13. Khan ST, Ahamed M, Al-Khedhairi A, Musarrat J. Biocidal effect of copper and zinc oxide nanoparticles on human oral microbiome and biofilm formation. *Mater Lett* 2013; 97:67-70.
14. Lam CW. Antibacterial effects of nanoparticles on cariogenic organisms. *Ariti Library* 2005; 1:1-10.
15. Haghgoo R, Ataei M, Tavassoli Hojjati S, Kameli S, Rahimian Imam S. The effect of various amounts of nanohydroxyapatite on the mechanical properties and remineralization of a fissure sealant. *Shahid Beheshti Univ Dental J* 2012; 30(3):184-91.
16. Khan ST, Ahamed M, Al-Khedhairi A, Musarrat J. Biocidal effect of copper and zinc oxide nanoparticles on human oral microbiome and biofilm formation. *Mater Lett* 2013; 97:67-70.
17. Semisch A, Ohle J, Witt B, Hartwig A. Cytotoxicity and genotoxicity of nano- and microparticulate copper oxide: role of solubility and intracellular bioavailability. *Part Fibre Toxicol* 2014; 13(11):10-4.
18. Daneshkazemi A, Davari A, Akbari MJ, Davoudi A, Badrihan H. Effects of thermal and mechanical load cycling on the dentin microtensile bond strength of Single Bond-2. *J Int Oral Health* 2015; 7(8):9-13.
19. Munoz M, Garin I, Szesz A, Loguercio A. Properties of experimental adhesive containing copper oxides and copper-zinc nanocomposites. *Dent Mater* 2017; 1(33):e56.
20. Gönülol N, Ertaş E, Yılmaz A, Çankaya S. Effect of thermal aging on microleakage of current flowable composite resins. *J Dent Sci* 2015; 10(4):376-82.
21. Gutiérrez MF, Malaquias P, Hass V, Matos TP, Lourenço L, Reis A, et al. The role of copper nanoparticles in an etch-and-rinse adhesive on antimicrobial activity, mechanical properties and the durability of resin-dentine interfaces. *J Dent* 2017; 61:12-20.
22. Shahabi S, Ebrahimpour L, Walsh LJ. Microleakage of composite resin restorations in cervical cavities prepared by Er,Cr:YSGG laser radiation. *Aust Dent J* 2008; 53(2):172-5.
23. Miranda WG, Placido E, Moura SK, Cardoso PE. Influence of postextraction substrate aging on the microtensile bond strength of a dental adhesive system. *J Adhes Dent* 2005; 7(3):193-6.
24. Erdilek D, Dörter C, Koray F, Kunzelmann KH, Efes BG, Gomec Y. Effect of thermo-mechanical load cycling on microleakage in class IIOrmocer restorations. *Eur J Dent* 2009; 3(3):200-5.
25. Dental composites: Universal, Bulk Fill, Flowable flowable composite. *filtek Z350 XT(3M/USA)*. New York: 3M United States Institution; 2019.
26. Ren G, Hu D, Cheng EW, Vargas-Reus MA, Reip P, Allaker RP. Characterisation of copper oxide nanoparticles for antimicrobial applications. *Int J Antimicrob Agents* 2009; 33(6):587-90.
27. Toodehzaeim MH, Zandi H, Meshkani H, Hosseinzadeh Firouzabadi AH. The effect of CuO nanoparticles on antimicrobial effects and shear bond strength of orthodontic adhesives. *J Dent* 2018; 19(1):1.

28. Grande RH, Ballester R, Singer MJ, Santos JF. Microleakage of a universal adhesive used as a fissure sealant. *Am J Dent* 1998; 11(3):109-13.
29. Salas-López EK, Pierdant-Pérez M, Hernández-Sierra JF, Ruíz F, Mandeville P, Pozos-Guillén AJ. Effect of silver nanoparticle-added pit and fissure sealant in the prevention of dental caries in children. *J Clin Pediatr Dent* 2017; 41(1):48-52.
30. Teymoornezhad K, Alaghehmand H, Daryakenari G, Khafri S, Tabari M. Evaluating the microshear bond strength and microleakage of flowable composites containing zinc oxide nano-particles. *Electron Physician* 2016; 8(11):3289-95.
31. Xie H, Zhang F, Wu Y, Chen C, Liu W. Dentine bond strength and microleakage of flowable composite, compomer and glass ionomer cement. *Aust Dent J* 2008; 53(4):325-31.
32. Haghgoo R, Ataie M, Rezvani MB, Labibzadeh A. Evaluation of the effect of conventional varnish and nano-silver containing varnish on microleakage of amalgam restoration. *Danshvar* 2013; 20(104):85-90.
33. Morales-Quiroga E, Martínez-Sumarán A, Hernández-Sierra JF. Evaluation of marginal seal and microleakage of a sealant modified with silver nanoparticles in primary molars: in vitro study. *Odovtos Int J Dent Sci* 2014; 16:107-13.
34. Taran M, Rad M, Alavi M. Antibacterial activity of copper oxide (CuO) nanoparticles biosynthesized by bacillus sp. FU4: optimization of experiment design. *Pharm Sci* 2017; 23(3):198-206.
35. Kermanshah H, Yasini E, Hoseinifar R. Effect of cyclic loading on microleakage of silorane based composite compared with low shrinkage methacrylate-based composites. *Dent Res J* 2016; 13(3):264-71.
36. Abdalla AI, El Zohairy AA, Aboushelib MM, Feilzer AJ. Influence of thermal and mechanical load cycling on the microtensile bond strength of self-etching adhesives. *Am J Dent* 2007; 20(4):250-4.
37. Zhao J, Xie D. Effect of nanoparticles on wear resistance and surface hardness of a dental glass-ionomer cement. *J Compos Mater* 2009; 43(23):2739-52.
38. Daneshkazemi AR, Davari AR, Modaresi J, Dastjerdi F, Darezereshki M. Effect of flowable composite on Microleakage of packable resin composites in class II cavities. *J Qazvin Univ Med Sci* 2009; 13(3):23-8.
39. Dawson KA, Salvati A, Lynch I. Nanotoxicology: nanoparticles reconstruct lipids. *Nat Nanotechnol* 2009; 4(2):84-5.
40. Gaiser BK, Fernandes TF, Jepson MA, Lead JR, Tyler CR, Baalousha M, et al. Interspecies comparisons on the uptake and toxicity of silver and cerium dioxide nanoparticles. *Environ Toxicol Chem* 2012; 31(1):144-54.