میزان تأثیر فیبرها در بهبود استحکام خمشی رزین‌های آکریلی در مجاورت هیپوکلریت سدیم

دکتر بهناز عبادیان*، دکتر مریم بنیادی[1]، دکتر فرشاد باجغلی[2]

چکیده

مقدمه: در طی روند ضدعفونی، استحکام خمشی رزین‌های آکریلی بیس دنچر می‌تواند، تحت تأثیر قرار گیرد. فیبرها، به عنوان یک روش استحکام بخشی معرفی شده‌اند. هدف از این مطالعه، بررسی میزان تأثیر استحکام خمشی نمونه‌های آکریلی گرماسخت ،تقویت‌شده با فیبر و بدون فیبر، غوطه‌ور در هیپوکلریت سدیم ۲/۵ درصد بود.

مواد و روش‌ها: تعداد ٦٠ نمونه، آکریلی به ابعاد ۳×۱۰× ٦٥ میلی‌مترساخته شد. تعداد ۳۰ نمونه، توسط نوعی فیبر غیرآغشته به رزین، در ۱ میلی‌متری سطح تقویت شدند. هر کدام از دو گروه، به سه زیرگروه به صورت بدون غوطه‌وری (۱)، غوطه‌وری در آب به مدت ۸ ساعت (۲) و غوطه‌وری در هیپوکلریت سدیم ۲/۵ درصد به مدت ۸ ساعت (۳)، تقسیم شدند. استحکام خمشی نمونه‌ها، با استفاده از تست بارگذاری سه نقطه‌ای ارزیابی و نتایج با آزمون آنالیز واریانس دو طرفه تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها: میانگین استحکام خمشی نمونه‌های تقویت شده با فیبر غوطه‌ور در محلول ضدعفونی کننده ١٢٦/٥ مگاپاسکال و نمونه‌های تقویت نشده غوطه‌ور در محلول ۱۲۲/۷ مگاپاسکال بود. میانگین استحکام خمشی کلیه گروه‌ها تفاوت معنی‌داری نشان نداد.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج، این نوع فیبر قادر به افزایش استحکام خمشی نمونه‌های آکریلی نیست و برای تقویت آکریل‌های گرماسخت، در شرایط خشک، مرطوب، و غوطه‌ور در محلول ضدعفونی هیپوکلریت سدیم مؤثر نیست.

کلید واژه‌ها: رزین آکریلی، ضدعفونی، فیبر، استحکام خمشی، بیس پروتز.

* متخصص پروتزهای دندانی، دانشیار گروه پروتز دانشکده دندانپزشکی و عضو مرکز تحقیقات علوم دندانپزشکی ترابی‌نژاد، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان
ebadian@dnt.mui.ac.ir

۱: دندانپزشک

۲: متخصص پروتزهای دندانی، استادیار گروه پروتز دانشکده دندانپزشکی و عضو مرکز تحقیقات علوم دندانپزشکی ترابی‌نژاد، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

طرح تحقیقاتی شماره ۳۸۴۰۲۰، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

این مقاله در تاریخ ۸۵/۷/۱ به دفتر مجله رسیده، در تاریخ۸۵/۸/۱۸ اصلاح شده و در تاریخ ۸۵/۹/۴تأیید گردیده است.

مجله دانشکده دندانپزشکی اصفهان
۱۳۸۵؛ ۲(۴):۴۰ تا ۴۵

www.mui.ac.ir

مقدمه

یکی از راه‌های کنترل عفونت در پروتز، ضدعفونی کردن پروتزهای آکریلی در محلول‌های ضدعفونی کننده است[۱]. این محلول‌ها باید بتوانند میکروارگانیسم‌های پاتوژن را غیرفعال نموده، اثر منفی بر مواد بیس دنچر نداشته باشند[۲]. مواد شیمیایی رایجی که برای ضدعفونی پروتزها استفاده می‌شود ترکیبات کلرینه، یدوفرها و آلدئیدها هستند. هیپوکلریت سدیم یکی از ترکیبات کلرینه است که با آزاد کردن رادیکال‌های اکسیژن، که با پروتوپلاسم سلول ترکیب شده، سلول را تخریب می‌کند، عمل می‌نماید[۳]. نتایج ضد و نقیضی در مورد تأثیر مواد ضدعفونی کننده بر خصوصیات فیزیکی آکریل‌ها وجود دارد. برخی مطالعات نشان داده‌اند که محلول‌های ضدعفونی مانند هیپوکلریت سدیم می‌توانند خصوصیات فیزیکی بیس دنچر را تحت تأثیر قرار دهند[۴]. این محلول‌ها قادر به نفوذ به درون بیس دنچر بوده، باعث نرمی سطح[۵] و سفید شدن رزین آکریلی و در نتیجه کاهش استحکام خمشی آن‌ها می‌گردند[۲]. مطالعاتی نیز عدم تأثیر ضدعفونی کننده‌ها بر استحکام خمشی رزین‌های آکریلی را عنوان نموده‌اند [۷،۶]. با توجه به ضدعفونی مکرر پروتزها و اثر تجمعی این مواد بر خصوصیات رزین، مطالعاتی با زمان‌ها و غلظت‌های متفاوت مواد ضدعفونی کننده، انجام شده است.

تا کنون، تلاش‌های متعددی برای استحکام بخشی رزین‌های آکریلی و غلبه بر محدودیت‌های فیزیکی و مکانیکی آنها انجام شده است. افزودن سیم‌های فلزی[۹،۸]، افزودن مواد cross liniking [۱۰،۱۱] و کاربرد فیبرهای کربن، آرامید و گلاس از آن جمله است[۱۲]. به طور خلاصه در بهبود ویژگی‌های فیزیکی رزین آکریلی توسط فیبرها اتفاق‌نظر وجود ندارد. در مواردی باعث تقویت رزین شده‌اند[۱۶-۱۳] و در مواردی بر استحکام خمشی تأثیری نداشته‌اند[۱۸،۱۷].

تأثیر فیبرها بر استحکام بخشی رزین، به عواملی نظیر جنس ماده مورد استفاده، مقدار فیبر به کار رفته در ماتریکس، قطر و طول و شکل فیبر، جهت فیبرها، چسبندگی فیبرها به ماتریکس پلیمر و آغشتگی (impregnation) فیبرها با ماتریکس پلیمر و همچنین محل قرارگیری فیبر، بستگی دارد[۱۲]. مطالعات نشان داده‌اند که در هنگام کاربرد فیبرها در پلیمر، احتمال احتباس هوا وجود دارد. در نتیجه آغشتگی فیبر توسط رزین به طور ناقص انجام می‌شود. بنابراین نفوذ منومر رزین به درون فیبر به سختی اتفاق می‌افتد و احتمال تقویت خصوصیات فیزیکی و کاربری رزین آکریلی کاهش می‌یابد[۱۲].

هدف از انجام این مطالعه بررسی اثر استحکام‌بخشی یک فیبر پلی‌اتیلنی non impregnated بر رزین آکریلی گرماسخت در سه محیط نگه‌داری شامل ماده ضدعفونی هیپوکلریت سدیم ۲/۵ درصد، آب و شرایط خشک بود.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه آزمایشگاهی، استحکام خمشی یک آکریل گرماسخت تقویت شده و تقویت نشده که در محلول ضد عفونی کننده هیپوکلریت سدیم ۲/۵ درصد و آب به مدت ۸ ساعت غوطه‌ور گشته بود، در مقایسه با گروه شاهد ارزیابی شد.

تهیه نمونه‌ها: یک مدل فلزی به ابعاد ۳×۱۰×۶۵ میلی‌متر توسط گچ استون (Moldana-parsdandan Co.Tehran-Iran) مفل‌گذاری شد. به نحوی که نیمی از ضخامت نمونه در گچ نیمه تحتانی قرار می‌گرفت و نیمه دیگر خارج از گچ واقع می‌شد. پس از سخت شدن گچ نیمه اول و کاربرد بیوفیلم (SNJ-NIA DENT Co.Mashhad–Iran)، گچ فوقانی مفل ریخته می‌شد و تحت فشار قرار می‌گرفت. پس از سخت شدن گچ، مفل باز می‌شد و مدل فلزی خارج می‌گردید. پس از کاربرد بیوفیلم، رزین آکریلی گرماسخت (Meliodent Multicryl, Heraeus-kulzer GmbH,Wehrheim,Germany) براساس دستور کارخانه مخلوط و تهیه می‌گردید و درون حفره ساخته شده، قرار می‌گرفت. پس از دو بار فشرده شدن و حذف اضافات، مفل بسته می‌شد و در دستگاه پخت آکریل (KAVOEL type 558) قرار می‌گرفت. نمونه‌ها به مدت یک ساعت و نیم در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و یک ساعت در دمای ۹۰ درجه قرار می‌گرفت تا مراحل پلیمریزاسیون تکمیل گردد. پس از سرد شدن، نمونه‌ها از مفل خارج و توسط کاغذ سیلیکون کار باید grit ۴۰۰ پالیش می‌شدند. به این ترتیب ۳۰ نمونه بدون فیبر ساخته شد.

مراحل ساخت نمونه‌های حاوی فیبر: دو عدد مدل فلزی با طول و عرض ۶۵×۱۰ میلی‌متر تهیه شد. قطر یک مدل ۱/۸ میلی‌متر و

www.mui.ac.ir

قطر دیگر ۱ میلی‌متر بود. طلق نازکی به ضخامت ۰/۲ میلی‌متر بین این دو صفحه قرار می‌گرفت، به طوری که ضخامت مجموعه ۳ میلی‌متر می‌شد. به این ترتیب امکان قرارگیری فیبرهای با ضخامت ۰/۲ میلی‌متر در ۱ میلی‌متری سطح نمونه‌ها امکان‌پذیر شد. طبق روش فوق، مفل‌گذاری انجام و در قسمت تحتانی مفل، مدل با قطر ۱/۸ میلی‌متر به نحوی قرار می‌گرفت که نیمی از آن خارج از گچ تحتانی مفل قرار گیرد. پس از سخت شدن گچ تحتانی، طلق ۰/۲ میلی‌متر و مدل فلزی ۱ میلی‌متری با موم چسب روی مدل فلزی زیرین ثابت می‌شدند به نحوی که کاملاً بر هم منطبق باشند و پس از کاربرد بیوفیلم، گچ فوقانی ریخته می‌شد. پس از باز کردن دو نیمه مفل، مدل فلزی زیرین (قطر ۱/۸ میلی‌متر) خارج و در فضای آکریل آماده شده، قرار می‌گرفت و روی آن یک پلاستیک مرطوب قرار می‌گرفت و نیمه فوقانی حاوی مدل فلزی و طلق روی آن برگردانده می‌شد و زیر پرس قرار می‌گرفت. پس از دو بار پرس نمودن و حذف اضافات آکریل، مدل فلزی فوقانی خارج می‌شد و با وجود طلق، مفل‌گذاری نیمه فوقانی نیز انجام می‌شد. پس از حذف اضافات آکریل، طلق خارج و فیبر پلی‌اتیلن به ضخامت ۰/۲ و عرض ۴ میلی‌متر از نوع (Connector-Massachusetts-Rustcratt Rd-Dedham) woven در محل طلق قرار می‌گرفت به نحوی که کاملاً در مرکز نمونه باشد. دو نیمه مفل بسته شده زیر پرس قرار می‌گرفت و با شرایط ذکر شده قبلی پخته می‌شد. به این ترتیب ۳۰ نمونه آکریلی حاوی فیبر که در ۱ میلی‌متری سطح واقع شده بودند، ساخته شد.

نمونه‌های هر گروه به طور تصادفی به سه زیرگروه ۱۰ تایی تقسیم شدند: ۱ـ گروهی که در محیط خشک قرار داشت. ۲ـ گروهی که ۸ ساعت در آب قرار گرفت. ۳ـ گروهی که ۸ ساعت در محلول هیپوکلریت سدیم ۲/۵ درصد (Panreac Quimca SA-Barcelon-Spain) قرار گرفت. سپس نمونه‌های هر گروه توسط آزمون خمش سه نقطه‌ای با دستگاه آزمون چند منظوره (Universal-Testing Machine Dartec-England) مورد سنجش استحکام خمشی قرار گرفتند. فاصله بین دو تکیه‌گاه دستگاه ۵۰ میلی‌متر و سرعت دستگاه ۵ mm/min بود[۱،۲]. نیروی لازم برای شکست نیروها بر حسب نیوتن اعلام می‌شد که با استفاده از فرمول S=3PL / 2BD (P= میزان نیرو در لحظه شکست، L= طول نمونه، B= عرض نمونه و D= ضخامت نمونه) نیرو بر حسب مگاپاسکال محاسبه شد.

یافته‌ها با کمک آزمون آنالیز واریانس دوطرفه با سطح معنی‌داری ۰/۰۵ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

یافته‌ها

میانگین استحکام خمشی گروه‌های مورد آزمایش در محیط‌های مختلف در جدول ۱ آمده است. میانگین استحکام خمشی نمونه‌ها براساس نتایج آزمون آنالیز واریانس در محیط‌های مختلف اختلاف آماری معنی‌داری نشان نداد (p value=۰/۱۹۳). بین دو گروه فیبردار و بدون فیبر نیز تفاوت معنی‌دار نبود (p value=۰/۹۳۷). اثر تداخل فیبر و محیط بر استحکام خمشی معنی‌دار نبود (p value=۰/۴۷۷).

جدول ۱: میانگین استحکام خمشی گروه‌های مورد پژوهش

استحکام گروه‌ها		میانگین±SD	حدود اطمینان ۹۵ درصد	
			Upper Bound	Lower Bound
فیبردار	محیط خشک	۱۳۰/۲±۱۰/۹۷	۱۳۷/۳	۱۲۳/۱
	محیط آب	۱۲۹/۲±۹/۶۹	۱۳۶/۳	۱۲۲/۰
	محیط ضدعفونی	۱۲۶/۵±۹/۸۸	۱۳۳/۶	۱۱۵/۴
	کل	۱۲۸/۶±۹/۹۶	۱۳۲/۷	۱۲۴/۵
بدون فیبر	محیط خشک	۱۲۸/۶±۱۲/۳۸	۱۳۵/۸	۱۲۱/۵
	محیط آب	۱۳۰/۷±۱۲/۵۵	۱۳۷/۸	۱۲۳/۶
	محیط ضدعفونی	۱۲۲/۷±۱۱/۵۱	۱۲۹/۸	۱۱۵/۶
	کل	۱۲۷/۴±۱۲/۲۲	۱۳۱/۵	۱۲۳/۳
مجموع نمونه‌ها	محیط خشک	۱۲۹/۴±۱۱/۴۱	۱۳۴/۴	۱۲۴/۴
	محیط آب	۱۲۹/۹±۱۰/۹۴	۱۳۵/۰	۱۲۴/۹
	محیط ضدعفونی	۱۲۴/۶±۱۰/۶۲	۱۲۹/۷	۱۱۹/۶

www.mui.ac.ir

کل	۱۲۸/۰ ± ۱۱/۰۷	۱۳۰/۹	۱۲۵/۱

همچنین، آزمون آماری آنالیز واریانس یک طرفه برای مقایسه هر کدام از محیط‌های نگه‌داری در دو گروه فیبردار و بدون فیبر انجام شد و اختلاف آماری معنی‌داری بین گروه‌ها نشان نداد (p value>۰/۰۵).

بحث

این مطالعه استحکام خمشی نمونه‌های رزین آکریلی گرماسختی را که با فیبر پلی‌اتیلن در ۱ میلی‌متری سطح تقویت شده بودند، در مقایسه با گروه بدون فیبر در شرایط نگه‌داری متفاوت غوطه‌وری در محلول هیپوکلریت سدیم ۲/۵ درصد، آب و محیط خشک، ارزیابی کرد. فرضیه این بود که استحکام خمشی آکریل تقویت شده با گروه شاهد متفاوت است.

نتیجه مطالعه این فرضیه را رد کرد و نتایج نشان داد تفاوت معنی‌داری بین دو گروه در شرایط متفاوت نگه‌داری وجود ندارد.

اگرچه نمونه‌های هر دو گروه، وقتی در محلول ضدعفونی قرار می‌گرفتند به لحاظ عددی استحکام خمشی کم‌تری را نسبت به دو محیط دیگر نشان می‌دادند، ولی این تفاوت معنی‌دار نبود. در مجموع نمونه‌های حاوی فیبر، استحکام بیشتری را نسبت به گروه شاهد نشان ندادند. در مواردی اثر استحکام بخشی فیبرها بر رزین آکریلی اثبات شده است[۱۹،۱۶،۱۴] ولی برخی مطالعات حضور فیبرها را بر استحکام بخشی آکریل‌ها مؤثر نمی‌دانند[۲۰،۱۸]. براساس مطالعات نوع فیبر، اندازه آن، آغشتگی آن به رزین و محل قرارگیری فیبر در اثر استحکام بخشی آن مؤثر است[۱۲].

در این مطالعه از یک فیبر non impregnate با عرض ۴ میلی‌متر در ۱ میلی‌متری سطح نمونه‌ها استفاده شد. احتمال دارد اتصال فیبرهای غیر آغشته به رزین با ماتریکس پلیمر به طور کامل اتفاق نمی‌افتد و احتمال ایجاد حباب‌های هوا بین فیبر و ماتریکس پلیمر وجود دارد؛ در نتیجه تأثیر استحکام بخشی فیبر کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسد که جایگزینی فیبر در داخل رزین آکریلی اغلب با مراحلی همراه است که بهبود ویژگی‌های فیزیکی را غیرقابل اعتماد می‌کند[۲۱].

به طور کلی، آغشتگی ناکافی فیبرها در پلیمرهای گرماسخت اتفاق می‌افتد زیرا این پلیمرها ویسکوزیته بالایی در مرحله خمیری دارند، این مشکل در رزین‌های خود سخت شونده به علت ویسکوزیته پایین دیده نمی‌شود[۲۳،۲۲]. آغشتگی نادرست فیبر با رزین، به دلیل وجود حباب بین فیبر و رزین، افزایش جذب آب و کاهش پلیمریزه شدن رادیکال‌های رزین استحکام خمشی را کاهش می‌دهد[۱۹،۱۳].

اکسیژنی که در حباب‌ها ذخیره می‌شده است، مانع پلیمریزه شدن منومرهای باقیمانده و رادیکال‌های رزین می‌گردد[۱۹]. بر اساس مطالعات استحکام خمشی پلیمر بیس دنچر تقویت شده با فیبرها متفاوت است. فیبرهای Preimpregnated و impregnated بیش از فیبرهای non impregnated قادر به استحکام بخشی رزین آکریلی هستند[۲۴].

در مطالعه حاضر از فیبرهای non impregnate استفاده شد و تأثیر مثبتی بر استحکام رزین مشاهده نگردید.

از طرفی محل قرارگیری فیبر در ایجاد استحکام ماده زمینه‌ای مؤثر است و در مطالعه حاضر فیبرها در ۱ میلی‌متری سطح واقع شدند، در واقع منطقه تحت نیروی فشاری نمونه‌ها تقویت شد که به نظر می‌رسد تقویت آکریل در این ناحیه چندان مؤثر نبوده است. پیشنهاد شده است برای دریافت بهترین نتایج استحکام بخشی، فیبرها در منطقه کشش (زیرین) نمونه‌های رزینی قرار بگیرند[۲۵].

یکی از اهداف این مطالعه تعیین تأثیر محلول ضدعفونی هیپوکلریت سدیم و همچنین آب در مقایسه با شرایط خشک بر دو نوع نمونه آکریلی بود. نتایج نشان داد که استحکام خمشی دو گروه (فیبردار و بدون فیبر) در شرایط مختلف نگه‌داری تفاوت واضحی ندارد.

مدت زمان نگه‌داری در شرایط مختلف در این مطالعه ۸ ساعت در نظر گرفته شده بود که مدت معمول غوطه‌وری شبانه در آب است. در مواردی نیز غوطه‌وری شبانه در محلول‌های ضدعفونی توصیه می‌شود.

www.mui.ac.ir

نتایج نشان داد که مدت ۸ ساعت برای نمایان شدن اثر محیط بر نمونه‌ها کافی نبوده است. طی مطالعه‌ای اثر هیپوکلریت سدیم با غلظت‌های ۱، ۲/۵ و ۵/۲۵ درصد به مدت یک ساعت بر استحکام عرضی چند نوع آکریل گرماسخت بررسی شده بود و نتایج آن حاکی از عدم تأثیر این ماده در مدت مورد آزمایش بوده است[۱].

طی مطالعه‌ای تأثیر هیپوکلریت سدیم ۰/۰۲ درصد نیز به مدت ۸ ساعت بر دنچرهای آلوده به استرپتوکوک Gordoni ارزیابی شد و این غلظت را در مدت زمان مذکور برای حذف این میکروارگانیسم کافی ندانستند[۲۶]. در تحقیق حاضر مطالعات میکروبیولوژی مدنظر نبود و تنها اثر ماده ضدعفونی‌کننده بر استحکام خمشی نمونه‌های آکریلی ارزیابی شد و مشاهده گردید که غوطه‌وری آکریل گرماسخت در غلظت ۲/۵ درصد هیپوکلریت سدیم به مدت ۸ ساعت نتوانست تأثیر منفی بر استحکام خمشی نمونه‌ها ایجاد نماید و نمونه‌های بدون فیبر و تقویت شده با فیبر نتایج یکسانی نشان دادند.

برخی مطالعات نشان داده‌اند که غوطه‌وری طولانی مدت در آب بر استحکام خمشی پلیمرهای تقویت شده با فیبر و تقویت نشده تأثیر منفی دارد که به نظر می‌رسد ۴ هفته اول غوطه‌وری این کاهش استحکام بیشترین مقدار را نشان می‌دهد[۲۲،۲۷].

احتمال دارد زمان طولانی غوطه‌وری در جذب آب توسط نمونه‌ها و فیبرها مؤثر باشد و این اثر کاهش استحکام را به دنبال دارد. بر اساس مطالعه حاضر غوطه‌وری به مدت ۸ ساعت خیلی طولانی نبوده، تأثیر منفی بر استحکام خمشی نمونه‌ها نداشت.

به نظر می‌رسد چنانچه محلول ضدعفونی بتواند بر رنگ و سختی رزین تأثیر منفی بگذارد، استحکام خمشی نیز کاهش می‌یابد. دمای محلول ضدعفونی در سفیدکنندگی رزین و در نتیجه بر خصوصیات فیزیکی آن مؤثر است[۲،۲۸] در مطالعه حاضر دمای محلول ضدعفونی با دمای اتاق یکسان بوده، در ظاهر هیچ تأثیری بر رنگ رزین نداشت.

نتیجه‌گیری

با توجه به محدودیت‌های این مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که:

۱ـ افزودن این نوع فیبر با مشخصات و محل قرارگیری ذکر شده تأثیری بر استحکام خمشی نمونه‌های آکریلی گرماسخت ندارد.

۲ـ غوطه‌وری به مدت ۸ ساعت در محیط مرطوب شامل آب و محلول ضدعفونی‌کننده هیپوکلریت سدیم ۲/۵٪ تأثیر منفی بر استحکام خمشی نمونه‌های حاوی فیبر و فاقد آن ندارد.

۳ـ در هر گروه (فاقد یا واجد فیبر) شرایط نگه‌داری تأثیری بر استحکام خمشی نمونه‌ها ندارد.

منابع

1. Orsi IA, Andrade VG. Effect of chemical disinfectants on the transverse strength of heat-polymerized acrylic resins submitted to mechanical and chemical polishing. J Prosthet Dent 2004; 92(4):382-8.
2. Pavarina AC, Machado AL, Giampaolo ET, Vergani CE. Effects of chemical disinfectants on the transverse strength of denture base acrylic resins. J Oral Rehabil 2003; 30(11):1085-9.
3. Kinyon TJ, Schwartz RS, Burgess JO, Bradley DV. The use of warm solutions for more rapid disinfection of prostheses. Int J Prosthodont 1989; 2(6):518-23.
4. Polyzois GL, Zissis AJ, Yannikakis SA. The effect of glutaraldehyde and microwave disinfection on some properties of acrylic denture resin. Int J Prosthodont 1995; 8(2):150-4.
5. Shen C, Javid NS, Colaizzi FA. The effect of glutaraldehyde base disinfectants on denture base resins. J Prosthet Dent 1989; 61(5):583-9.
6. Asad T, Watkinson AC, Huggett R. The effect of disinfection procedures on flexural properties of denture base acrylic resins. J Prosthet Dent 1992; 68(1):191-5.

www.mui.ac.ir

7. Ma T, Johnson GH, Gordon GE. Effects of chemical disinfectants on the surface characteristics and color of denture resins. J Prosthet Dent 1997; 77(2):197-204.
8. Vallittu PK, Lassila VP. Effect of metal strengthener's surface roughness on fracture resistance of acrylic denture base material. J Oral Rehabil 1992; 19(4):385-91.
9. Vallittu PK. Effect of some properties of metal strengtheners on the fracture resistance of acrylic denture base material construction. J Oral Rehabil 1993; 20(3):241-8.
10. Robinson JG, McCabe JF. Impact strength of acrylic resin denture base materials with surface defects. Dent Mater 1993; 9(6):355-60.
11. Matsukawa S, Hayakawa T, Nemoto K. Development of high-toughness resin for dental applications. Dent Mater 1994; 10(6):343-6.
12. Karacaer O, Polat TN, Tezvergil A, Lassila LV, Vallittu PK. The effect of length and concentration of glass fibers on the mechanical properties of an injection- and a compression-molded denture base polymer. J Prosthet Dent 2003; 90(4):385-93.
13. Kim SH, Watts DC. The effect of reinforcement with woven E-glass fibers on the impact strength of complete dentures fabricated with high-impact acrylic resin. J Prosthet Dent 2004; 91(3):274-80.
14. Kanie T, Fujii K, Arikawa H, Inoue K. Flexural properties and impact strength of denture base polymer reinforced with woven glass fibers. Dent Mater 2000; 16(2):150-8.
15. John J, Gangadhar SA, Shah I. Flexural strength of heat-polymerized polymethyl methacrylate denture resin reinforced with glass, aramid, or nylon fibers. J Prosthet Dent 2001; 86(4):424-7.
16. Yazdanie N, Mahood M. Carbon fiber acrylic resin composite: an investigation of transverse strength. J Prosthet Dent 1985; 54(4):543-7.
17. Jagger D, Harrison A, Jagger R, Milward P. The effect of the addition of poly(methyl methacrylate) fibres on some properties of high strength heat-cured acrylic resin denture base material. J Oral Rehabil 2003; 30(3):231-5.
18. Uzun G, Hersek N, Tincer T. Effect of five woven fiber reinforcements on the impact and transverse strength of a denture base resin. J Prosthet Dent 1999; 81(5):616-20.
19. Vallittu PK. Flexural properties of acrylic resin polymers reinforced with unidirectional and woven glass fibers. J Prosthet Dent 1999; 81(3):318-26.
20. Samadzadeh A, Kugel G, Hurley E, Aboushala A. Fracture strengths of provisional restorations reinforced with plasma-treated woven polyethylene fiber. J Prosthet Dent 1997; 78(5):447-50.
21. Tirapelli C, Ravagnani C, Panzeri FC, Panzeric H. Fiber-reinforced composites: effect of fiber position, fiber framework, and wetting agent on flexural strength. Int J Prosthodont 2005; 18(3):201-2.
22. Vallittu PK, Ruyter IE, Ekstrand K. Effect of water storage on the flexural properties of E-glass and silica fiber acrylic resin composite. Int J Prosthodont 1998; 11(4):340-50.
23. Bayraktar G, Duran O, Guvener B. Effect of glass fibre reinforcement on residual methyl methacrylate content of denture base polymers. J Dent 2003; 31(4):297-302.
24. Narva KK, Lassila LV, Vallittu PK. The static strength and modulus of fiber reinforced denture base polymer. Dent Mater 2005; 21(5):421-8.
25. Lassila LV, Vallittu PK. The effect of fiber position and polymerization condition on the flexural properties of fiber-reinforced composite. J Contemp Dent Pract 2004; 5(2):14-26.
26. Webb BC, Thomas CJ, Harty DW, Willcox MD. Effectiveness of two methods of denture sterilization. J Oral Rehabil 1998; 25(6):416-23.
27. Vallittu PK. Effect of 180-week water storage on the flexural properties of E-glass and silica fiber acrylic resin composite. Int J Prosthodont 2000; 13(4):334-9.
28. Robinson JG, McCabe JF, Storer R. Denture bases: the effects of various treatments on clarity, strength and structure. J Dent 1987; 15(4):159-65.

www.mui.ac.ir