

مقایسه استحکام ضربه ای آکریل گرماسخت آکروپارس و ملیودنت

دکتر فریا گلبیدی* - دکتر امیر مقدادی**

*- استادیار گروه آموزشی پروتزیهای دندانی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان.

** - دندانپزشک.

چکیده

زمینه و هدف: یکی از پرمصرفترین مواد در تهیه پروتزیهای متحرک، آکریل ها هستند که خصوصیات فیزیکی و مکانیکی متعددی دارند. میزان استحکام ضربه ای آکریل خصوصیتی است که تأثیر به سزایی در موفقیت یا شکست درمان دارد. با توجه به اینکه در حال حاضر آکریل ایرانی آکروپارس به میزان زیادی در کشور استفاده می شود و تاکنون مطالعه ای بر روی استحکام ضربه ای آن صورت نگرفته است این مطالعه با هدف کلی اندازه گیری و مقایسه استحکام ضربه ای آکریل گرماسخت ایرانی آکروپارس با استاندارد بریتانیا و آکریل گرماسخت ملیودنت که مورد تأیید انجمن دندانپزشکان آمریکا (ADA) می باشد، انجام شده است.

روش بررسی: مطالعه حاضر یک بررسی آزمایشگاهی است. با توجه به استاندارد شماره ۲۴۸۷ بریتانیا، ابتدا دو دای به شکل مکعب مستطیل از جنس آلومینیوم به ابعاد $50 \times 6 \times 4$ میلی متر ساخته و مفل گذاری شد، سپس از هر کدام از دو نوع آکریل، ۱۵ نمونه تهیه گردید. کلیه اندازه گیریها توسط دستگاه plastic impact tester انجام گرفت. پس از جمع آوری اطلاعات، یافته های این مطالعه با استفاده از آزمون t مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

یافته ها: میانگین استحکام ضربه ای در آکریل آکروپارس $1/21$ کیلوژول بر متر مربع و در آکریل ملیودنت $1/39$ کیلوژول بر متر مربع بود. بین میانگین استحکام ضربه ای آکریل های آکروپارس و ملیودنت تفاوت معنی داری وجود نداشت ($p=0/26$) و هر دو آکریل با استاندارد شماره ۲۴۸۷ بریتانیا (حداقل $0/8$ کیلوژول بر متر مربع) مطابقت داشتند.

نتیجه گیری: استحکام ضربه ای آکریل های آکروپارس و ملیودنت از نظر آماری تفاوت معنی داری ندارند و در مقایسه با استاندارد بریتانیا، بیش از حد استاندارد ذکر شده می باشند.

کلید واژه ها: استحکام ضربه ای - رزین های آکریلیک.

پذیرش مقاله: ۸۴/۵/۶

اصلاح نهایی: ۸۴/۴/۶

وصول مقاله: ۸۳/۱۲/۱۹

نویسنده مسئول: گروه آموزشی پروتزیهای دندانی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان fgolbidi@yahoo.com

مقدمه

رزین ها هستند. (۴)، رزین های آکریلیک دارای خواص مکانیکی و فیزیکی متعددی از جمله استحکام عرضی، ثبات ابعادی، استحکام برشی، سختی، قابلیت انحلال و جذب آب و استحکام ضربه ای و ... می باشند. (۵)، بنا به تعریف استحکام ضربه ای مقدار انرژی است که ماده قبل از شکسته شدن در اثر ضربه

رزین های آکریلیک در سال ۱۹۳۷ به دندانپزشکی معرفی شدند (۱-۲) و تاکنون ماده دیگری که ضمن داشتن خصوصیات فیزیکی مطلوب از نظر ظاهری نیز بتواند بخوبی آکریل ها بافتهای نرم دهان را بازسازی کند پیدا نشده است. (۳)، امروزه بیش از ۹۵٪ دنچه های متحرک از جنس آکریلیک

جذب می‌کند. (۶)

مشخص شود.

روش بررسی

مطالعه حاضر یک مطالعه آزمایشگاهی بود. در این مطالعه با توجه به تحقیقات انجام شده قبلی (۱۳) حجم نمونه به میزان ۱۵ عدد برای هر گروه انتخاب شد. در شروع آزمایش با توجه به استاندارد شماره ۲۴۸۷ بریتانیا (۹) دو دای آلومینیومی مکعب مستطیل شکل به ابعاد ۵۰×۶×۴ میلی متر تهیه شد و این دای‌ها با استفاده از گچ ارتودنسی (Dentaurum stone, Pforzkein Co, Germany) مفل گذاری شدند. سپس آکريل‌های ملیودنت (Meliodent, Bayer Co, New Burg, UK) و آکروپارس (Acropars, Marlic Co, Tehran, Iran.) طبق دستورالعمل کارخانه سازنده تهیه و استفاده شدند.

پس از دوبار پک کردن آزمایشی، ابتدا ده دقیقه مفل دو بار تحت فشار گذاشته شد، سپس در داخل آب سرد دستگاه پخت (Automatic curing device, KavoEwl type 5518, Germany) قرار گرفت و دستگاه به صورتی تنظیم شد که ۱/۵ ساعت در دمای ۷۴ درجه سانتی گراد و یک ساعت در دمای ۹۵ درجه سانتی گراد بماند. در انتهای این مرحله دستگاه به طور خودکار خاموش شد تا مفل در طی شب سرد شود.

سپس دو نیمه مفل به آرامی و بدون فشار اضافی از هم جدا شده و نمونه حاصله با دقت خارج شد. بدین ترتیب سی نمونه آکريلیک تهیه گردید که ۱۵ عدد آن از جنس آکريل ملیودنت و ۱۵ عدد از جنس آکريل آکروپارس بود.

اندازه گیريها

از سی عدد نمونه‌های تهیه شده به مدت یک هفته در آب قرار داده شدند تا کاملاً اشباع شوند. یک ساعت قبل از انجام آزمایش نمونه‌ها از آب خارج شده و در درجه حرارت اتاق قرار

هنگامی که بیمار دنچر را برای شستشو و یا در هنگام شب از دهان خارج می‌نماید همیشه امکان افتادن و شکستن دنچر وجود دارد. از طرف دیگر تروماهای شدید ناحیه صورت به خصوص در تصادفات رانندگی می‌تواند موجب شکسته شدن دنچر و فرورفتن آن در بافت نرم و یا مسدود شدن راه تنفسی شود. توانایی بیس دنچر برای مقاومت در مقابل چنین شکستگی‌هایی به استحکام ضربه ای مواد سازنده آن بستگی دارد. (۷-۸)، استاندارد شماره ۲۴۸۷ بریتانیا مقدار استحکام ضربه ای برای آکريلیک رزین‌های گرماسخت معمولی را حداقل (۰/۸ کیلوژول بر مترمربع) تعیین کرده است. (۹)

در سالهای اخیر پیشرفتهای قابل توجهی در زمینه تولید مواد دندانپزشکی در ایران انجام شده است. از جمله ساخت آکريل های گرماسخت در ایران که از سال ۱۳۷۲ توسط شرکت مارلیک آغاز شد. این شرکت آکريل آکروپارس را در داخل کشور تولید کرده و تاکنون تحقیقاتی نیز در مورد تغییرات ابعادی (۱۰)، استحکام و خمش عرضی (۱۱) و جذب آب و قابلیت انحلال (۱۲) این نوع آکريل انجام شده است.

همچنین مطالعات زیادی بر روی استحکام ضربه ای انواع مختلف آکريل ها انجام گردیده است (۱۳-۱۴) و سعی شده تا با استفاده از موادی نظیر کرین (۱۵-۱۶)، رابر (۱۷-۱۸)، فیبرهای پلی اتیلن (۱۹، ۱۵)، گلاس (۲۰، ۱۵)، UHMWPE (۲۱-۲۲)، Kevlar (۲۳، ۱۵) و یا با استفاده از سیمهای فلزی (۲۴، ۲۰) و یا صفحات فلزی (۲۵-۲۶) و یا مواد Crosslinking (۲۷) استحکام ضربه ای آکريل ها را بالا ببرند.

هدف از مطالعه حاضر ارزیابی میزان استحکام ضربه ای آکريل ایرانی آکروپارس و مقایسه آن با استاندارد بریتانیا و استحکام ضربه ای یک نوع آکريل خارجی مورد تأیید ADA به نام ملیودنت می‌باشد تا نقایص احتمالی آکريل ایرانی

گرفتند.

بحث

در سالهای اخیر پیشرفتهای چشمگیری در زمینه تهیه و تولید مواد دندانپزشکی در ایران انجام شده است. هدف از این مطالعه نیز ارزیابی استحکام ضربه ای آکريل ایرانی آکروپارس و مقایسه آن با استاندارد بریتانیا (۹) و یک نوع آکريل خارجی مورد تأیید ADA به نام ملیودنت بود.

با توجه به نتایج این مطالعه مشخص شد که میانگین استحکام ضربه ای نمونه های آکريل گرماسخت ملیودنت ۱/۳۹ کیلوژول بر مترمربع و میانگین استحکام ضربه ای نمونه های آکريل گرماسخت آکروپارس ۱/۲۱ کیلوژول بر مترمربع می باشد که هر دو مطابق با استاندارد شماره ۲۴۸۷ بریتانیا (بیشتر از ۰/۸ کیلوژول بر متر مربع) می باشد. (۹)

بررسی آماری انجام شده نشان داد که تفاوت معنی داری بین این دو میانگین وجود ندارد ($p=0/26$).

در مرحله بعد میانگین استحکام ضربه ای نمونه های تهیه شده از آکريل های ملیودنت و آکروپارس هر کدام به طور جداگانه با بریتانیا استاندارد مقایسه شد.

نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که یک اختلاف معنی دار مثبت بین میانگین استحکام ضربه ای در نمونه های تهیه شده از دو نوع آکريل و میانگین ذکر شده توسط استاندارد بریتانیا وجود دارد ($P<0/005$).

در حالت ایده آل بیس دنچر باید استحکام ضربه ای کافی داشته باشد تا در اثر افتادن و یا ضربه های وارده به صورت نشکند. البته این میزان استحکام نباید خواص دیگر بیس دنچر را تحت تأثیر قرار دهد. به عنوان مثال اگر چه اضافه کردن پلاستی سائزورها یا فیلرها می تواند موجب افزایش استحکام ضربه ای آکريل شود ولی این افزایش همراه با کاهش Hardness (سختی)، Elastic modulus (مدول الاستیک) و Compressive Str (استحکام فشاری) می باشد. (۷)

آزمون ضربه به وسیله دستگاه سنجش استحکام ضربه ای (Monsanto Ltd, Swindon, UK Hounsfield Plastic impact tester) انجام شد. قبل از قرار دادن نمونه در دستگاه، محل ضربه در وسط هر نمونه علامت گذاری شد. ترتیب قرار دادن نمونه ها در دستگاه به صورت تصادفی بود.

کلیه اندازه گیریها در یک روز انجام گردید و نتایج حاصله ثبت شد. اطلاعات حاصل از این آزمایش با استفاده از آزمون Independent t مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

شایان ذکر است که نتایج ثبت شده در دستگاه، برحسب ژول بود و برای مقایسه با استاندارد بریتانیا لازم بود که این اعداد به کیلوژول بر مترمربع تبدیل شوند. بدین منظور ابعاد کلیه نمونه ها قبل از انجام آزمون ضربه توسط کولیس دیجیتالی (Digital caliper, Mitutoyo Co, Tokyo, Japan) اندازه گیری شد.

یافته ها

میانگین استحکام ضربه ای نمونه های تهیه شده از آکريل آکروپارس $1/21 \pm 0/58$ کیلوژول بر مترمربع و میانگین استحکام ضربه ای نمونه های تهیه شده از آکريل ملیودنت $1/39 \pm 0/23$ کیلوژول بر متر مربع می باشد. بررسیهای آماری نشان دادند که اختلاف بین این دو میانگین معنی دار نمی باشد ($P=0/26$) (جدول ۱).

لازم به ذکر است که در مورد آکريل آکروپارس چهار نمونه استحکام ضربه ای $0/6$ کیلوژول بر متر مربع داشتند که پایینتر از حد استاندارد بریتانیا (حداقل $0/8$ کیلوژول بر متر مربع) بود ولی در مورد آکريل ملیودنت استحکام ضربه ای کلیه نمونه ها بالاتر از حد استاندارد بود.

جدول ۱: شاخصهای آماری مربوط به مقایسه میانگین استحکام ضربه ای در نمونه های تهیه شده از آکريل های آکروپارس و ملیودنت بر حسب کیلوژول بر متر مربع

گروه	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر	نتیجه آزمون t student		
آکريل اکروپارس	۱/۲۱	۰/۵۸	۰/۶	۲/۳	t	df	p
آکريل ملیودنت	۱/۳۹	۰/۳۳	۰/۹	۱/۹	۱/۱۶۲	۲۸	۰/۲۶

در نمونه ها و یا میزان پلیمریزاسیون آکريل دانست. با توجه به تشابه عوامل مؤثر در استحکام و خمش عرضی و عوامل مؤثر در استحکام ضربه ای آکريل، علت این اختلاف در نتایج ممکن است مربوط به شکل نمونه ها باشد. بدین ترتیب که زمانی که نمونه ها مانند تحقیق جلالی به شکل بیس دنچر ساخته می شود میزان فشارهای باقیمانده در نمونه بیشتر شده و میزان پلیمریزاسیون در نواحی با ضخامتهای مختلف بیس نیز متفاوت می شود. احتمال دیگری که می تواند مطرح باشد این است که شاید ترکیب آکريل ایرانی از سال ۱۳۷۷ تاکنون تغییر کرده باشد. در بیست سال اخیر تحقیقات زیادی برای بهبود بخشیدن به استحکام ضربه ای آکريل ها انجام شده است.

Schreiber (۱۶) تحقیقی بر روی تأثیر افزایش فیبرهای کربنی بر استحکام ضربه ای آکريل ها انجام داد. نتایج وی نشان داد که گرچه اضافه کردن فیبرهای کربنی میزان استحکام ضربه ای آکريل را به طور قابل توجهی بالا می برد، ولی با توجه به رنگ تیره حاصله، استفاده از این روش امکان پذیر نمی باشد.

Gulayuzan و همکارانش (۱۵) تحقیقی را در مورد تأثیر اضافه کردن پنج نوع فیبر بافته شده (Woven fiber) بر روی استحکام ضربه ای و استحکام عرضی آکريل ها انجام دادند. فیبرهای مورد استفاده در این مطالعه شامل شیشه، کربن، Kevlar نازک و ضخیم و پلی اتیلن بود. نتایج این بررسی نشان داد که بالاترین میزان استحکام

در کتب و مقالات مرجع عوامل متعددی را مسئول تغییرات استحکام ضربه ای می دانند. مهمترین این عوامل عبارتند از:

- درجه پلی مریزاسیون (۸)

- ترکیب و غلظت ماده Cross linking موجود در مونومر.

(۲۷)

- میزان و نوع فیبرها و الیاف مختلف موجود در پلیمر. (۲۵)
باید توجه داشت که نتایج آزمون ضربه یک نتیجه مقایسه ای می باشد و همه نمونه ها باید ابعاد مشابه داشته و با یک دستگاه آزمون شوند. (۸)

در مطالعه حاضر اندازه نمونه ها، روش پلیمریزاسیون و دستگاه مورد استفاده برای نمونه های هر دو نوع آکريل کاملاً یکسان بود.

بنابراین اختلاف در نتایج حاصله بین دو نوع آکريل می تواند مربوط به میزان و نوع فیبرها و الیاف مختلف موجود در پلیمر، میزان و نوع عوامل Cross linking موجود در مونومر و یا میزان و نوع مواد افزودنی دیگر در ترکیب این دو نوع آکريل باشد.

در مطالعه ای که جلالی (۱۱) در سال ۱۳۷۷ بر روی استحکام و خمش عرضی آکريل های آکروپارس انجام داد میزان استحکام و خمش عرضی نمونه های تهیه شده از آکريل آکروپارس کمتر از حد استانداردهای ADA بدست آمد. وی علل احتمالی این مسئله را ترکیب یا غلظت عوامل Cross linking و پلاستی سائزها، میزان فشارهای باقیمانده

روی آکريل‌هایی که به وسیله سیمهای فلزی و یا فیبرهای شیشه ای تقویت شده بودند انجام دادند.

نتایج به دست آمده نشان داد که گروههایی که به وسیله سیمهای فلزی و یا فیبرهای شیشه ای مستحکم شده بودند استحکام ضربه ای بسیار بالاتری نسبت به آکريل‌های معمولی داشتند، ولی تفاوت معنی داری بین خود دو گروه دیده نشد.

Harrison و همکارانش (۲۱-۲۲) در دو تحقیق جداگانه اثرات دو فرم Untreated و Treated فیبرهای UHMWPE بر روی استحکام ضربه‌ای آکريل‌ها را مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفتند که اضافه کردن فیبرهای UHMWPE به هر شکل که باشد تأثیر معنی داری بر میزان استحکام ضربه ای و سختی نمونه ها ندارد.

Jagger و همکارانش (۱۳) استحکام ضربه ای و استحکام عرضی پنج نمونه از آکريل‌های با استحکام بالا (High impact) را با یک نمونه آکريل گرماسخت معمولی مقایسه کردند.

آنها بالاترین میزان استحکام ضربه‌ای را ۱۱/۴۵ کیلوژول بر مترمربع به دست آوردند که مربوط به آکريل Metrodenti بود.

Zappini (۱۴) مقایسه‌ای بین استحکام ضربه‌ای پنج نوع آکريل با استحکام بالا (High impact) و دو نوع آکريل گرماسخت معمولی انجام داد. نتایج این مطالعه نشان داد که آکريل Luitone 199 بالاترین میزان استحکام ضربه‌ای (۲/۸۹ کیلوژول بر متر مربع) را داشته و میزان استحکام ضربه ای دو آکريل گرماسخت معمولی ۱/۳۶ کیلوژول بر متر مربع می‌باشد. این اعداد نزدیک به نتایج بدست آمده در مطالعه حاضر است.

نتیجه گیری

براساس یافته های بدست آمده از این مطالعه، میزان استحکام ضربه‌ای در آکريل آکروپارس در حد آکريل ملیودنت و استاندارد بریتانیا می باشد.

ضربه‌ای مربوط به گروه تقویت شده به وسیله پلی‌اتیلن و پایستترین میزان مربوط به گروه بدون فیبر بود.

Murphy و همکارانش (۱۸) استحکام ضربه‌ای یک آکريل گرماسخت معمولی و آکريل گرماسختی که به وسیله لاستیک تقویت شده بود را مقایسه کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که آکريل تقویت شده با لاستیک در مقایسه با آکريل معمولی استحکام ضربه ای بهتری دارد.

Price (۲۷) تأثیر مواد شبکه‌ساز (Cross linking agent) بر روی مقاومت ضربه ای پلیمر متیل متاکریلات را مورد بررسی قرار داد. وی از ترکیب مشخصی از PEG 600DMA که به صورت مخلوطی از مونومرهای مختلف با وزن مولکولی متفاوت بود استفاده کرد. نتایج این آزمایش نشان داد که با افزایش مقدار مونومرهای حاوی مواد شبکه ساز، مقاومت در برابر نیروهای ضربه ای بیشتر می شود.

Ruffino (۲۴) تحقیقی در مورد اثرات تقویت کننده استیل بر روی استحکام ضربه‌ای آکريل‌ها انجام داد و نتیجه گرفت که اگر دو تقویت‌کننده استیلی با ضخامت کافی و چند میلی‌متر دورتر و عمود بر خط فرضی فشار یا شکستگی قرار داده شوند، احتمال شکستگی آکريل به طور قابل توجهی کاهش می یابد. Gutteridge (۱۹) تحقیقی در مورد تأثیر اضافه کردن ۰/۵٪، ۱/۲٪ و ۳٪ فیبر پلی اتیلن بر روی استحکام ضربه‌ای آکريل‌ها انجام داد.

نتایج این تحقیق نشان داد که آکريل گرماسخت Trevalon دارای استحکام ضربه‌ای ۱/۳ کیلوژول بر متر مربع می‌باشد که نزدیک به نتایج به دست آمده در مطالعه حاضر است.

با زیاد کردن درصد فیبرها تا ۲٪ استحکام ضربه ای تا ۴/۲ کیلوژول بر مترمربع افزایش می‌یابد ولی با افزایش بیشتر از ۲٪ فیبر، استحکام ضربه ای سیر نزولی طی می‌کند.

در سال ۱۹۹۵، Vallittue و همکارانش (۲۰) تحقیقی را بر

REFERENCES

1. Sear VH. Development in denture field during the past half century. J Prosthet Dent 1998; 8: 243-7.
2. Peyton LA. History of resin in dentistry. Dent Clin North Am 1957; 19: 211-22.
3. Wong DM, Cheng LY, Clark RK. Effect of processing method on dimensional accuracy and water sorption of acrylic resin denture. J Prosthet Dent 1999; 81: 300-4.
4. Skinner EW, Phillips RW. The science of dental materials, 10th ed. Philadelphia: WB Saunders Company; 1996, 237-271.
5. William J, O'Brien WI. Dental materials and their selection, 2nd ed. USA: Quintessence publishing; 1997, 221-302.
6. Craig RG, O' Brein WI, Power JM. Dental materials properties and manipulation of plastic in prosthetics, 5th ed. St Louis: CV Mosby; 1992, 267-92.
7. Craig RG. Restorative dental material, 11th ed. St Louis: CV Mosby Company; 2002, 636-666.
8. Anusavice KJ. Phillips' Science of dental materials, 11th ed. USA: Saunders Company; 2003, 91-92, 745.
9. British standard specification for denture base polymers, BS 2487, British Standards Institution: London; 1989.
۱۰. گلبیدی، فریبا؛ غزنوی، غلامرضا. اثر پخت آکریل بر روی تغییرات ابعادی دینچر. مجله پژوهش در علوم پزشکی (ویژه دندانپزشکی)، ۱۳۳۷؛ دوره سوم، شماره ۴.
۱۱. جلالی موشنگانی، امید. بررسی استحکام و خمش عرضی در آکریل گرماسخت آکروپارس و مقایسه آن با آکریل گرماسخت ملیودنت. [پایان نامه]. اصفهان: دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان؛ ۱۳۷۷.
۱۲. طاهریان، علی. بررسی مقایسه ای جذب آب و قابلیت انحلال آکریل گرماسخت آکروپارس و ملیودنت. [پایان نامه]. اصفهان: دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، ۱۳۸۲.
13. Jagger DC, Jagger RG, Allen M, Harrison A. An investigation into the transverse and impact strength of high strength denture base acrylic resins. J Oral Rehabil 2002; 29: 263-267.
14. Zappini G, Kammann A. Comparison of fracture tests of denture base material. J Prosthet Dent 2003; 90(6): 578-85.
15. Gulay Uzan, Hersek N, Tincer T. Effect of five woven fiber reinforcements on the impact and transverse strength of a denture base resin. J Prosthet Dent 1981; 81: 616-20.
16. Schreiber CK. Poly (methyl methacrylate) reinforced with carbon fiber. Br Dent J 1971; 130: 29-30.
17. Rodford RA. The development of high impact strength denture base materials. J Dent 1986; 14: 214-217.
18. Murphy WM, Bates JF, Huggett R B. A comparative study of three denture base material. Br Dent J 1982; 152: 273.
19. Gutteridge DL. Reinforcement of poly (methyl methacrylate) with ultra- high - modulus polyethylene fiber. J Dent 1992; 20: 50-54.
20. Vallittu PK, Vojtkova H, Lessila VP. Comparison of the impact strength of denture polymethyl methacrylate reinforced with continuous glass fiber or metal wire. Acta Odontol Scand 1995; 53: 392-396.
21. Carlos NB, Harrison A. The effect of untreated UHMWPE beads on some properties of acrylic resin denture base material. J Dent 1997; 25: 59-64.
22. Harrison A, Constantinidis V, Vowles R. The effect of surface treated UHMWPE beads on some properties of Acrylic resin denture base material. Eur J Prosthodont Rest Dent 1997; 5(1): 39-42.
23. Grave AM, Chandler HD, Wolfard JF. Denture base acrylic reinforced with high modulus fiber. Dent Mater 1985; 1: 185-187.

24. Ruffino A. Effect of steel strengtheners on fracture resistance of the acrylic resin complete denture base. J Prosthet Dent 1990;34:75-78.
25. Vallittu PK, Lassila VP. Reinforcement of acrylic resin denture \ base material with metal or fiber strengtheners. J Oral Rehabil 1992;19:225-230.
26. Kawano F, Miyamoto M, Tadu N, Matsumoto N. Reinforcement of acrylic resin denture base with a Ni- Cr Alloy plate. Int J Prosthodont 1990;30:484-488.
27. Price CA. The effect of crosslinking agent on the impact resistance of a linear poly (methyl methacrylate) Denture base polymer. Dent Res J 1986; 65(7): 987-992.