(مقالهٔ پژوهشی)

مقایسهٔ استحکام عرضی رزین پلی‌متیل‌متاکریلات، تقویت شده با سیم Stainless Steel، مش فلزی و فایبر پلی‌اتیلن

اسدالله احمدزاده[1]، سیدعلی ضیائی[2*]، مریم شمسایی[3]، داریوش فتحعلی پور[4]، علی روحانی[5]

۱-استادیار گروه پروتزهای دندانی.
۲-دستیار تخصصی گروه پروتزهای دندانی.
۳-دستیار تخصصی گروه دندان‌پزشکی کودکان.
۴- دندان‌پزشک.
۵- دانشجو.

۱ و۲- گروه پروتزهای دندانی، دانشکدهٔ دندان‌پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز، اهواز، ایران.
۳- گروه دندان‌پزشکی کودکان، دانشکدهٔ دندان‌پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز، اهواز، ایران.
۴-دندان‌پزشک عمومی.
۵- دانشجوی رشتهٔ دندان‌پزشکی دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز، اهواز، ایران.

* نویسندهٔ مسؤول:
سید علی ضیائی؛ دانشکدهٔ دندان‌پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز، اهواز، ایران.
تلفن: ۰۰۹۸۹۱۳۲۰۱۸۶۶۵
Email: drziaeisa@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: شکستن پروتز در اثر حوادث یا ناهماهنگی اکلوژن از ضعف‌های رزین‌های آکریلی پلی‌متیل متاکریلات می‌باشد. به همین علت محققان در صدد یافتن روش‌هایی جهت بالا بردن استحکام عرضی این مواد بوده‌اند. تاکنون روش‌های متفاوتی شامل استفاده از کو پلی‌مرها، عوامل Cross-Linking، تقویت‌کننده‌های فلزی و فایبرها جهت بالا بردن خواص مکانیکی این مواد ابداع شده است. در مورد مواد تقویت‌کنندهٔ جدیدتر، از جمله فایبرهای پلی‌اتیلن تحقیقات محدود و نتایج متناقض می‌باشد.

هدف از انجام این تحقیق، مقایسهٔ میزان استحکام عرضی بین این روش با دو روش دیگر (سیم S.S و مش فلزی) جهت تقویت رزین PMMA می‌باشد.

روش بررسی: در این تحقیق ۴۰ نمونه رزین PMMA ساخته شده و در چهار گروه ده‌تایی تقسیم‌بندی شد. در گروه اول از هیچ نوع تقویت‌کننده‌ای استفاده نشده و به عنوان گروه شاهد منظور گردید. در سه گروه دیگر به ترتیب از سیم فلزی به قطر ۱/۰ میلی‌متر، مش فلزی به ضخامت ۰/۳ میلی‌متر و فایبر پلی‌اتیلن از نوع Fiber-braid جهت تقویت نمونه‌ها استفاده شد. در نهایت این نمونه‌ها با استفاده از تست 3-Point Loading تحت اعمال نیرو تا موقع شکستن قرار گرفتند.

یافته‌ها: متوسط میزان استحکام عرضی گروه شاهد ۷۸/۳۷ MPa و سه گروه دیگر به ترتیب: ۸۰/۲۵ MPa، ۷۹ MPa و ۷۸/۵۶ MPa محاسبه شد، ولی این میزان افزایش در هیچکدام از گروه‌ها از نظر آماری معنادار نبود ($p > ۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: افزایش ۲/۵٪، ۰/۸٪ و ۰/۲۵٪ به ترتیب برای گروه‌های تقویت‌شده با سیم استینلس‌استیل، مش فلزی و فایبر پلی‌اتیلن، تأثیر قابل ملاحظه در بهبود استحکام عرضی رزین آکریلی PMMA ندارد.

کلید واژگان: رزین PMMA، فایبر پلی‌اتیلن، استحکام عرضی.

دریافت مقاله: ۹۴/۲/۳۱ **دریافت مقالهٔ اصلاح‌شده: ۱۳۹۴/۵/۲۸** **اعلام قبولی: ۱۳۹۴/۸/۴**

مقدمه

در سال ۱۸۶۵، پارکسنز (Parkesens) برای اولین بار مادهٔ پلاستیکی مخصوصی را جهت مصرف در دندان-پزشکی ارائه نمود. از آن پس مواد متعددی برای ساخت دست دندان (Denture Base) ارائه شد و سرانجام در سال ۱۹۳۵ تلاش شیمیدانان آلمانی منجر به ساختن ماده-ای خمیری شکل شد که از مخلوط کردن منومر و پلیمر به‌دست می‌آمد. این دستاورد فصل تازه‌ای را در دندان-پزشکی گشود و باعث شد که از سال ۱۹۳۷ تا به امروز به نام دورهٔ آکریلیک نام‌گذاری شود (۱).

اگرچه در حدود ۷۰ سال از عمر مواد رزینی آکریلیک می‌گذرد و این مواد به دلیل خواص خوبی که دارند، توانسته‌اند مقبولیت خاصی را در بین دندان‌پزشکان برای خود ایجاد کنند و همچنین در آیندهٔ نزدیک نیز هیچ‌گونه اندیکاسیونی برای تعویض آنها احساس نمی-شود، ولی نباید از ضعف‌های این مواد غافل شد. این مواد استحکام فشاری و کششی پایینی داشته، نسبتاً قابل انعطاف، نرم و در برابر استرس‌های شدید فوق‌العاده شکننده هستند. میزان انقباض آنها در اثر پلی‌مریزاسیون بالا و در حدود ۶ درصد بوده و از جذب آب بالا در حدود mg/cm^2 ۰/۶ برخوردار هستند. چسبندگی این مواد به فلز و پرسلن ضعیف و معمولاً به وسیلهٔ گیرهای مکانیکی ایجاد می‌شوند. این کاستی‌ها باعث شده تا روزانه مراجعات متعددی در کلینیک‌های دندان‌پزشکی مشاهده شود که عموماً افراد ناتوان و سال‌خورده می‌باشند و جهت ترمیم پروتزهای آکریلی خود مراجعه می‌نمایند (۲، ۳).

در مطالعه والیتو (Vallittu) حدود ۳۴٪ از دنچرهای مورد مطالعه با سیم و مواد ترمیمی، تقویت و یا ترمیم شده بودند (۲، ۳). در تحقیقات مشابه دیگر دربار (Darbar) و زیزیس (Zissis) شیوع دنچرهای شکسته و تعمیر شده را به ترتیب: ۱۴/۵٪ و ۱۱٪ برآورد کرده بودند (۲، ۳). والیتو در تحقیقی دیگر که در فنلاند انجام داد، گزارش کرد که ۶۸٪ از دنچرهای ساخته‌شده در سه سال اول دچار مشکلاتی شدند که بیشترین مشکلات مربوط به شکست (Breakage , Fracture) بیس دنچر (۶۴٪ موارد) و از دست رفتن دندانها (Loosening) بود (۲).

اسمیت (Smith) در سال ۱۹۶۱ علت شکستن دست دندان را افتادن هنگام شست‌وشو و یا عطسه و نیز کم بودن ضخامت مادهٔ رزینی ذکر نمود و عقیده داشت که این شکستگی‌ها به دلیل Flexural Fatigue رخ می‌دهد (۲، ۳). بری (Berry) هم در سال ۱۹۷۱ همین موضوع را مطرح کرد (۲، ۳). تمامی این موارد در حالی است که پس از ترمیم دنچرها و جلب رضایت موقت بیمار، این بار بیماران تحت نیروی کمتری نسبت به دفعهٔ قبل با شکستگی‌های مجدد در ناحیهٔ ترمیم شده مواجه و باعث مراجعات متعدد این افراد به مطب می‌شود (۴). دنچرهایی که در مقابل دندانهای طبیعی قرار می‌گرفتند، تمایل به شکستگی‌شان بیشتر بود. عوامل دیگر در بروز این حوادث شامل تطابق ضعیف دنچر، بالانس نامناسب اکلوژن، و استرس دراز مدت بر بیس دنچر پس از سال‌ها استفاده می‌باشد (۲).

بیلیس (Beylis) در تحقیق خود در سال ۱۹۹۰، ذکر کرد که از سال ۱۹۴۹ تا ۱۹۹۰ ترمیم دنچرهای آکریلیک شکسته در کشور انگلستان حدود ۶۷/۸ میلیون پوند هزینه برای دولت در برداشته است. دربار در سال ۱۹۹۴ این مبلغ را سالانه ۷ میلیون پوند گزارش کرده است (۴).

طی تحقیقی گریگوری (Gregory) در سال ۲۰۰۱ نتیجه گرفت که هیچگاه پس از ترمیم دنچر به استحکام اولیه نخواهیم رسید و عملاً فقط بین ۱۸٪ تا ۷۵٪ استحکام اولیه در مورد رزین‌های خود سخت‌شونده (فوری) و ۴۶٪ تا ۹۲٪ استحکام اولیه در مورد رزین‌های گرما سخت دست‌یافتنی است (۳).

تاکنون مواد و روش‌های گوناگونی جهت بالا بردن استحکام رزین‌های اکریلیک معرفی شده‌اند که به طور

خلاصه مهمترین آنها عبارت‌اند از: سیم‌ها و مش‌های فلزی، فایبرها و فیلرهایی از جنس پلی‌اتیلن، کربن، آرامید و گلاس. این مواد سال‌هاست که جهت بهبود خواص مکانیکی محدود رزین‌ها توسط دندان‌پزشکان مورد استفاده قرار گرفته‌اند و همواره پژوهشگران روی محصولات عرضه‌شده در بازار، تحقیق می‌کنند (۵).

به کار بردن سیم‌ها و مش‌های فلزی و بهبود خصوصیات مکانیکی رزین PMMA به کمک آنان توسط محققان زیادی از جمله جنینگز (Jennings) (۱۹۶۸)، ووبن‌هورست (Wuebbenhorst) و رافینو (Ruffino) (۱۹۸۵) انجام گرفته و گزارش‌های متفاوتی نیز در رابطه با حصول نتایج توسط این افراد مطرح گشته است. اگر چه در اکثر مواقع این مواد فلزی نتیجه‌بخش بوده، ولی به دلیل افزایش ضخامت دنچرها باعث مشکلاتی در استفاده از پروتزها می‌شوند (۲).

در مورد به کار بردن فایبرهای کربن نیز تحقیقاتی صورت گرفته که از آن جمله می‌توان به تحقیقات (۱۹۷۱) اسکریبر (Schreiber) و (۱۹۷۳) وایلگالا (Wylegala) و (۱۹۸۲) شیروین (Shirvin) اشاره نمود. اگرچه نتایج متفاوتی نیز در این تحقیقات مطرح شده، ولی در معرفی مشکلات عمدهٔ این مواد، همهٔ پژوهشگران به نکات مشابهی اشاره می‌کنند که می‌توان به رنگ تیرهٔ این فایبرها که مشکلات زیبایی جدی را در دست دندان‌ها به وجود می‌آورد و تکنیک‌های مشکل لابراتواری جهت ایجاد موقعیت خوب فایبرها اشاره کرد (۷).

فایبرهای آرامید و گلاس این مشکلات را مرتفع نموده و در تحقیقات مختلف نیز مورد آزمایش قرار گرفتند. این فایبرها به دلیل نازکی و نیز بی‌رنگی از موفقیت بیشتری در تحقیقات برخوردار بودند. فایبرهای پلی‌اتیلن نیز جهت تقویت بیس‌های آکریلی تحت آزمایش‌های زیادی قرار گرفته که در این مورد، نتایج متفاوتی نسبت به موارد دیگر به دست آمده است (۸).

در کشور ما تحقیقات بسیار کمی بر روی رزین‌های آکریلیک و مواد تقویت‌کنندهٔ آن صورت گرفته و این در حالی است که کشور ما از جمله کشورهایی است که در آن این ماده مصرف بسیار زیادی در ساخت دست دندان-ها و دندان‌پزشکی دارد و سالانه بیش از ۵۰ تن آکریل تولید داخلی (از سال ۱۳۷۲) و ۲۰ تن آکریل وارداتی مصرف می‌شود (۱). لذا این موضوع ما را بر آن داشت تا تحقیقی در این زمینه انجام داده و میزان اثر تقویت-کنندگی فایبر پلی‌اتیلن، سیم Stainless Steel و Metal Mesh که در ایران بسیار استفاده می‌شود را مورد ارزیابی و مقایسه قرار دهیم. استحکام عرضی رزین PMMA و نیز سایر خواص مکانیکی این مواد نقش مهمی در مقاومت آنها نسبت به نیروهای اکلوژن وارده بر دنچرها دارد.

جامعهٔ مورد مطالعه، نمونه‌گیری و طرح پژوهش

این مطالعه از نوع آزمایشگاهی (Lab Exprimental) می‌باشد و در مهر ماه ۱۳۸۲ لغایت خرداد ماه ۱۳۸۳ در دانشکدهٔ دندان‌پزشکی اهواز و گروه فیزیک دانشکدهٔ پزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان انجام شد.

مواد زیر در انجام تحقیق به کار گرفته شدند:

۱- نمونه‌های اولیهٔ آلومینیومی: جهت ساخت دای-های اصلی از قطعاتی از ورقه‌های پیش‌ساختهٔ آلومینیوم به ابعاد اولیه ۳×۱۵×۷۰ و به قطر ۳ میلی‌متر توسط اره-های الکتریکی دقیق تهیه شد.

۲- گچ Stone: جهت پر کردن قسمت عمقی مولدهای و جایی که با دای‌های آلومینیومی تماس نداشت، استفاده شد.

۳- مادهٔ Ormalab 75: یک ماده از جنس سیلیکون تراکم یافته است. از محصولات ساخت کارخانهٔ میجر (Major) ایتالیا و جهت پر کردن قسمت سطحی مولدها و جایی که با دای‌های آلومنیومی تماس داشت، استفاده شد.

۴- رزین پلی‌متیل‌متاکریلات گرما سخت: از محصولات کارخانجات بایر (Bayer) و مارک تجاری ملیودنت (Meliodent) استفاده شد.

۵- سیم Stainless steel: از نوع Hard ساخت کارخانهٔ (دنتاروم) Dentaurum و به قطر ۱/۰ میلی‌متر و با مقطع دایره و جهت تقویت نمونه‌های گروه اول استفاده شد.

۶- مش فلزی: به ابعاد ۰/۳×۵×۵۰ میلی‌متر تقویت نمونه‌های گروه دوم استفاده شد.

۷- فایبر پلی‌اتیلن: از Fibre–Braid ساخت کارخانهٔ انسیدنتال (Nsidental) استرالیا جهت تقویت نمونه‌های گروه سوم استفاده شد.

وسایل زیر در انجام تحقیق مورد استفاده قرار گرفت:

۱- مفل: از مفل‌های برنجی پروتز کامل معمول در لابراتوار استفاده شد.

۲- پرس هیدرولیک: ساخت کارخانهٔ دندیران جهت پرس مفل‌ها استفاده شد.

۳- پروب مدرج: جهت باز کردن قسمت میانی آکریل به اندازهٔ دلخواه جهت جای‌گذاری تقویت‌کننده‌ها استفاده شد.

۴- تیغ بیستوری: جهت برداشتن اضافات آکریل بعد از پرس و قبل از پخت استفاده شد.

۵- Fibre shears: از قیچی مخصوص ست خریداری شده جهت برش نوارهای پلی‌اتیلن به دلخواه استفاده شد.

۶- Clamp: از رکاب معمول استفاده شده در لابراتوار جهت فشار بر مفل‌ها حین پخت استفاده شد.

۷- Cutter: جهت بریدن قطعات دلخواه از سیم Stainless Steel استفاده شد.

۸- دستگاه Sand Blaster: جهت سند بلاست قطعات سیم Stainless steel استفاده شد.

۹- اجاق گاز: به همراه ظرف بزرگ جهت پختن هم‌زمان نمونه‌ها استفاده شد.

۱۰-موتور پرداخت و تریم: جهت پرداخت و تنظیم کردن قطعات آکریلی تهیه شده استفاده شد.

۱۱-کولیس: از کولیس دقیق با دقت ۰/۱ میلی‌متر جهت اندازه‌گیری دقیق قطعات آکریل استفاده شد.

۱۲- دستگاه: جهت آزمایش 3-Point Loading و از مدل HC10 ساخت کشور انگلستان استفاده شد. (تصاویر ۶-۱)

ابتدا تعداد ۴۰ عدد الگوی آلومینیومی به ابعاد ۳× ۱۲× ۶۵ میلی‌متر از یک قطعه از ورق آلومینیومی به قطر ۳ میلی‌متر به کمک دستگاه اره الکتریکی دقیق بریده شد. از این الگوهای آلومینیومی برای ایجاد مولد در مفل جهت ساخت نمونه‌های اکریلی با ابعاد یکسان استفاده شد.

مراحل مفل‌گذاری:

تعدادی مفل با ابعاد و شکل یکسان انتخاب شد. سپس گچ Stone که از یک کیسه و با شرایط مساوی و مشابه به مدت ۲۵ ثانیه بر روی وایبراتور با آب مخلوط شده بود آماده شد و داخل نیمهٔ تحتانی مفل‌ها ریخته شد تا حدی که ۱/۵ سانتی‌متر از لبهٔ فوقانی مفل‌ها خالی ماند. قبل از تکمیل ستینگ، در گچ هر مفل ۶ عدد سنجاق فلزی خم شده جهت ایجاد گیر مکانیکی برای لایهٔ بعدی (Ormalab-75) قرار داده شد. بعد از ۴۵ دقیقه که گچ کامل ست شده بود کل فاب باقی‌مانده در نیمهٔ تحتانی مفل با مادهٔ Ormalab-75 پر شد. از این ماده به دلیل ثبت جزئیات بهتر لبه‌های الگوهای آلومینیومی استفاده شد. در خلال Working Time ماده Ormalab، در هر مفل ۳ عدد الگوهای آلومینیومی، با فشاری متناسب و ملایم به طور موازی به درون آن ماده فرو برده شد. پس از سخت شدن نیمهٔ تحتانی مفل، نیمهٔ فوقانی سوار شده و مجدداً مادهٔ Ormalab-75 به ضخامتی ۱/۵ سانتی‌متر اضافه شد، سنجاق‌های فلزی در آن قرار داده به دنبال آن بقیهٔ نیمهٔ فوقانی مفل توسط گچ Stone که با روشی مشابه با گچ اولیه آماده شده بود پر شد و به مدت ۴۵ دقیقه زیر پرس با فشار 2 bar قرار داده شد تا ستینگ

گچ نیمهٔ فوقانی مفل نیز تکمیل شود. پس از آن به آرامی قطعات مفل از هم باز شده و الگوهای آلومینیومی با ملایمت و به کمک فورسپس و اسپاتول از داخل مادهٔ Ormalab-75 خارج گردید.

مرحلهٔ آکریل‌گذاری:

فضاهای ایجاد شده با استفاده از رزین پلی‌متیل‌متا آکریلات گرما سخت ساخت کارخانهٔ بایر با نام تجاری ملیودنت پر شد. رزین با توجه به دستوارت کارخانهٔ سازنده بدین شرح تهیه شد:

۱۰میلی‌لیتر از مایع آکریل را درون ظرف شیشه‌ای ریخته و ۲۳/۴ گرم پودر آرام و در فاصلهٔ ۴۰-۳۰ ثانیه به آن اضافه شد. ۶۰-۴۵ ثانیه با اسپاتول مخلوط کرده و سپس درب ظرف با اسلب شیشه‌ای پوشانده شد. پس از ۶ دقیقه که آکریل به قوام خمیری رسید، مولدهای تهیه-شده پر شدند. روی آن را با یک لایه سلفون پوشانده، درب مفل را بسته و پرس با فشار 1bar انجام گرفت. پس از خارج کردن مفل‌ها درب آنها را باز کرده و بعد از برداشتن سلفون، اضافات آکریل به کمک اسپاتول و بیستوری حذف شده و سطح آکریل‌ها از جهت عدم وجود حباب یا نقص بررسی شدند.

مراحل قرار دادن تقویت‌کننده‌ها:

الف) قرار دادن سیم‌های Stainless Steel:

قطعات ۵ سانتی‌متری از سیم فولادی زنگ نزن از جنس سخت به قطر یک میلی‌متر و با مقطع گرد ساخت کارخانهٔ Dentaurum که از پیش توسط پودر اکسید آلومینیوم ۵۰ میکرون سند بلاست شده بود، جهت این تحقیق آماده شد. قطعه‌های سیم طی مراحل زیر به درون نمونه‌های آکریلی قرار داده شد.

- ابتدا به فاصلهٔ ۷/۵ میلی‌متر از لبهٔ نمونه‌های آکریلی (وسط نمونه‌های با عرض ۱۵ میلی‌متر) در دو طرف علامت‌گذاری شد.
- به کمک پروب مدرج شیاری به عمق ۲ میلی-متر و طول ۵ سانتی‌متر درون نمونهٔ آکریلی ایجاد شد به نحوی که ۱۰میلی‌متر از هر طرف فاصله داشت.
- سیم سند بلاست شده به کمک پنس و Clip-های پلاستیکی بدون اینکه به سطح آماده شده آن صدمه-ای وارد شود با مقداری منومر آغشته شده و به داخل کانال ایجاد شده قرار داده شد.
- پس از قرار دادن سیم داخل کانال، مابقی فضای کانال توسط مقدار کمی رزین رقیق‌تر پرگردیده و درب مفل بسته شد.

ب) قرار دادن مش‌های فلزی:

از مش فلزی به ضخامت ۰/۳ میلی‌متر، ۱۰ قطعه به ابعاد ۵×۵۰ میلی‌متر تهیه شد. سپس روی سطح اکریل داخل مفل یک مستطیل با همان ابعاد رسم شد که از دو طرف طولی نمونه به فاصلهٔ ۱۰ میلی‌متری از لبه‌ها و از دو طرف عرضی نمونه به فاصلهٔ ۵ میلی‌متر از لبه‌ها قرار داشت. سپس با استفاده از تیغ بیستوری و پنس، قطعهٔ مستطیل شکل اکریل به عمق ۱/۵میلی‌متر بریده و خارج شد. بعد از آغشته کردن مش به مخلوط اکریل و منومر رقیق، آن را داخل حفره قرار داده، فضای باقی‌مانده را با همان اکریل پر نموده و درب مفل بسته شد.

ج) قرار دادن فیبرهای پلی‌اتیلن:

از فیبرهای پلی‌اتیلن با نام تجاری Fibre-Braid ساخت کارخانهٔ انسیدنت کشور استرالیا جهت این تحقیق استفاده شد. قطعات از قبل به کمک قیچی مخصوص در همان ست (Fibre Shears) بریده شده و به کمک clipهای کاغذی مخصوص روی یک شیشه تمیز در درون منومر غوطه‌ور شدند، سپس شیاری شبیه نمونه‌های تقویت‌شده گروه اول (سیم Stainless steel)، برای این گروه نیز آماده شد و فیبرها به داخل آنها قرار گرفت. همانند گروه‌های اول و دوم فضای مانده با آکریل رقیق پر شده و درب مفل بسته شد.

پختن نمونه‌های آکریلی:

پس از اینکه مفل‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در زیر پرس با فشار bar ۱/۵ قرار گرفتند، خارج شده و درون رکاب (Clamp) گذاشته و مراحل پخت (processing) طبق دستور کارخانهٔ سازنده اجرا شد. در تمام مدت پخت ۷-

۵ سانتی‌متر آب روی مفل‌ها قرار داشت، پس از خاتمهٔ پخت، مفل‌ها درون آب به مدت ۲۴ ساعت به حال خود رها شدند.

پرداخت نمونه‌های آکریلی:

پس از مراحل پخت (Processing)، مفل‌ها با احتیاط باز شد و به کمک اسپاتول نمونه‌های آکریلی از داخل مادهٔ Ormalab-75 به راحتی خارج شدند. بعد از تریم نمودن اضافات اکریل با یک کولیس دقیق و با دقت ۰/۱ میلی‌متر، ابعاد نمونه‌ها چک شد. نمونه‌ها به مدت یک هفته در درون ظرفی از آب و در دمای ۳۷ درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شد.

آزمایش نمونه‌ها:

از دستگاه Instron Universal Testing مدل HC10 ساخت کشور انگلستان جهت این تحقیق استفاده شد و از آزمایش 3-point loading جهت بررسی استحکام عرضی (Strength Transverse) نمونه‌ها کمک گرفته شد.

در این آزمایش، فاصلهٔ دو تیکه‌گاه عمودی دستگاه ۴۵ میلی‌متر و سرعت Cross head دستگاه نیز ۵ mm/min تنظیم شد. نمونه‌ها یکی‌یکی روی تکیه‌گاه‌های عمودی به صورت دقیق قرار داده شدند. میلهٔ عمودی Cross head دستگاه نیز دقیقاً به وسط نمونه‌ها و روی نقطه‌ای که از قبل علامت‌گذاری شده نیرو اعمال می‌کرد. اعمال نیرو تا شکستن نمونه‌ها ادامه می‌یافت. به محض شکستن نمونه‌ها نیرو به صورت اتوماتیک به صفر می‌رسید و به کمک برنامهٔ نرم‌افزاری مخصوص عدد به دست آمده بر حسب نیوتن ثبت می‌شد. اعداد به دست آمده معرف نیروی وارده بر حسب نیوتن بوده و جهت محاسبهٔ مقدار استحکام عرضی نمونه‌ها، اعداد مذکور در رابطهٔ $S = 3PL/2bd^2$ قرار داده شد.

در این فرمول، P معرف نیروی وارده بر حسب نیوتن، L معرف فاصلهٔ دو تیکه‌گاه عمودی بر حسب میلی‌متر و برابر با ۴۵، b معرف عرض نمونه بر حسب میلی‌متر و معادل ۱۲ و d معرف ضخامت نمونه بر حسب میلی‌متر و معادل ۳ بود.

به کمک رابطهٔ فوق، استحکام عرضی هر نمونه محاسبه و در جدولی ثبت شده و نتایج جهت بررسی‌های آماری آماده گردید.

یافته‌ها

جهت سهولت کار، گروه‌های شرکت‌کننده در محاسبات طبق جدول زیر کدگذاری شدند. ماکزیمم اعمال نیرو بر حسب نیوتن برای نمونه‌های گروه‌های چهارگانه آزمایش در جدول ۲ آورده شده است.

میزان استحکام عرضی هر کدام از نمونه‌ها با استفاده از رابطهٔ تعیین استحکام عرضی ($S=3PL/2bd^2$) محاسبه شد که در جدول ۳ آورده شده است.

جدول۱: کدگذاری گروه های چهارگانه

نام گروه	کد گروه
گروه شاهد (گروه کنترل)	.00
گروه اول (تقویت شده با سیم)	1.00
گروه دوم (تقویت شده با مش فلزی)	2.00
گروه سوم (تقویت شده با فایبر)	3.00

جدول ۲: نتایج ماکزیمم اعمال نیرو بر حسب نیوتن

	گروه .00	گروه 1.00	گروه 2.00	گروه 3.00
نمونه اول	۱۳۱	۱۴۰	۱۱۲	۱۱۶
نمونه دوم	۱۲۴	۱۳۴	۱۳۸	۱۲۴
نمونه سوم	۱۳۴	۱۱۸	۱۴۲	۱۱۴
نمونه چهارم	۱۱۶	۱۳۸	۱۲۰	۱۲۷
نمونه پنجم	۱۲۸	۱۲۷	۱۲۹	۱۲۶
نمونه ششم	۱۲۷	۱۲۰	۱۲۲	۱۲۹
نمونه هفتم	۱۲۱	۱۱۸	۱۱۱	۱۲۶
نمونه هشتم	۱۳۱	۱۴۴	۱۳۳	۱۳۷
نمونه نهم	۱۱۷	۱۲۱	۱۳۱	۱۳۲
نمونه دهم	۱۲۵	۱۲۴	۱۲۶	۱۲۶
جمع	۱۲۵۴	۱۲۸۴	۱۲۶۴	۱۲۵۷
mean	۱۲۵/۴	۱۲۸/۴	۱۲۶/۴	۱۲۵/۷

جدول۳: میزان استحکام عرضی محاسبه شده مربوط به نمونه‌ها بر حسب N/mm^2

	گروه .00	گروه 1.00	گروه2.00	گروه 3.00
نمونه اول	۸۱/۸۷	۸۷/۵۰	۷۰/۰۰	۷۲/۵۰
نمونه دوم	۷۷/۵۰	۸۳/۷۵	۸۶/۲۵	۷۷/۵۰
نمونه سوم	۸۳/۷۰	۷۳/۷۵	۸۸/۷۵	۷۱/۲۵
نمونه چهارم	۷۲/۵۰	۸۶/۲۵	۷۵/۰۰	۷۹/۳۸
نمونه پنجم	۸۰/۰۰	۷۹/۳۸	۸۰/۶۳	۷۸/۷۵
نمونه ششم	۷۹/۳۷	۷۵/۰۰	۷۶/۲۵	۸۰/۶۳
نمونه هفتم	۷۵/۶۲	۷۳/۷۵	۶۹/۳۷	۷۸/۷۵
نمونه هشتم	۸۱/۸۷	۹۰/۰۰	۸۳/۱۳	۸۵/۶۳
نمونه نهم	۷۳/۱۲	۷۵/۶۳	۸۱/۸۸	۸۲/۵۰
نمونه دهم	۷۸/۱۴	۷۷/۵۰	۷۸/۷۵	۷۸/۷۵
جمع	۷۸۳/۶۹	۸۰۲/۵۱	۷۸۸/۰۱	۷۸۵/۶۴
mean	۷۸/۳۷	۸۰/۲۵	۷۹/۰۰	۷۸/۵۶

بحث

طبق نتایج به دست آمده از محاسبات مربوط به هر کدام از گروه‌های حاضر در این مطالعه و با توجه به جدول ۳، میانگین استحکام عرضی برای نمونه‌های گروه کنترل که از هیچ روشی جهت تقویت‌شان استفاده نشده بود، برابر با ۷۸/۳۷ MPa شده که در اینجا تغییرات ایجاد شده در هر کدام از گروه‌های تقویت شده را نسبت به این گروه مقایسه می‌کنیم.

در گروه اول که نمونه‌های رزینی آن را با سیم Stainless Steel به قطر ۱/۰ میلی‌متر تقویت کرده بودیم، متوسط میزان استحکام عرضی برابر با

۸۰/۲۵MPa محاسبه شد که در مقایسه با گروه کنترل، افزایشی به میزان ۲/۵٪ نسبت به آن گروه حاصل آمد، ولی این تفاوت از نظر آماری معنادار نبود.

با وجود اینکه قطر سیم به کار رفته در این تحقیق با قطر سیم به کار رفته در تحقیقات مربوط به جنینگز و همکارانش در۱۹۶۰ (۶)، والیتو در ۱۹۹۲ (۶) و نشاندار در ۱۳۸۲ (۲) مساوی و معادل یک میلی‌متر بود، ولی افزایش نسبی در میزان استحکام عرضی رزین در این تحقیقات نسبت به تحقیق ما بیشتر و به ترتیب: ۲۰٪، ۲۲٪ و ۱۲٪ بود. اما این نتیجه با نتایج تحقیق اسمیت در ۱۹۷۸ (۲) که عنوان کرده بود، سیم فلزی باعث افزایش میزان استحکام عرضی رزین نخواهد شد مگر اینکه حداقل ۵۰٪ از مقطع عرضی نمونه‌ها را در بر گیرد، هم‌خوانی دارد زیرا در این تحقیق قطر سیم به کار رفته ۱/۰ میلی‌متر و قطر نمونه‌ها ۳/۰ میلی‌متر و سیم‌های موجود فقط حدود ۳۳٪ از مقطع عرضی نمونه‌ها را شامل می‌شد.

کارول (Carrol) و همکارانش در ۱۹۸۴عنوان کرده بودند که ایجاد Loop درسیم ها و یا حلقوی کردن آنها هیچ تأثیری در افزایش و یا کاهش میزان استحکام عرضی نمونه‌ها نسبت به سیم‌های مستقیم و بدون انحنا نداشتند، ما نیز در این تحقیق هیچ‌گونه خم (loop) جهت ایجاد گیر ماکروسکوپیک اکریل به سیم‌ها نداده و جهت ایجاد گیر میکروسکوپیک میان سیم و آکریل از روش سند بلاست سطح سیم استفاده کردیم. لاسیلا (lassila) در ۱۹۹۲ در تحقیق خود، تفاوت معناداری بین افزایش میزان استحکام عرضی در نمونه‌های تقویت شده با سیم‌های سند بلاست شده نسبت به نمونه‌های با سیم سند بلاست نشده مشاهده کرد. او همچنین عنوان کرده بود که تمام سیم‌های فلزی با هر قطری می‌توانند باعث افزایش معنادار میزان استحکام عرضی رزین شوند (۲) که این موضوع با نتیجهٔ تحقیق حاضر هم‌سو نمی‌باشد.

در مقایسه نتایج گروه کنترل با گروه دوم که نمونه‌ها در آن با مش فلزی به قطر ۰/۳ میلی‌متر تقویت شده بودند، طبق جدول ۳ مشاهده شد که میزان استحکام عرضی در این گروه معادل ۷۹MPa بوده و افزایش ناچیز ۰/۸٪ نسبت به گروه کنترل حاصل شده که این افزایش و اختلاف از نظر آماری معنادار نمی‌باشد. در نتیجه یافته‌های ما در این قسمت با نتایج تحقیقات محققانی از جمله جنینگز (۱۹۶۰)، اسکویکراس (Schwickerath) (۱۹۶۶) و والیتو (۱۹۹۵و ۱۹۹۲) که وجود مش فلزی در نمونه‌ها را باعث افزایش غیر محسوسی در میزان استحکام عرضی دانسته‌اند، هم‌سو می‌باشد. این محققان افزایش میزان استحکام عرضی رزین در تحقیقات خود را به ترتیب: (۱٪ و ۷٪)، (۷٪و ۱٪) و ۴٪ بر آورد کرده بودند. ضمناً نتیجهٔ به دست آمده در این قسمت از آزمایش‌ها با نتیجهٔ تحقیق نشاندار (۱۳۸۲) که وجود مش فلزی در نمونه‌ها را باعث کاهش استحکام عرضی به میزان ۹٪ برآورد کرده بود، هم‌سو نمی‌باشد (۶، ۲).

در مورد گروه سوم که نمونه‌های آن با فایبرهای پلی‌اتیلن با نام تجاری Fiber – braid تقویت شده بودند با توجه به جدول ۳ و با مقایسه نتایج حاصله متوجه خواهیم شد که کمترین تفاوت در بین سه گروه حاضر در تحقیق ما نسبت به گروه کنترل، مربوط به این گروه بوده (۷۸/۵۶MPa) و وجود فایبرهای پلی‌اتیلن در نمونه‌های این گروه باعث افزایشی مختصر و غیر قابل ملاحظه در حدود ۰/۲۵٪ در میزان استحکام عرضی شد که از نظر آماری این تفاوت معنادار نیست و در نتیجه با نتایج ارائه شده توسط دیکسون (Dixon) در ۱۹۹۲ (۱۱) و ویلیامسون (Williamson) و همکارانش در ۱۹۹۴ (۱۲) که وجود این تقویت‌کننده‌ها را در رزین‌های نوع Locitone199 و Rapid heat–polymerized باعث افزایش خیلی مختصر و قابل اغماض میزان استحکام عرضی رزین دانسته‌اند، کاملاً موافق است. ضمناً نتیجه کار ما در این موضوع که پس از شکستن نمونه‌ها، قطعات شکسته شدهٔ آکریلی به واسطهٔ وجود فایبرهای پلی‌اتیلن موجود از هم جدا نمی‌شد، با نتیجهٔ

گزارش والیتو ۱۹۹۷ (۱۳) موافق است، اما این نتایج با نتایج به دست آمده در سایر تحقیقات که در آنها وجود این تقویت‌کننده‌ها باعث افزایش و یا کاهش قابل ملاحظه‌ای در میزان استحکام عرضی رزین شده بود، هم-سو نیست.

اختلافات فاحش و دامنه‌داری در نتایج حاصله از تحقیقات قبلی محققان دیگر مبنی بر استفاده از فایبرهای پلی‌اتیلن به عنوان تقویت‌کنندهٔ رزین وجود دارد (از کاهش ۳۸٪ تا افزایش ۷۷٪ در میزان استحکام عرضی). والیتو در مقاله‌ای که در سال ۱۹۹۶ منتشر کرد، ضمن تأیید همین موضوع، اشاره نمود که اختلافات موجود بستگی به میزان و نسبت فایبر به کار رفته در نمونه‌ها خواهد داشت (۸). این محقق نیز به رنگ خنثی و ترانس لوسنت این نوع فایبرها اشاره نموده، که در تحقیق حاضر نیز این موضوع کاملاً محسوس بوده و فایبر پلی‌اتیلن به کار رفته در مقایسه با مواد دیگر از قبیل سیم S.S و مش فلزی، شفاف‌تر و درون نمونهٔ آکریلی به مراتب کمتر مشهود بود. در همین مقاله به سخت بودن تکنیک‌های لابراتواری جهت قرار دادن این نوع تقویت‌کننده در نمونه‌های رزینی اشاره شده که در این تحقیق نیز این موضوع کاملاً مشکل آفرین بود به طوری که به میزان ۲ تا ۳ برابر تعداد مورد نیاز از نمونه‌های گروه پلی‌اتیلن ساخته و نهایتاً ۱۰ عدد از مناسب‌ترین آنها جهت مطالعه انتخاب گردید.

نتیجه‌گیری

طبق نتایج به دست آمده از این تحقیق به نظر می-رسد که هیچ‌کدام از تقویت‌کننده‌های استفاده شده در این مطالعه (سیم S.S به قطر یک میلی‌متر، مش فلزی به قطر ۰/۳ میلی‌متر و فایبر پلی‌اتیلن از نوع Fibre – Braid) باعث افزایش قابل ملاحظه و مفید استحکام عرضی رزین PMMA نخواهد شد.

قدردانی

بدین‌وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز که هزینه‌های این طرح را تقبل و پرداخت نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد. این مقاله از پایان‌نامهٔ آقای داریوش فتحعلی‌پور استخراج شده است.

منابع

1-Vojdani M, Ghavamoddini SM. Flexural strength of polymethyl methacrylate reinforced with glass fiber or with metal wire. J Mashhad Dent Sch 2006; 30(3-4): 327-34.
2-Nagai E, Otani K, Satoh Y, Suzuki S. Repair of denture base using woven metal and glass fiber: Effect of methylene chloride pretreatment. J Prosthet Dent 2001May; 85(5): 496-500 .
3-Polyzois GL, Tarantili PA, Frangou MJ, Andreopoulos AG. Fracture force, deflection at fracture and toughness of repaired denture resin subjected to microwave polymerization or renforced with wire of glass fiber . J Prosthet Dent 2001 Dec; 86(6): 613-9.
4-Raji SH, Khosravi K, Rajabi M, Alavi Sh. Effect of acid etching, adhesive type and composite resin aging on the bond strength of orthodontic brackets to resin composite.J Isfahan Dent Sch 2011; 6(6): 712-9.
5-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 Proshet Dent 2003Oct; 90: 385 -93.
6-Vallittu P. A review of methods used to reinforce polymethylmethacry late resin. J prosthod2009Sep; 4(3): 183-7.
7-Cheng YY, Chow TW. Fabrication of complete denture bases reinforced with polyethylene fabric. J Prosthod1999; 8(4): 268-72.
8-Vallittu PK. A Review of fiber- reinforced denture base resins . J Prosthodont 1996 Dec; 5(4): 270-6.
9-Uzun G, Hersek N , Tincer T. Effect of five wovon fiber reinforcments on the iMPact and transverse strength of a denture base resin. J Prosthet Dent 1999 May; 81(5): 616-20.
10-Vallittu P. Flexural properties of acrylic resin polymers reinforced with unidirectional and woven glass fibers. J Prosthet Dent 1999Mar; 81(3): 318-26.

11-Dixon D. The transverse strengths of three denture base rdsins reinforced with polyethylene fibers. J Prosthet Dent 1992Mar; 67(3): 417-9.
12-Williamson D. Effect of polyethylene fiber reinforcement on the strength of denture bae resins polymerized by microwave energy. J Prosthet Dent 1994Dec; 72(6): 635-8.
13-VallittuP. Ultra –high- modulus polyethylene ribbon as reinforcement for denture polymethy l methacrylate: A short communication. Deut Mater 1997Nov; 13(6): 381-2.
14-Vallittu P, Lassila V. Reinforcement of acrylic resin dentur base material with metal or fibre strengtheners. J Oral Rehabil 1992May; 19(3): 225-230.

Comparision of Transverse Strength of Polymethylmethacrylate Resin with Reinforced PMMA by Stainless Steel Wire, Metallic Mesh and Polyethylene Fiber

Asadollah Ahmadzadeh[1], Seyed Ali Ziaei[2*], Maryam Shamsayi[3], Daryush Fathalipour[4], Ali Rohani[5]

1-Assistance Professor of Prosthodontics.
2-Resident of Prosthodontics.
3-Resident of Pediatric Dentistry.
4-Dentist.
5-Dentistry Student.

1,2-Department of Prosthodontics, Dental School, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.
3-Department of Pediatric Dentistry, Dental School, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.
4-General Dentist.
5-Dentistry Student, Dental School, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

**Corresponding author:*
Seyed Ali Ziaei; Department of Prosthodontics, Dental School, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.
Tel: +989132018665
Email: drziaeisa@gmail.com

Abstract

Background and Objective: Denture fracture due to excessive thickness, malocclusion or other traumas during sneezing or washing are disadvantages of acrylic prosthetics and PMMA resin. So further methods are needed to increase their transverse strength. Although there are many studies on reinforcing and modifying with copolymers, cross–linking or use of metallic or fibric strengtheners to enhance mechanical properties, There are limited studies with paradoxical results. The aim of this study was to compare the transverse strength between reinforcement with polyethylene fiber and two older methods (stainless steel, metallic mesh).

Subjects and Methods: In this study 40 PMMA resin samples (65x12x3 mm) were made and categorized in 4 groups : With no reinforcing agent (control group); with metal wire (diameter 1.0 mm); with metal mesh (diameter 0.3 mm) and with polyethylene fiber (Fibre–braid). These samples were put to 3-point loading test by Instron universal testing machine.

Results: The average transverse strength in control group was 78.37 MPa and for three other groups: metallic wire, mesh and polyethylene fibers, in sequence, were 80.25 MPa , 9 MPa and 78.56 MPa . The results were not statistically significant (P>0.05).

Conclusion: Reinforcing the acrylic resin using different techniques do not produce increases in transverse strength in comparison with the conventional acrylic resin with no reinforcement. Therefore, none of the tested techniques are recommended.

Key words: PMMA resin, Polyethylene fibers, Transverse Strength.

►*Please cite this paper as:*
Ahmadzadeh A, Ziaei SA, Shamsayi M,Fathalipour D, Rohani A. Comparision of Transverse Strength of Polymethylmethacrylate Resin with Reinforced PMMA by Stainless Steel Wire, Metallic Mesh and Polyethylene Fiber. Jundishapur Sci Med J 2016;15(1):105-115.

Received: May 21, 2015 **Revised: Aug 19, 2015** **Accepted: Oct 26, 2015**