

Effect of Adding Zirconium Oxide Nanoparticles on the Growth and Adhesion of *Candida Albicans* in the Injection Mold Acryls

Niloofer Baghoulizadeh¹ 
Fateme Rashidi Meybodi² 
Meysam Mahabadi³ 
Arezo Tadmurespour⁴ 
Farzad Mastary Farahani⁵ 

1. Graduated of Dentistry, School of Dentistry, Islamic Azad University, Isfahan (Khorasgan) Branch, Isfahan, Iran.

2. **Corresponding Author:** Professor, Department of oral & maxillofacial diseases, School of Dentistry, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.

Email: f.rashidi@khuif.ac.ir

3. Assistant Professor, Department of Prosthodontics dentistry, School of Dentistry, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.

4. Associate Professor, Department of Basic Dentistry Sciences, School of Nursing & Midwifery, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.

5. Postgraduate student, Department of oral & maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.

Abstract

Introduction: Adhesion to the surface of denture is a unique feature of oral candidiasis. Nanoparticles have antifungal and antibacterial properties that can be used in the structure of the dentures along with acrylic. The purpose of this study was to examine the inhibitory effect of zirconium oxide nanoparticles on the growth and adhesion of *Candida albicans* in the injection mold acryls.

Materials & Methods: In this experimental laboratory study, 90 acrylic blocks were prepared using the injection molding technique. The acrylic blocks were divided into three groups of 0, 2.5, and 7.5 weight percentages of zirconium oxide nanoparticles. All the plates with acrylic block were immersed and incubated in artificial saliva containing *Candida*. Then samples were taken from the control solution and the one containing block. After analyzing the number of colonies, blocks were removed from the culture medium and their adhesion was analyzed in Sabouraud dextrose agar culture medium. One-way Analysis of Variance and post-hoc Tukey test were used to evaluate the inhibitory effect of zirconium oxide nanoparticles on *Candida*.

Results: The growth of *Candida albicans* significantly decreased compared to that in the control group (p value < 0.001). The number of *Candida albicans* colonies adhered to the block in the control group was significantly higher than that in the two groups with 2.5 and 7.5 weight percentages of zirconia. However, there was no significant difference between the two groups with 2.5 and 7.5 weight percentages of zirconia. Nanoparticles of zirconium oxide with 2.5 and 7.5 weight percentages can significantly reduce the growth and adhesion of *Candida*, and due to the toxicity effect, it is better to use the lowest weight percentage of nanoparticles.

Conclusion: Zirconium oxide nanoparticles of 2.5 and 7.5 weight percentages can cause a significant decrease in the growth and adhesion of *Candida*.

Key words: *Candida albicans*; Zirconium oxide; Nanoparticles.

Received: 12.04.2023

Revised: 10.08.2023

Accepted: 08.08.2023

How to cite: Baghoulizadeh N, Rashidi Meybodi F, Mahabadi M, Tadmurespour A, Mastary Farahani F. Effect of Adding Zirconium Oxide Nanoparticles on the Growth and Adhesion of *Candida Albicans* in the Injection Mold Acryls. J Isfahan Dent Sch 2023; 19(2): 151-8.

تأثیر افزودن ذرات نانوپارسیکل اکسید زیر کونیوم بر رشد کاندیدا آلبیکانس در آکريل‌های با مولد تزریقی

۱. دانش‌آموخته‌ی دندان پزشکی، دانشکده‌ی دندان پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران.
۲. نویسنده مسؤؤل: استادیار، گروه بیماری‌های دهان و دندان، دانشکده‌ی دندان پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران.
Email: f.rashidi@khuisf.ac.ir
۳. استادیار، گروه پروتزیهای دندان، دانشکده‌ی دندان پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران.
۴. دانشیار، گروه علوم پایه دندان پزشکی، دانشکده‌ی پرستاری و مامایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران.
۵. دستیار تخصصی، گروه رادیولوژی دهان، فک و صورت، دانشکده‌ی دندان پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران.

- نیلوفر بقولی‌زاده^۱ ID
فاطمه رشیدی میبیدی^۲ ID
میثم مهابادی^۳ ID
آرزو طهمورث‌پور^۴ ID
فرزاد ماستری‌فراهانی^۵ ID

چکیده

مقدمه: چسبندگی به سطح دنچر، از ویژگی منحصر به فرد کاندیدیازیس دهانی است. نانوپارسیکل‌ها خاصیت ضدقارچی و باکتریایی دارند که می‌توانند در ساختار دنچر همراه با آکريل به کار روند. هدف از این مطالعه، بررسی اثر مهاری نانوپارسیکل زیر کونیوم اکساید بر رشد و چسبندگی کاندیدا در آکريل‌های با مولد تزریقی بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه‌ی تجربی - آزمایشگاهی که در دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان) در سال ۱۳۹۸ انجام شد، ۹۰ بلوک آکريلي به روش مولد تزریقی تهیه شد و به ۳ دسته صفر، ۲/۵ و ۷/۵ درصد وزنی نانوپارسیکل زیر کونیوم اکساید تقسیم شدند. همه‌ی پلیت‌های حاوی بلوک آکريلي در بزاق ساختگی حاوی کاندیدا غوطه‌ور و انکوبه شدند، سپس از محلول شاهد و محلول حاوی بلوک نمونه‌گیری شد. تعداد کلونی‌ها بررسی گردید و سپس بلوک‌ها از محیط کشت خارج شده و چسبندگی آن‌ها در محیط کشت و اثر مهاری نانوپارسیکل زیر کونیوم اکساید روی کاندیدا بررسی گردید. داده‌ها با آزمون‌های ANOVA و Tukey آنالیز شدند ($\alpha = 0/05$).

یافته‌ها: رشد کاندیدا آلبیکانس در بلوک‌هایی که نانوپارسیکل زیر کونیوم اکساید به آن‌ها اضافه شد، نسبت به گروه شاهد کاهش پیدا کرده بود. در بررسی چسبندگی میانگین تعداد کلونی‌های کاندیدا آلبیکانس چسبیده به بلوک در گروه شاهد به طور معنی‌داری بیشتر از دو گروه دیگر بود. ولی بین دو گروه با غلظت‌های ۲/۵ و ۷/۵ درصد وزنی زیر کونیا تفاوت معنی‌دار وجود نداشت.

نتیجه‌گیری: نانوپارسیکل زیر کونیوم اکساید با درصد وزنی ۲/۵ و ۷/۵ می‌تواند کاهش قابل توجهی در رشد و چسبندگی کاندیدا ایجاد نماید.

کلید واژه‌ها: کاندیدا آلبیکانس؛ نانوپارسیکل؛ زیر کونیوم اکساید.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۵/۱۷

تاریخ اصلاح: ۱۴۰۲/۵/۱۹

تاریخ ارسال: ۱۴۰۲/۱/۲۳

استناد به مقاله: بقولی‌زاده نیلوفر، رشیدی میبیدی فاطمه، مهابادی میثم، طهمورث‌پور آرزو، ماستری‌فراهانی فرزاد. تأثیر افزودن ذرات نانوپارسیکل اکسید زیر کونیوم بر رشد کاندیدا آلبیکانس در آکريل‌های با مولد تزریقی. مجله دانشکده دندان پزشکی اصفهان. ۱۴۰۲؛ ۱۹ (۲): ۱۵۱-۱۵۸.

مقدمه

پلی متیل متاکریلات (Poly methyl methacrylate) PMMA، به طور گسترده برای ساخت پروتزهای متحرک دندان استفاده می شود (۱). از مزایای آن زیبایی، فیزیک مناسب، ساخت راحت و به صرفه بودن این ماده می باشد (۲). از طرفی با توجه به خواص سطحی مانند زبری سطح، تخلخل ظاهری و غیره می تواند به عنوان یک مخزن برای میکروارگانیسم ها عمل کند. علاوه بر این، بهداشت نامناسب دنچر منجر به خراش های سطحی، تجمع مواد زائد و تشکیل بیوفلم می شود که به تغییرات التهابی در مخاط مجاور کمک می کند و باعث دنچر استوماتیت (DS Denture stomatitis) می شود (۳، ۴).

قارچ کاندیدا یکی از میکروارگانیسم های فرصت طلب در حفره دهان بوده و از آن میان کاندیدا آلبیکانس به عنوان یک گونه شایع بیماری زا برای انسان مطرح است (۵-۷). عوامل زمینه ساز کاندیدایازیس دهانی شامل: تغییر فلور میکروبی، استفاده از آنتی بیوتیک های طیف گسترده، کورتیکواستروئیدها و سایر داروهای تضعیف کننده سیستم ایمنی، استفاده ی طولانی از دهان شویه ها، دنچرها و دستگاه های ارتودنسی، مصرف سیگار، بهداشت ضعیف دهان و بارداری هستند (۸). توانایی چسبندگی گونه های مختلف کاندیدا به پروتزهای مختلف از جمله سطح دنچر از ویژگی منحصر به فرد این قارچ مخمری است. رشد و چسبندگی اولیه کاندیدا آلبیکانس به سطح دنچر یک مرحله ی مهم در بیماری زایی این قارچ می باشد (۹).

دنچر استوماتیت، یک بیماری مرتبط با کاندیدا آلبیکانس است و یک مشکل رایج برای استفاده کنندگان از پروتز کامل می باشد (۳). چسبندگی و رشد کاندیدا آلبیکانس در سطح زیری پایه ی دندان مصنوعی باعث ایجاد دنچر استوماتیت می شود (۳، ۴).

نانوپار تیکل ها، ذراتی هستند که دارای خواص ضد میکروبی و ضد قارچی می باشند و می توانند در هنگام ساخت پروتزهای آکریلی به آکريل اضافه و همراه با آن

پخته شوند. زیرکونیا به عنوان ماده ی ترمیمی در مصارف متعددی از قبیل روکش و یا ایمپلنت می تواند عوارض بیولوژیکی و سلولی ملکولی کمی داشته باشد و چنانچه بتواند اثر ضد میکروبی و ضد قارچی مناسبی با حداقل تأثیر مکانیکی را ایجاد نماید، می تواند به عنوان نانوپار تیکل بی خطر در دندان پزشکی مورد استفاده قرار گیرد. امروزه نانوذرات اکسید زیرکونیوم (nano-ZrO₂) به دلیل جنبه های علمی و تکنولوژیکی مورد توجه ویژه قرار گرفته اند. نانو ZrO₂ می تواند با تداخل در عملکرد سلولی و ایجاد تغییر شکل در هیف های قارچی، به طور فعال رشد سویه های قارچی را مهار کند (۱۰).

Jangra و همکاران، در مطالعه ی خود دریافتند که نانو ذرات اکسید زیر کونیوم بر روی سویه های باکتریایی /شریشیا کلی و استافیلوکوکوس اورئوس و روی سویه ی قارچی تأثیر دارند (۱۱). Nam و همکاران در بررسی ویژگی های ضد قارچی و فیزیکی آکريل دنچر در ترکیب با نانوپار تیکل نقره، کاهش قابل توجهی در فعالیت قارچ کاندیدا در درصد وزنی ۲۰ و ۳۰ درصد وزنی نانوپار تیکل نقره مشاهده کردند (۱۲).

بطور کلی، تلاش های زیادی برای کاهش چسبندگی کاندیدا آلبیکانس و کلونیزاسیون متعاقب آن روی پایه ی دندان مصنوعی با استفاده از انواع عوامل ضد قارچی انجام شده است، اما ثابت شده که اکثر روش های درمانی، یک درمان کوتاه مدت است و همیشه مؤثر نیست (۱۳). بنابراین بسیاری از رویکردها برای غلبه بر چسبندگی قارچی به پایه ی دندان مصنوعی، مانند اصلاح سطح با استفاده از پوشش های مختلف یا ترکیب یک افزودنی ضد قارچ در پایه پروتز PMMA، اتخاذ شده اند (۱۴-۱۷).

در بیشتر مطالعات، خاصیت ضد میکروبی نانوپار تیکل های نقره، پلاتینیوم، زینک اکساید به کرات تأیید گردیده است. ولی مطالعات در مورد نانوپار تیکل زیرکونیوم اکساید بسیار محدود می باشد. هدف از این مطالعه، بررسی اثر ضد قارچی علیه کاندیدا آلبیکانس با

استفاده از نانوپارتيکل زیرکونیوم اکساید در آکریل پلی متیل متاکریلات به روش مولد تزریقی در پروتزهای دندان بود و بر اساس فرضیه‌ی صفر، افزودن ذرات نانوپارتيکل اکسید زیرکونیوم بر رشد و چسبندگی کاندیدا آلبیکانس در آکریل های با مولد تزریقی تأثیری ندارد.

مواد و روش ها

در این مطالعه‌ی تجربی- آزمایشگاهی با شماره ۲۳۹۱۰۲۰۱۹۶۲۰۳۴ که در دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان) در سال ۱۳۹۸ انجام شد، ۹۰ نمونه‌ی بلوک آکریلی به روش مولد تزریقی تهیه شدند. برای تهیه‌ی نمونه‌ها در هر گروه ۳۰ بلوک با ابعاد $10 \times 22 \times 2/5$ با موم درست شد. مراحل مفل گذاری برای هر یک از نمونه‌ها به طور مجزا انجام گرفت. گچ استون درون مفل برنجی ریخته شد. اسپر و گذاری با قطر کانال های تزریق ۳ تا ۵ میلی متر صورت گرفت، سپس مفل بسته شد و ۵ دقیقه در آب ۹۰ درجه‌ی سانتی گراد قرار داده شد. پس از خارج شدن از آب، موم ها شسته و حذف شدند. زمانی که مفل به دمای اتاق رسید، یک لایه وازلین به عنوان جداکننده روی سطح آن زده شد. پودر و مونوم رزین آکریلی پلی متیل متاکریلات داخل کپسول هم زده شد. در ۳۰ نمونه، ۲/۵ درصد وزنی زیرکونیوم و در ۳۰ نمونه‌ی دیگر، ۷/۵ درصد وزنی نانوپارتيکل نیز به مخلوط اضافه و همزده شد تا یک مخلوط همگن حاصل شود و داخل دستگاه قرار داده گرفت و تمامی بلوک های آکریلی پالیش و پرداخت شدند. نمونه های دارای ترک و نمونه هایی که به درستی مخلوط نشده بودند از مطالعه خارج شدند.

دو محیط کشت سابارو دکستروز آگار (MERC, Germany) و محیط کشت سابارو دکستروز براث (MERC, Germany) تهیه شدند و سویه های استاندارد کاندیدا آلبیکانس (PTCCn 5027) در محیط کشت مایع سابارو دکستروز براث در دمای ۳۷ درجه‌ی سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت کشت داده شد.

سوسپانسیون قارچی به رقت نیم مک فارلند با طول بین ۰/۸ تا ۰/۱ در طول موج ۵۳۰ نانومتر تهیه شد. یک سی سی از سوسپانسیون قارچی با ۴ سی سی محیط کشت مایع سابارو دکستروز براث در ۹۰ لوله‌ی آزمایش ریخته شد. در گروه اول، بلوک های آکریلی فاقد نانوپارتيکل قرار گرفت و در دو گروه ۳۰ تایی بعدی به ترتیب بلوک های تیمار شده با زیرکونیوم ۲/۵ و ۷/۵ درصد وزنی به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه قرار داده شد.

به منظور رفع مشکل فراوانی بیش از حد شمار کلونی ها، ۳ رقت 10^{-1} ، 10^{-2} و 10^{-3} از سوسپانسیون میکروبی کشت داده شده، تهیه شد. رقت های مورد نظر در محیط کشت سابارو دکستروز آگار به (منظور بررسی خاصیت ضد مخمری نانوذره زیرکونیوم با شمارش کلونی های مخمر در محیط کشت) مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه‌ی سانتی گراد کشت داده شدند و پس از ۲۴ ساعت شمارش کلونی انجام شد.

به منظور بررسی چسبندگی مخمر در حضور نانوذره زیرکونیوم بلوک های موجود در محیط کشت خارج و ۳ بار با بافر سالین فسفات شستشو داده شد. سپس ورتکس و سانتریفیوژ در دور ۳۰۰۰ دور به مدت ۵ دقیقه انجام شد و پس از آن با تهیه رقت از محلول حاصله روی محیط کشت سابارو دکستروز آگار کشت داده شد و شمارش کلونی بعد از ۲۴ ساعت انکوبه گذاری انجام گردید.

داده های به دست آمده با استفاده از آزمون های آماری One-way ANOVA، Tukey و نسخه‌ی ۲۲ نرم افزار SPSS (version 22, IBM Corporation, Armonk, NY) تجزیه و تحلیل شدند. سطح معنی داری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته ها

میانگین تعداد کلونی های کاندیدا آلبیکانس رشد یافته بین سه گروه تفاوت معنی دار داشت ($p \text{ value} < 0/001$). آزمون تعقیبی Tukey نشان داد که میانگین تعداد کلونی های کاندیدا آلبیکانس رشد یافته در گروه شاهد به

جدول ۱: میانگین تعداد کلونی‌های کاندیدا آلبیکانس رشد یافته در سه گروه

گروه	میانگین	انحراف معیار	p value
غلظت ۰ درصد (شاهد)	76×10^4	$1/5 \times 10^5$	$< 0/001$
غلظت ۲/۵ درصد وزنی زیرکونیا	$9/7 \times 10^4$	$8/7 \times 10^3$	
غلظت ۷/۵ درصد وزنی زیرکونیا	9×10^4	8×10^3	

طور معنی‌داری بیشتر از دو گروه با غلظت‌های ۲/۵ و ۷/۵ درصد وزنی زیرکونیا بود ($p \text{ value} < 0/001$) اما بین دو گروه با غلظت‌های ۲/۵ و ۷/۵ درصد وزنی زیرکونیا تفاوت معنی‌دار وجود نداشت ($p \text{ value} = 0/99$) (جدول ۱). میانگین تعداد کلونی‌های کاندیدا آلبیکانس چسبیده به بلوک، بین سه گروه اختلاف معنی‌دار داشت ($p \text{ value} = 0/03$). آزمون تعقیبی Tukey نشان داد که میانگین تعداد کلونی‌های کاندیدا آلبیکانس چسبیده به بلوک در گروه شاهد، به طور معنی‌داری بیشتر از دو گروه با غلظت‌های ۲/۵ و ۷/۵ درصد وزنی زیرکونیا بود ($p \text{ value} < 0/05$) اما بین دو گروه با غلظت‌های ۲/۵ و ۷/۵ درصد وزنی زیرکونیا تفاوت معنی‌دار وجود نداشت ($p \text{ value} = 0/96$) (جدول ۲).

بحث

با رد فرضیه‌ی صفر و طبق نتایج بدست آمده در مطالعه‌ی حاضر، تعداد کلونی‌های کاندیدا آلبیکانس رشد یافته و چسبیده به بلوک در دو گروه با غلظت ۲/۵ و ۷/۵ درصد وزنی زیرکونیا به طور معنی‌داری کمتر از گروه شاهد بود. شایع‌ترین درمان جهت بازسازی دهانی بیماران بی‌دندان، ساخت پروتز متحرک از آکريل PMMA است (۱۸)، با وجود استفاده از داروهای ضد قارچ، عفونت اغلب ادامه می‌یابد و مقاومت علیه بیوفیلم کاندیدا ایجاد می‌شود بدین

معنی که روش‌های معمول درمانی یا به تنهایی مؤثر نیستند یا اثر آن‌ها مداوم نیست (۱۹). پیدا کردن رویکردی که مانع چسبندگی قارچ به آکريل رزینی شود ضروری است. یکی از این رویکردها، ترکیب کردن یک ماده‌ی ضد قارچی با PMMA است (۲۰). این ماده با توجه به سازگاری بافتی که دارد به عنوان حامل بسیاری از آنتی‌بیوتیک‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲۱).

در مطالعه‌ی Gad و همکاران، چسبندگی کاندیدا به بلوک‌هایی که حاوی نانوپار تیکل زیرکونیا بودند، به طور قابل توجهی کاهش یافته بود (۲۲) که با مطالعه‌ی حاضر مطابقت داشت. این کاهش در تعداد کلنی ممکن است به فعالیت ضد میکروبی نانو ZrO_2 یا اثر بالقوه‌ی آن در بهبود خواص سطح نسبت داده شود. بنابراین می‌توان گفت توانایی چسبندگی و اتصال میکروارگانیسم‌ها به خصوص مخمرها یکی از خصوصیات مهم در سرویس‌دهی و کارآیی رزین‌های آکريلي به شمار می‌رود زیرا چسبندگی کاندیدا به مخاط دنچر و تشکیل بیوفیلم روی آن‌ها یکی از عوامل مهم در ایجاد استوماتیت کاندیدیایی می‌باشد (۹). تعداد کلنی بالا ممکن است به دلیل زبری سطح مواد ترمیمی باشد و چسبندگی میکروبی نیز به شدت تحت تأثیر زبری سطح قرار می‌گیرد. اساساً، زبری رزین و حفره‌های موجود در سطح مناسب اکریلیک پایه‌ی پروتز، چسبندگی میکروبی اولیه را افزایش می‌دهد.

جدول ۲: میانگین تعداد کلونی‌های کاندیدا آلبیکانس چسبیده به بلوک در سه گروه

گروه	میانگین	انحراف معیار	p value
غلظت ۰ درصد (شاهد)	$5/2 \times 10^3$	$9/4 \times 10^2$	$0/03$
غلظت ۲/۵ درصد وزنی زیرکونیا	$3/2 \times 10^3$	$5/7 \times 10^2$	
غلظت ۷/۵ درصد وزنی زیرکونیا	$2/9 \times 10^3$	$5/6 \times 10^2$	

روش مولد تزریقی به خاطر ثبات ابعادی که در آکريل ایجاد می کند، می تواند در کاهش چسبندگی قارچی مؤثر واقع شود از این رو در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفت (۲۷).

با توجه به اینکه در مطالعه حاضر، تفاوت معنی داری بین دو گروه ۲/۵ و ۷/۵ درصد وزنی نانوپارتيکل مشاهده نشد، می توان از نانوپارتيکل با کمترین درصد وزنی استفاده نمود که خاصیت توکسیسته به کمترین میزان ممکن برسد.

بطور کلی عوامل متعددی از جمله pH، حضور میکروارگانیسم های مختلف و بزاق، می توانند بر چسبندگی میکروبی به سطح دندان مصنوعی تأثیر بگذارند (۲۸، ۲۹). طبق یافته های مطالعه حاضر، ذرات نانوپارتيکل اکسید زیرکونیوم می تواند بر روی رزین ترمیم کننده اضافه شود و فعالیت ضد قارچی را افزایش دهد.

از محدودیت های این مطالعه می توان به قیمت نسبتاً بالای نانوپارتيکل و در دسترس نبودن آن به خاطر تحریم های فعلی و هزینه ی بالای آزمایشگاه و لابراتوار اشاره نمود و در انتها پیشنهاد می شود، چنانچه اثرات سمی ملکولی زیرکونیوم نیز مورد بررسی قرار گیرند، برای استفاده از نانوپارتيکل ها در مصارف کلینیکی، تحقیقات گسترده تری انجام شود.

نتیجه گیری

نانوپارتيکل زیرکونیوم اکساید با درصد وزنی ۲/۵ و ۷/۵ می تواند کاهش قابل توجهی در رشد و چسبندگی کاندیدا ایجاد نماید. البته ضروریست پیش از استفاده ی کلینیکی، احتمال سمیت سلولی نانوپارتيکل زیرکونیوم بررسی گردد و از درصد وزنی که کمترین سمیت را ایجاد نماید استفاده نمود.

سپاسگزاری

این پژوهش با شماره پایان نامه ۲۳۹۱۰۲۰۱۹۶۲۰۳۴ در دانشکده دندان پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی اصفهان (خوراسگان) به تصویب رسید. بدین وسیله از تمام کسانی که ما را در انجام این مطالعه یاری رساندند سپاسگزاری می نمایم.

در مطالعه ی Nam، نانوکامپوزیت پلاتینوم، اثر ضد چسبندگی باکتریال قابل توجهی در غلظت های بالای ۵۰ mg/l در مقایسه با زمانی که اصلاً این نانوذره وجود نداشت یا مقدار کمی وجود داشت، دارد (۲۳) و در مطالعه ی دیگری Nam و همکاران (۱۲) در بررسی ویژگی های ضد قارچی و فیزیکی آکريل دنچر در ترکیب با نانوپارتيکل نقره، کاهش قابل توجهی در فعالیت قارچ کاندیدا در درصد وزنی ۲۰ و ۳۰ درصد وزنی نانوپارتيکل نقره نشان دادند.

در بررسی فعالیت ضد قارچی دنچر بیس های پوشش یافته با نانوپارتيکل نقره علیه کاندیدای دهانی توسط Kamikawa و همکاران، در گروهی که با نانوپارتيکل نقره تقویت شده بودند، کاهش قابل توجهی در چسبندگی کاندیدای آلبیکانس مشاهده شد (۲۴).

نتایج مطالعه ی دادگر و همکاران در بررسی آزمایشگاهی اثر ضد قارچی آکريل رزینی اصلاح شده با نانوذرات اکسید روی، نشان داده شد که نانوذرات اکسید روی دارای فعالیت ضد قارچی هستند که این فعالیت با افزایش غلظت نانوذرات، افزایش می یابد (۲۵). تمامی این مطالعات در زمینه ی اثر مهاري زیرکونیوم اکساید بر رشد و چسبندگی کاندیدا آلبیکانس با نتایج مطالعه ی حاضر مطابقت داشت. البته لازم به ذکر است با توجه به اینکه نانوذرات نقره به خاطر دارا بودن خواص ضد میکروبی بسیار قوی، مقبولیت بالایی در پزشکی و دندان پزشکی یافته اند، اما با وجود کاربردهای وسیع، اطلاعات کافی در رابطه با تأثیر آن ها روی سلامت بافت ها در انسان وجود ندارد و مواردی مبنی بر سمیت آن ها گزارش شده است (۲۶).

در بررسی اثرات مثبت ضد قارچی نانوپارتيکل ها توسط Wady و همکاران، چسبندگی کاندیدا بین گروه کنترل و گروه مورد مطالعه تفاوت معنی دار نداشت (۱۹)، که مغایر با نتایج مطالعه ی حاضر می باشد. دلایل این تفاوت ممکن است به انواع مختلف رزین یا فواصل بین پایه ی دندان مصنوعی و رزین ترمیم کننده و سایز نانوذرات مربوط باشد.

References

1. Meng Jr TR, Latta MA. Physical properties of four acrylic denture base resins. *J Contemp Dent Pract* 2005; 6(4): 93-100.
2. Raszewski Z, Nowakowska D. Mechanical properties of hot curing acrylicresin after reinforced with different kinds of fibers. *Int J Biomed Mat Res* 2013; 1(1): 9-13.
3. Zomorodian K, Nejabat Haghighi N, Rajaei N, Pakshir K, Tarazooie B, Vojdani M, et al. Assessment of Candida species colonization and denture-related stomatitis in complete denture wearers. *Med Mycol* 2011; 49(2): 208-11.
4. Hannah VE, O'Donnell L, Robertson D, Ramage G. Denture stomatitis: Causes, cures and prevention. *Prim Dent J* 2017; 6(4): 46-51.
5. Thein ZM, Samaranayake YH, Samaranayake LP. Characteristics of dual species Candida biofilms on denture acrylic surfaces. *Arch Oral Biol* 2007; 52(12): 1200-8.
6. VEDIYAPPAN G, Chaffin WL. Non glucan attached proteins of Candida albicans biofilm formed on various surfaces. *Mycopathologia* 2006; 161(1): 3-10.
7. Nevzatoğlu EU, Ozcan M, Kulak-Ozkan Y, Kadir T. Adherence of Candida albicans to denture base acrylics and silicone-based resilient liner materials with different surface finishes. *Clin Oral Investig* 2007; 1(3): 231-6.
8. Naeini A, Jalayer Naderi N, Shokri H, Davati A, Rabiei SM. Evaluation of the antifungal effects of compound mouthwash (Cuminum cyminum, Melissa officinalis and Camellia sinensis) on standard strain of Candida albicans [in Persian]. *J Mash Dent Sch* 2015; 39(3): 273-82.
9. Glick M, Greenberg MS, Lockhart PB, Challacombe S. *Burket's oral medicine*. 13th ed. Hoboken, New Jersey: Wiley-Blackwell; 2021. p. 88-91.
10. Nikzad S, Azari A, Niakan S, Bahrani Z. Current status of zirconia in dentistry [in Persian] *J Dent Med* 2014; 27(3): 223-32.
11. Jangra SL, Stalin K, Dilbaghi N, Kumar S, Tawale J, Singh SP, et al. Antimicrobial activity of zirconia (ZrO₂) nanoparticles and zirconium complexes. *J Nanosci Nanotechnol* 2012; 12(9): 7105-12.
12. Nam K, Lee CH, Lee CJ. Antifungal and physical characteristics of modified denture base acrylic incorporated with silver nanoparticles. *Gerodontology* 2012; 29(2): e413-9.
13. Izumida FE, Moffa EB, Vergani CE, Machado AL, Jorge JH, Giampaolo ET. In vitro evaluation of adherence of Candida albicans, Candida glabrata, and Streptococcus mutans to an acrylic resin modified by experimental coatings. *Biofouling* 2014; 30(5): 525-33.
14. Ali AA, Alharbi FA, Suresh CS. Effectiveness of coating acrylic resin dentures on preventing Candida adhesion. *J Prosthodont* 2013; 22(6): 445-50.
15. Yodmongkol S, Chantarachindawong R, Thaweboon S, Thaweboon B, Amornsakchai T, Sriksirin T. The effects of silane-SiO₂ nanocomposite films on Candida albicans adhesion and the surface and physical properties of acrylic resin denture base material. *J Prosthet Dent* 2014; 112(6): 1530-8.
16. Queiroz JRC, Fissmer SF, Koga-Ito CY, Salvia ACR, Massi M, Sobrinho AS, et al. Effect of diamond-like carbon thin film coated acrylic resin on Candida albicans biofilm formation. *J Prosthodont* 2013; 22(6): 451-5.
17. Nawasrah A, AlNimr A, Ali AA. Antifungal effect of henna against Candida albicans adhered to acrylic resin as a possible method for prevention of denture stomatitis. *Int J Environ Res Public Health* 2016; 13(5): 520.
18. Cierech M, Kolenda A, Grudniak AM, Wojnarowicz J, Woźniak B, Gołaś M, et al. Significance of polymethylmethacrylate (PMMA) modification by zinc oxide nanoparticles for fungal biofilm formation. *Int J Pharm* 2016; 510(1): 323-35.
19. Wady AF, Machado AL, Zucolotto V, Zamperini CA, Berni E, Vergani CE. Evaluation of Candida albicans adhesion and biofilm formation on a denture base acrylic resin containing silver nanoparticles. *J Appl Microbiol* 2012; 112(6): 1163-72.
20. Formosa C, Schiavone M, Boisrame A, Richard ML, Duval RE, Dague E. Multiparametric imaging of adhesive nanodomains at the surface of Candida albicans by atomic force microscopy. *Nanomedicine* 2015; 11(1): 57-65.
21. Lipovsky A, Nitzan Y, Gedanken A, Lubart R. Antifungal activity of ZnO nanoparticles--the role of ROS mediated cell injury. *Nanotechnology* 2011; 22(10): 105101.
22. Gad MM, Al-Thobity AM, Shahin SY, Alsaqer BT, Ali AA. Inhibitory effect of zirconium oxide

- nanoparticles on *Candida albicans* adhesion to repaired polymethyl methacrylate denture bases and interim removable prostheses: a new approach for denture stomatitis prevention. *Int J Nanomedicine* 2017; 12: 5409-19.
23. Nam KY. Characterization and bacterial anti-adherent effect on modified PMMA denture acrylic resin containing platinum nanoparticles. *J Adv Prosthodont* 2014; 6(3): 207-14.
 24. Kamikawa Y, Hirabayashi D, Nagayama T, Fujisaki J, Hamada T, Sakamoto R, et al. In vitro antifungal activity against oral *Candida* species using a denture base coated with nanoparticles. *J Nanomaterials* 2014; (9177): 1-6.
 25. Dadgar K, Shadan L, Moazeni M, Biparva P, Yazdani Charati J, Ebrahimi Z, et al. In vitro analysis of antifungal effects of acrylic resin modified by zinc oxide nanoparticles on *Candida albicans* [in Persian]. *J Mazandaran Univ Med Sci* 2021; 31(201): 28-38.
 26. Shahoon H, Hamed R, Golgonia P, Yadegari Z. Evaluation of Nano silver particles' cytotoxicity on L929 fibroblast cells by MTT assay: an in vitro study [in Persian]. *J Res Dent Sci* 2011; 8(2): 53-9.
 27. Zarb GA, Hobkrik J, Eckert S, Jacob R. Prosthodontic treatment for edentulous patients: complete dentures and implant-supported prostheses. 13th ed. St. Louis, Missouri: Mosby; 2012.
 28. Ferreira MAF, Pereira-Cenci T, de Vasconcelos LMR, Rodrigues-Garcia RCM, Del Bel Cury AA. Efficacy of denture cleansers on denture liners contaminated with *Candida* species. *Clin Oral Investig* 2009; 13(2): 237-42.
 29. Al-Thobity AM, Al-Khalifa KS, Gad MM, Al-Hariri M, Ali AA, Alnassar T. In Vitro Evaluation of the Inhibitory Activity of Thymoquinone in Combatting *Candida albicans* in Denture Stomatitis Prevention. *Int J Environ Res Public Health* 2017; 14(7): 743.