مقایسه اثر ضد میکروبی کامپوزیت حاوی نانواکسید روی و مس بر علیه استرپتوکوکوس موتانس

عبدالرحیم داوری [۱]، احمد مصدق [۲]، علیرضا دانش کاظمی [۳]، سید مهدی مرتضوی سانیجی [۴]*

[۱] استاد گروه دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی موثر بر سلامت دهان و دندان، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران

[۲] مربی گروه میکروبشناسی، دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران

[۳] دانشیار گروه دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی، عضو مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی موثر بر سلامت دهان و دندان، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد، ایران

[۴] دندانپزشک، دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران

تاریخ ارائه مقاله: ۹۸/۱/۶– تاریخ پذیرش: ۹۸/۷/۲۲

Comparison of Antibacterial Effect of Composite Resins Incorporating Copper with Zinc Oxide Nanoparticles on Streptococcus Mutans

Abdolrahim Davari [1], Ahmad Mosaddegh [2], Alireza Daneshkazemi [3], Seyed Mehdi Mortazavi Sanigei [4]*

[1] Professor of Operative and Aesthetic Dentistry, Social Determinant of Oral Health Research Center, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.

[2] Associate professor of Operative and Aesthetic Dentistry, Social Determinant of Oral Health Research Center, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.

[3] Asistant of microbiology, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.

[4] Dentist, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.

Received: 26 March 2019; Accepted: 14 October 2019

Introduction: Polymerization shrinkage causes a gap between the composite resin and the tooth edge which leads to bacterial invasion, secondary caries, recurrent caries, and the final failure of restoration. It seems that the addition of nanoparticles to composites can be effective in the reduction of the number and function of microorganisms. The aim of the present study was to compare the antibacterial properties of composite resins containing zinc-oxide with copper-oxide nanoparticles against *Streptococcus mutans.*

Materials and Methods*:* A number of 490 discoid tablets containing 0.05%,0.5%, 0.1% nano-copper and nano zinc-oxide particles were prepared from composite resin GC (*n*=70). Diluted solutions of *Streptococcus mutans* (ATCC 35668) were prepared and 1 mL of bacterial species was placed on the discs. The discs were transferred to liquid culture media and were incubated at 37℃ for 8 hr. Thereafter, 1 mm of serum was cultured at 37° C for 24 hours on a blood agar containing sheep blood and the total number of bacteria was obtained by colony counting of all bacteria detected on each disk. The data were analyzed in SPSS software (version 17) using Kolmogorov-Smirnov test (k-s), Kruskal-Wallis, and Dunn's test. The significance level was considered as $\alpha = 0.5$.

Results: Based on the obtained results, the composites containing 0.1% and 0.5% Nano zinc oxide particles and copper oxide nanoparticles significantly decreased the number of bacteria in 15 and 30 days, as compared to the control group (P-value=0.001). Nonetheless, other groups did not demonstrate any significant difference with the control group (P-value=1).

Conclusion: Composite resins containing 0.5% zinc oxide nanoparticles demonstrated the highest antibacterial activity against *Streptococcus mutans.* On the other hand, both nano-copper and zinc-oxide particles revealed the least antimicrobial activity in the concentration of 0.05%.

Key words*:* Anti-bacterial agents, Composite resin, Nanoparticles, copper oxide, Zinc oxide, *Streptococcus mutans.*

Corresponding Author: sm_mortazavi2000@gmail.com

J Mash Dent Sch 2019; 43(4): 344-51 .

چکیده

مقدمه: انقباض حین پلیمریزاسیون باعث ایجاد شکاف بین کامپوزیت و لبه دندان می شود، که در طول زمان باعث ورود باکتری ها، پوسیدگی ثانویه و در نهایت شکست درمان می‌شود. بنظر می‌رسد اضافه کردن نانوذرات به کامپوزیت می‌تواند در کاهش تعداد و عملکرد

---

* مولف مسؤول، نشانی: یزد، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، دانشکده دندانپزشکی، تلفن: ۰۹۱۳۳۵۳۹۰۳۴

E-mail: sm_mortazavi2000@gmail.com

میکروارگانیسم‌ها مؤثر باشد. هدف این مطالعه، مقایسه اثر ضد میکروبی کامپوزیت های حاوی نانوذرات اکسید روی و مس بر روی گونه میکروبی استرپتوکوکوس موتانس بود.

مواد و روش ها: نانوذرات اکسید مس و روی در غلظت های ۰/۰۵، ۰/۱ و ۰/۵ درصد با کامپوزیت GC مخلوط و ۴۹۰ دیسک کامپوزیتی در هفت گروه شامل ۷۰ نمونه تهیه شد. محلول های رقیق شده از استرپتوکوک موتانس (ATCC 35668) تهیه و ۱میلی لیتر از آن روی دیسک ها قرار گرفت. دیسک ها با محیط کشت مایع در دمای ۳۷ درجه به مدت ۸ ساعت انکوبه شدند. سپس ۱ میلیمتر سرم شستشوی حاصله از دیسک ها در دمای ۳۷ درجه به مدت ۲۴ ساعت بر روی محیط بلادآگار حاوی خون گوسفند کشت داده شد و با شمارش (Colony count) باکتری های مستقر شده روی هر دیسک، شمارش باکتری ها به دست آمد. داده ها پس از جمع آوری وارد SPSS با ویرایش ۱۷ شد و با استفاده از آزمون کروسکال- والیس و آزمون دان، مورد مقایسه آماری قرار گرفت. سطح معنی داری α=۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته ها: این تحقیق نشان داد که نانوذرات اکسید مس و روی در غلظت های ۰/۱ و ۰/۵ درصد در زمان های ۱۵ و ۳۰ روز در مقایسه با گروه کنترل باعث کاهش معنی‌دار تعداد باکتریها شد (P=۰/۰۰۱) و سایر گروه های مورد بررسی، تفاوت آماری معنی‌داری با گروه کنترل نداشتند (P=۱).

نتیجه گیری: نانوذرات اکسید روی ۰/۵ درصد در ترکیب کامپوزیت، بیشترین و هر دو نانوذرات اکسیدمس و روی در غلظت ۰/۰۵ درصد کمترین میزان خاصیت ضدمیکروبی را از خود نشان دادند.

کلمات کلیدی: مواد ضدمیکروبی، کامپوزیت رزین، نانو، اکسید مس، اکسید روی، استرپتوکوک موتانس.

مجله دانشکده دندانپزشکی مشهد / سال ۱۳۹۸ دوره ۴۳ / شماره ۴ : ۵۱-۳۴۴ .

مقدمه

پوسیدگی‌های دندانی یک بیماری میکروبی عفونی است که منجر به تجزیه و تخریب بافت‌های کلسیفیه دندان می‌شود. این فرآیند تخریب در نتیجه فعالیت باکتری‌های تخمیر کننده کربوهیدرات ها، تولید اسید و متعاقب آن دمینرالیزه شدن بافت‌های دندانی می‌باشد.[۱]

عقیده بر این است که پوسیدگی دندان یک بیماری عفونی با منشاء میکروبی می‌باشد که بوسیله چندین نوع باکتری در دهان به وجود می‌آید. یکی از مهمترین باکتری ها که مسئول ایجاد پوسیدگی‌های دندانی است باکتری استرپتوکوک موتانس (ACCT:35668) می‌باشد.[۱و۲] بنابراین منطقی است برای جلوگیری و کنترل این بیماری از موادی که قابلیت از بین بردن یا نابود کردن این گونه از باکتری‌ها را دارند در مواد دندانی استفاده شود. تولید و گسترش مواد دندانی با خاصیت ضدمیکروبی سالهاست که یکی از مهمترین و بزرگترین اهداف علوم مواد دندانی و دندانپزشکی بوده است و در همین راستا، مطالعات و آزمایشات زیادی بر روی مواد از جمله کامپوزیت‌های رزینی برای تغییر در محتوای فیلر یا ماتریکس آنها انجام شده است.[۳و٤] مطالعات نشان می‌دهند که آزمایشات متعددی به منظور ایجاد اثر ضدمیکروبی در مواد دندانی انجام شده است.[۵]

امروزه با پیشرفت تکنولوژی، مواد هم رنگ دندان یا همان کامپوزیت‌ها، برای بسیاری از بیمارانی که دچار پوسیدگی دندانی هستند، انتخاب اول می‌باشد. امروزه، این مواد به خاطر رنگ و ظاهر زیبایی که بعد از ترمیم بدست می‌آورند به نحوی جایگزین آمالگام شده‌اند.[٦] نکته مهم در مورد این مواد دندانی، انقباض حین پلیمریزاسیون آنهاست که باعث ایجاد یک شکاف بین کامپوزیت و لبه دندان می‌شود و در طول زمان باعث ورود باکتری‌ها، پوسیدگی ثانویه و در نهایت شکست درمان می‌شود.[۷] همچنین طبق تحقیقات بعمل آمده نشان داده شده است که پلاک‌های میکروبی بر روی سطوح ترمیم شده با کامپوزیت نسبت به آمالگام بیشتر تشکیل می‌شوند.[۸]

به دلیل عدم وجود خاصیت ضد میکروبی در کامپوزیت‌ها تلاش‌های زیادی به منظور ادغام موادی با

خاصیت ضد میکروبی مثل کلرهگزیدین، کیتوسان (Chitosan) و ... با کامپوزیت‌ها صورت گرفته است. در این زمینه یکی از مواد پیشنهادی، ذرات ضد میکروبی با ابعاد نانومتر می‌باشند که می‌توانند با کامپوزیت ادغام شوند.[۹]

نانوذرات معمولاً ذراتی کروی شکل با ابعادی به اندازه ۱۰۰-۱ نانومتر می‌باشند. در این ذرات، نسبت سطح به حجم بیشتر است که این خاصیت آنها را واکنش‌پذیرتر می‌کند. تحقیقات نشان داده‌اند که اکسید روی و مس در مقیاس نانوذرات خاصیت آنتی باکتریال بیشتری از خود نشان می‌دهند. اکسید روی و مس می‌توانند از تولید اسید بوسیله باکتری استرپتوکوک موتانس جلوگیری کنند؛ حتی تحقیقات دیگر، اثر ضدمیکروبی آن را بر روی باکتری‌های گرم مثبت و منفی به اثبات رسانیده است.[۱۰]

هدف از این مطالعه، بررسی و مقایسه اثر ضدمیکروبی کامپوزیت‌های حاوی نانوذرات اکسید روی و مس بر روی گونه میکروبی استرپتوکوکوس موتانس می‌باشد.

مواد و روش ها

در این مطالعه تجربی در محیط آزمایشگاهی، با درنظر گرفتن سطح معنی‌داری ۵ درصد و توان آزمون ۸۰ درصد و با توجه به نتایج مطالعه قبلی و مقدار S =۸۰ انحراف معیار تعداد کلنی‌های رشد یافته، برای رسیدن به اختلاف معنی دار، حداقل ۹۰ مورد و تعداد ١٤ تکرار در هر گروه مورد نیاز است. برای دقت بیشتر و غلظت های مختلف حجم نمونه را در هر گروه به ۷۰ نمونه افزایش دادیم. نانوپارتیکل های اکسید روی و مس با غلظت های وزنی ۰/۰۵، ۰/۱ و ۰/۵ درصد بوسیله ی یک ترازوی دیجیتالی با چهار رقم اعشار با کامپوزیت هیبرید قدامی (GC corporation, Tokyo, Japan) در یک محیط نیمه تاریک، با اسپاتول همزن و اسلپ شیشه ای استریل شده، مخلوط شد و جهت اطمینان خاطر نسبت به توزیع متوازن ذرات نانو از هر گروه تصاویر میکروسکوپ الکترونی تهیه شد. به این ترتیب هفت گروه آزمایشی شامل نانوذرات اکسید روی ۰/۰۵ ، ۰/۱ و ۰/۵ درصد، نانو ذرات اکسید مس ۰/۰۵، ۰/۱ و ۰/۵ درصد و یک گروه کنترل بدست آمد که هر گروه شامل ۷۰ عدد دیسک کامپوزیتی بود. در مجموع ٤۹۰ عدد دیسک کامپوزیتی با قطر ۳ و ضخامت ۱ میلیمتر تهیه شد. برای تهیه محیط کشت بلاد آگار، ۳۸ گرم از پودر در یک لیتر آب مقطر ریخته و به خوبی مخلوط شد و سپس با حرارت ملایم یک دقیقه جوشانیده شد. پس از آن در اتوکلاو ۱۲۱ درجه به مدت ۱۵ دقیقه استریل گردید. بعد از خنک‌شدن و رسیدن به دمای ٤۵ درجه سانتیگراد، ۵ درصد خون بدون فیبرین گوسفند یا خرگوش به آن اضافه شد. برای تهیه Brain Heart Infusion Broth (BHI)، ۵۲ گرم از پودر آماده تجاری در یک لیتر آب مقطر حل و به آرامی حرارت داده شد تا یک دقیقه بجوشد. سپس توسط اتوکلاو در حرارت ۱۲۱ درجه سانتیگراد به مدت ۱۵ دقیقه استریل گردید. از کشت خالص و تازه باکتریایی در لوله آزمایش حاوی سرم فیزیولوژیک، سوسپانسیون با کدورت معادل لوله نیم مک فارلند تهیه گشت. سپس توسط سوآپ به محیط کشت مولر هینتون آگار غنی شده با ۵٪ خون گوسفندی تلقیح و به صورت چمنی کشت داده شد. کامپوزیت های حاوی غلظت های ۰/۰۵، ۰/۱ و ۰/۵ درصد نانوذرات بر روی محیط کشت قرار داده شد و بعد از انکوباسیون در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد به مدت ٢٤ ساعت، قطر هاله عدم رشد میکروبی در اطراف کامپوزیت ها بوسیله خط کش با مقیاس میلیمتر اندازه گیری شد. از دیسک پنی‌سیلین به عنوان کنترل مثبت و از دیسک کامپوزیتی بدون ذرات نانو به عنوان کنترل منفی استفاده شد. سپس کامپوزیت ها

داخل لوله حاوی محیط کشت BHI broth و استرپتوکوک موتانس که معادل لوله نیم مک فارلند بود، در انکوباتور ۳۷ درجه CO2 قرار داده شد. بعد از زمان‌های ۱، ۲ و ۲٤ ساعت، ۱۵ و ۳۰ روز دیسک های کامپوزیتی از لوله حاوی محیط کشت بیرون آورده شد و به منظور جدا شدن باکتری‌ها از دیسک‌های کامپوزیتی، با ۵ سی سی سرم فیزیولوژی به مدت ۵ دقیقه توسط دستگاه Vortex (Corning TM LSE,German) با دور rpm ۱۰۰۰ شستشو داده شد، در این مرحله دیسک های کامپوزیتی از مسیر آزمایش خارج گردید. سپس برای شمارش باکتری‌ها، سرم شستشوی حاصله در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد، به مدت ۲٤ ساعت بر روی محیط بلادآگار حاوی خون گوسفند کشت داده شد و شمارش (Colony count) باکتری‌های مستقر شده روی هر دیسک به دست آمد. داده ها پس از جمع آوری وارد SPSS با ویرایش ۱۷ شده و با استفاده از آزمون کلموگروف – اسمیرونوف، نرمالیتی داده ها بررسی شد. چون داده‌ها نرمال نبود از آزمون کروسکال- والیس استفاده شد و مقایسه‌های دو به دو گروه‌ها با استفاده از آزمون Dunn انجام گرفت. سطح معنی داری α=۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته ها

تعداد کلونی ها در زمان‌های ۱، ۲ و ۲٤ ساعت در همه گروه‌ها مقدار بالایی بود (بالاتر از ۵۰۰۰) و تفاوت مشخص و معنی‌داری در این گروه‌ها وجود نداشت (P=۱). جدول ۱ میانه تعداد کلونی را در روز پانزدهم در گروه های مختلف نشان می‌دهد و با توجه به آزمون کروسکال والیس تعداد کلونی بین بعضی از گروه ها دارای اختلاف معنادار آماری بود (P=۰/۰۰۱).

جدول ۲، نشان می‌دهد که کمترین میانه تعداد کلونی مربوط به اکسید روی ۰/۵ درصد و سپس اکسید روی ۰/۱ درصد بود.

مقایسه دو به دو گروه ها با استفاده از آزمون Dunn در روز پانزدهم نشان داد که بین همه‌ی گروه‌ها اختلاف معنی داری وجود داشت (P<۰/۰۰۱).

جدول ۱ : میانه و دامنه میان چارکی تعداد کلونی در روز پانزدهم در گروه‌های مورد بررسی

گروه	۱۵ روز	
	میانه (دامنه میان چارکی)	میانگین رتبه ای
اکسید روی ۰/۵٪	۹۱(۲٦)	٦/٦۳
اکسید روی ۰/۱٪	۱۹٤/۵ (۵٦)	۱۸/۳۸
اکسید روی ۰/۰۵٪	۵۰۰۰ (۰)	٦۱/۰۰
اکسید مس ۰/۵٪	۵۷۵/۵ (۲۷)	۳۰/۵۰
اکسید مس ۰/۱٪	۵۰۰۰ (۰)	٦۱/۰۰
اکسید مس ۰/۰۵٪	۵۰۰۰ (۰)	٦۱/۰۰
کنترل	۵۰۰۰ (۰)	٦۱/۰۰
P-value	۰/۰۰۱	

Kruskal–Wallis one-way analysis of variance

جدول ۲ : آزمون دان: مقایسه دو به دو گروه‌ها پس از معنی‌دار شدن آزمون کروسکال والیس در روز پانزدهم

گروه		*P*-value
Zno 0.5% - Cuo 0.1%		۰/۰۰۱
Zno 0.5% - Cuo 0.05%		۰/۰۰۱
Zno 0.5% - Zno 0.05%		۰/۰۰۱
Zno 0.5% - Control		۰/۰۰۱
Zno 0.1% - Cuo 0.1%		۰/۰۰۱
Zno 0.1% - Cuo 0.05%		۰/۰۰۱
Zno 0.1% - Zno 0.05%		۰/۰۰۱
Zno 0.1% - Control		۰/۰۰۱
Cuo 0.5% - Cuo 0.1%		۰/ ۰۱٦
Cuo 0.5% - Cuo 0.05%		۰/۰۱٦
Cuo 0.5% - Zno 0.05%		۰/۰۱۳
Cuo 0.5% - Control		۰/۰۱٦

جدول ۳ : میانه و دامنه میان چارکی تعداد کلونی در روز سی‌ام در گروه‌های مورد بررسی

گروه	۳۰ روز	
	میانه (دامنه میان چارکی)	میانگین رتبه ای
اکسید روی ٪۰/۵	٤۰٦ (۱۹)	٦/۵۰
اکسید روی ٪۰/۱	۱۰۵۹ (۵۱)	۳۰/۵۰
اکسید روی ٪۰/۰۵	۵۰۰۰ (۰)	٦۷/۰۰
اکسید مس ٪۰/۵	٦۰۹/۵ (۲۰)	۱۸/۵۰
اکسید مس ٪۰/۱	۱۳۰۰ (٤٤)	٤۲/۵۰
اکسید مس ٪۰/۰۵	۵۰۰۰ (۰)	٦۷/۰۰
کنترل	۵۰۰۰ (۰)	٦۷/۰۰
P-value	۰/۰۰۱	

Kruskal–Wallis one-way analysis of variance

جدول ۳ میانه تعداد کلونی را در روز سی‌ام در گروه های مختلف نشان می‌دهد. با توجه به آزمون کروسکال والیس تعداد کلونی بین بعضی از گروه ها دارای اختلاف معنادار آماری بود (*P*<۰/۰۰۱). کمترین تعداد کلونی مربوط به اکسید روی ۰/۵ درصد و اکسید مس ۰/۵ درصد بوده است.

در جدول ٤ مقایسه دو به دو گروه‌ها با استفاده از آزمون Dunn در روز سی ام نشان داد که بین همه‌ی گروه‌ها اختلاف معنی داری وجود داشت (*P*<۰/۰۰۱).

جدول ٤ : مقایسه دو به دو گروه‌ها پس از معنی‌دار شدن آزمون کروسکال والیس در روز سی ام

گروه	*P*-value
Zno 0.5% - Cuo 0.1%	۰/۰٤
Zno 0.5% - Cuo 0.05%	۰/۰۰۱
Zno 0.5% - Zno 0.05%	۰/۰۰۱
Zno 0.5% - Control	۰/۰۰۱
Cuo 0.5% - Cuo 0.1%	۰/۰۰۱
Cuo 0.5% - Zno 0.05%	۰/۰۰۱
Cuo 0.5% - Control	۰/۰۰۱
Zno 0.1% - Cuo 0.05%	۰/۰۳
Zno 0.1% - Zno 0.05%	۰/۰۲
Zno 0.1% - Control	۰/۰۳

بحث

انقباض حین پلی‌مریزاسیون، یکی از نقایص کامپوزیت هاست که منجر به ایجاد شکاف بین لبه دندان و ترمیم شده و در درازمدت، باعث نشت باکتری و ایجاد پوسیدگی ثانویه می‌شود. در نتیجه تلاش‌های زیادی صورت گرفته تا با مخلوط‌کردن کامپوزیت با مواد دیگر خاصیت ضد میکروبی به آن ها افزوده شود.[۱۱] هدف از انجام این پژوهش مخلوط‌کردن نانوذرات اکسید مس و روی در غلظت های متفاوت با کامپوزیت به منظور جلوگیری از رشد باکتری استرپتوکوکوس موتانس بود که یکی از عوامل مهم پوسیدگی دندان می باشد. جهت بررسی خاصیت ضدمیکروبی در این پژوهش، هم از روش دیسک دیفیوژن و هم از روش کشت در محیط BHI و بررسی اثر مهاری غلظت‌های مختلف نانوذرات در زمان‌های مختلف استفاده شد.

در روش دیسک دیفیوژن، دیسک‌های کامپوزیتی حاوی نانوذرات اکسید مس و روی با غلظت‌های متفاوت بر روی محیط کشت بلاد آگار کشت داده شده با باکتری استرپتوکوکوس موتانس، قرار داده شدند. از دیسک پنی‌سیلین به عنوان کنترل مثبت و از دیسک کامپوزیتی فاقد ذرات نانو به عنوان کنترل منفی استفاده شد. نتیجه آزمایش همانگونه که انتظار می‌رفت، رشد باکتری در اطراف دیسک های کامپوزیتی بود. دیسک دیفیوژن در محیط مولر هینتون آگار انجام شد، که یک محیط جامد می‌باشد. در محیط های جامد، تمامی اتفاقات براساس قوانین انتشار می‌باشد. یکی از این قوانین، بیان می‌کند که تنها موادی قابلیت انتشار در محیط پایه آبی را دارند که محلول در آب باشند. در نتیجه زمانی‌که می‌خواهیم اثر ضدمیکروبی یک ماده جامد (نامحلول در آب) مانند کامپوزیت و نانوذرات را بررسی کنیم، این روش، مطلوب و کارا نمی باشد.[۱۲]

اما در مورد دیسک پنی‌سیلین چون محلول در آب است توانست با خاصیت انتشار در محیط پایه آبی منتشر شده و بر روی باکتریها اثر گذاشته و هاله عدم رشد میکروبی را ایجاد نماید.[۱۳و۱٤]

در مطالعه کسرایی و همکاران[۱۵] بر روی خواص آنتی- باکتریال نانوذرات اکسید روی و نقره در کامپوزیت رزین ها، ادعا شد که این نانوذرات در کامپوزیت قابلیت حل‌شدن ندارند، بنابراین نمی‌توان اثر ضدمیکروبی آنها را به این روش بررسی کرد.

در روش دوم، از محیط کشت مایع BHI استفاده شد. در طی ۱، ۲ و ۲٤ ساعت اول از تماس دیسک های کامپوزیتی با سوسپانسیون میکروبی هیچ‌گونه تغییر محسوسی در تعداد باکتری‌های کشت داده شده ایجاد نشد و همه گروه‌ها و غلظت‌ها به علت رشد زیاد باکتری غیرقابل شمارش بودند. در اینجا نیز به علت غیرمحلول بودن نانوذرات در ساعات ابتدایی اثر ضدمیکروبی محسوسی دیده نشد.

اما تغییرات در روز پانزدهم چشمگیر بود. بدین صورت که دیسک‌های حاوی نانوذرات اکسید روی در غلظت‌های ۰/۱ و ۰/۵ درصد کمترین تعداد کلونی را نشان دادند. همچنین در گروه نانوذرات اکسیدمس غلظت ۰/۵ درصد کمترین شمارش باکتری را نشان داد. این بدین‌معناست که با گذشت زمان و حل‌شدن بسیار جزئی مواد در اطراف دیسک ها تعداد باکتری کاهش‌یافته بود.

در روز سی ام، گروه های اکسیدمس و روی در غلظت‌های ۰/۱ و ۰/۵ درصد کمترین تعداد کلونی را دارا بودند.

با گذشت زمان مقادیر بسیار جزئی از ذرات نانو اطراف دیسک باعث بروز اثرات ضدمیکروبی شد به طوری که اثر ضدمیکروبی در روز ۱۵، بیشتر از زمان ابتدای تحقیق و در روز ۳۰ بیشتر از روز ۱۵ بود.

نتیجه نهایی بر این اساس بود که نانوذرات در درازمدت بسیار بهتر می‌توانند در مقایسه با کوتاه مدت اثر ضدمیکروبی خود را نشان دهند. نکته قابل تأمل دیگر آنکه در غلظت ۰/۰۵ درصد اثر ضدمیکروبی محسوسی مشاهده نگردید؛ اما با افزایش غلظت نانوذرات خاصیت ضدباکتریایی آن نیز افزایش یافت. از این‌رو این نتیجه با مطالعات دیگری که در این زمینه انجام شده بود همسو بود.[۱۶-۱۸] در مورد مقایسه اثر ضدمیکروبی نانوذرات اکسیدمس و روی، نتیجه این مطالعه نشان داد که نانوذرات اکسیدروی توانایی بیشتری در ایجاد خاصیت ضدمیکروبی از خود نشان دادند.

نکته حائز اهمیت دیگر در این مطالعه، تأثیر نوع و غلظت نانوذرات بر فرآیند پلیمریزاسیون و رنگ کامپوزیت بود. اکسید روی به علت رنگ سفیدی که دارد به راحتی کیور شد. همچنین پس از مخلوط‌کردن غلظت های مورد بررسی، تغییر رنگی در کامپوزیت ایجاد نشد. اما در مورد نانوذرات اکسید مس، در تمامی مقادیر وزنی پس از مخلوط کردن نانوذرات با کامپوزیت، تغییر رنگ چشمگیری مشاهده شد، به حدی که در غلظت ۰/۵ درصد در روند کیورینگ اختلال ایجاد نمود.

توده‌زعیم و همکاران[۱۷] اثر ضدمیکروبی نانوذرات اکسید مس در اختلاط با باندینگ جهت چسباندن براکت‌های ارتودنسی را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که در غلظت بالا، نانوذرات اکسید مس باعث تداخل در فرآیند کیورینگ شده و بهتر است از غلظت های بسیار کم (برای مثال ۰/۰۵ یا ۰/۱) درصد استفاده شود.

براساس تحقیق حاضر پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده، اثر ضدمیکروبی نانواکسیدهای فلزات دیگری مثل اکسید تیتانیوم، آلومینیوم و زیرکونیوم که باعث تغییر رنگ در کامپوزیت نشوند مورد استفاده قرار گیرد. همچنین مخلوط‌کردن نانوذرات مختلف با هم و سنجیدن قدرت ضدمیکروبی آنها مورد بررسی قرار گرفته و از گونه‌های دیگر باکتری که در پوسیدگی دندان نقش دارند استفاده شود.

نتیجه گیری

نانوذرات اکسید روی و مس در کوتاه مدت اثر ضدمیکروبی چشمگیری از خود نشان نمی‌دهند. نانوذرات اکسید روی ۰/۵ درصد قوی‌ترین میزان خاصیت ضدمیکروبی و هر دو نانوذرات اکسیدمس و روی در غلظت ۰/۰۵ درصد کمترین میزان خاصیت ضدمیکروبی را از خود نشان دادند.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان نامه تحقیقاتی به شماره ۹۳٤ مصوب معاونت محترم تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد می باشد که بدین وسیله قدردانی می گردد.

منابع

1. Cummins D. Zinc citrate/Triclosan: a new anti-plaque system for the control of plaque and the prevention of gingivitis: short-term clinical and mode of action studies. J Clin Periodontol 1991; 18(6):455-61.
2. Pereira-Cenci T, Cenci MS, Fedorowicz Z, Azevedo M. Antibacterial agents in composite restorations for the prevention of dental caries. Cochrane Database Syst Rev 2013; 12:CD007819.

3. Skjörland KK. Plaque accumulation on different dental filling materials. Eur J Oral Sci 1973 ;81(7):538-42.
4. Syafiuddin T, Hisamitsu H, Toko T, Igarashi T, Goto N, Fujishima A, et al. In vitro inhibition of caries around a resin composite restoration containing antibacterial filler. Biomaterials 1997; 18(15):1051-7.
5. van Houte J. Role of micro-organisms in caries etiology. J Dent Res 1994; 73(3):672-81.
6. Bapna MS, Murphy R, Mukherjee S. Inhibition of bacterial colonization by antimicrobial agents incorporated into dental resins. J Oral Rehabil 1988; 15(5):405-11.
7. Imazato S, Ebi N, Takahashi Y, Kaneko T, Ebisu S, Russell RR. Antibacterial activity of bactericide-immobilized filler for resin-based restoratives. Biomaterials 2003; 24(20):3605-9.
8. Kim S, Song M, Roh BD, Park SH, Park JW. Inhibition of Streptococcus mutans biofilm formation on composite resins containing ursolic acid. Restor Dent Endod 2013; 38(2):65-72.
9. Tanagawa M, Yoshida K, Matsumoto S, Yamada T, Atsuta M. Inhibitory effect of antibacterial resin composite against Streptococcus mutans. Caries Res 1999; 33(5):366-71 .
10. Wilson NH, Burke FJ, Mjor IA. Reasons for placement and replacement of restorations of direct restorative materials by a selected group of practitioners in the United Kingdom. Quintessence Int 1997; 28(4):245-8 .
11. Yoshida K, Tanagawa M, Atsuta M. Characterization and inhibitory effect of antibacterial dental resin composites incorporating silver-supported materials. J Biomed Mater Res 1999; 47(4):516-22.
12. Yoshida K, Tanagawa M, Matsumoto S, Yamada T, Atsuta M. Antibacterial activity of resin composites with silver-containing materials. Eur J Oral Sci 1999; 107(4):290-6.
13. Imazato S. Antibacterial properties of resin composites and dentin bonding systems. Dent Mater 2003; 19(6):449-57.
14. Jedrychowski JR, Caputo AA, Kerper S. Antibacterial and mechanical properties of restorative materials combined with chlorhexidines. J Oral Rehabil 1983; 10(5):373-81.
15. Kasraei S, Sami L, Hendi S, Alikhani MY, Rezaei-Soufi L, Khamverdi Z. Antibacterial properties of composite resins incorporating silver and zinc oxide nanoparticles on Streptococcus mutans and Lactobacillus. Restor Dent Endod 2014; 39(2):109-14.
16. Mirhashemi A, Bahador A, Kassaee M, Daryakenari G, Ahmad-Akhoundi M, Sodagar A. Antimicrobial effect of nano-zinc oxide and nano-chitosan particles in dental composite used in orthodontics. J Med Bacteriol 2015; 2(3-4):1-10.
17. Toodehzaeim MH, Zandi H, Meshkani H, Hosseinzadeh Firouzabadi A. The effect of CuO nanoparticles on antimicrobial effects and shear bond strength of orthodontic adhesives. J Dent (Shiraz) 2018; 19(1):1-5.
18. Papagiannoulis L, Kakaboura A, Eliades G. In vivo vs in vitro anticariogenic behavior of glass-ionomer and resin composite restorative materials. Dent Mater 2002; 18(8):561-9.