Archive of SID

مقایسه‌ی تغییرات ابعادی خطی دو گونه آکریل گرما سخت

رامین مشرف [*]**، مهندس علی فرزان** [**]**، الهام حاتم زاده** [***]

[*] دانشیار گروه آموزشی پروتزهای دندانی، دانشکده‌ی دندانپزشکی و مرکز تحقیقات علوم دندانپزشکی پروفسور ترابی نژاد، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی اصفهان

[**] عضو هیات علمی گروه آموزشی اپیدمیولوژی و آمار، دانشکده‌ی بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی اصفهان

[***] دندانپزشک

چکیده

بیان مساله: رزین‌های آکریلی با آن‌که ویژگی‌های خوبی برای ساخت بسیاری از پروتزهای دندانی دارند و پیشرفت های زیادی هم در بهبود کیفی آن‌ها رخ داده، هنوز هم مشکل عمده‌ی آن‌ها تغییرات ابعادی اجتناب ناپذیر آن‌هاست.

هدف: هدف از این پژوهش، مقایسه‌ی تغییرات ابعادی خطی یک گونه آکریل گرماسخت ایرانی (آکروپارس)، با یک گونه اکریل استاندارد خارجی (ملیودنت) بود.

مواد و روش: در این بررسی تجربی- آزمایشگاهی، شمار 20 نمونه در دو گروه ده تایی از دو گونه آکریل گرماسخت آکروپارس و ملیودنت با رعایت دستورهای سازندگان، در یک قالب فلزی پخته و تغییرات ابعادی خطی آنها در روز اول و 30 و 60 روز پس از پلی مریزاسیون به وسیله‌ی کولیس دیجیتال با دقت 0/01 میلی‌متر اندازه‌گیری گردید. نتایج به دست آمده به کمک آزمون‌های تی استودنت (T student)، زوج تی (t-paired) و آنوا (Repeated measure ANOVA) واکاوی شد.

یافته‌ها: اختلاف میانگین تغییرات ابعادی در دو گونه‌ی آکریل مورد بررسی در روز اول 0/28±0/42، در پایان ماه اول 0/24±0/09- و در پایان ماه دوم 0/22±0/07 میلی‌متر محاسبه گردید، اما این اختلاف برپایه‌ی گونه‌ی آکریل تفاوت آماری معنادار نداشت (p =0/21). میانگین تغییرات ابعادی بر پایه‌ی زمان در هر دو آکریل تفاوت معنادار داشت (p =0/001).

نتیجه‌گیری: در این بررسی، آکریل آکروپارس در روز اول ثبات ابعادی کمتری نسبت به گونه‌ی همانند خارجی از خود نشان داد، اما در پایان ماه دوم این اختلاف میان دو گونه آکریل تفاوت آماری معناداری نداشت. در هر سه فاصله‌ی زمانی، میانگین تغییرات ابعادی در هر دو آکریل تفاوت معنادار داشت و بیشترین اختلاف این دو گونه آکریل نسبت به هم و نسبت به مولد در پایان ماه اول پس از سخت شدن بود.

واژگان کلیدی: رزین‌های آکریلی، متیل متاکریلات، مواد دندانی.

تاریخ دریافت مقاله: 87/2/31 ، تاریخ پذیرش مقاله: 87/10/2 *Shiraz Univ Dent J 2009; 10(1):38-43* **مقاله‌ی پژوهشی اصیل**

نویسنده‌ی مسوول مکاتبات: رامین مشرف. اصفهان، خیابان هزارجریب، دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، گروه آموزشی پروتزهای دندانی، کد پستی: 81746-73461

تلفن: 0311-7922819 **پست الکترونیک**: mosharraf@dnt.mui.ac.ir

www.SID.ir

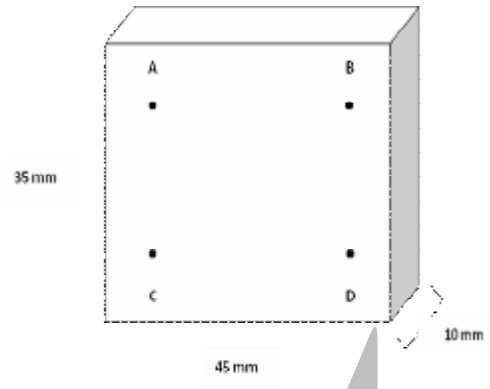
Archive of SID

درآمد

با وجود پیشرفت‌های سریع در فن‌آوری و کاربرد پلیمرها، هنوز هم پلی متیل متاکریلات (PMM) ماده‌ی اصلی در ساخت گونه‌های پروتزهای دندانی است [1-6]. قابلیت پالیش شدن، کاربرد آسان، زیبایی، آسانی تعمیر و ثبات رنگی آن باعث گردید، تا از PMM، برای ساخت بیس پروتز، قاشقک قالب‌گیری، دندان‌های مصنوعی، پروتزهای موقتی و ... استفاده شود [4-9]. با همه‌ی مزایایی که برای این مواد گفته می‌شود، اشکال عمده‌ی آن‌ها، ثبات ابعادی و تغییراتی است، که به دلایل گوناگون در دقت ابعادی آن‌ها روی می‌دهد [10 و 11] و در پایان به کاهش همخوانی بیس دست دندان با بافت‌های زیرین منجر می‌شود [12 و 13]. از مهم‌ترین علل پیدایش تغییرات ابعادی در دست دندان‌ها، می‌توان به تغییرات ابعادی در اثر انقباض ناشی از پخت آکریل [10، 11 و 14]، تغییرات دمایی پس از پخت تا رسیدن به دمای محیط [15 و 16]، تغییرات فشار وارد بر آکریل در مراحل گوناگون آکریل گذاری و پخت [13 و 14]، نشت مونومر آکریلی پس از کاربرد دست دندان و جذب آب توسط آن [7، 10، 17 و 18] اشاره کرد. با آن که تغییرات ابعادی در کل حجم آکریل روی می‌دهد [17 و 19] اما برای بررسی آن به صورت خطی، دقت بالاتری لازم است [12-10و23-20]. آشکار است، که موفقیت در درمان‌های پروتز به همخوانی و دقت بیس پروتز بستگی مستقیم دارد و ثبات ابعادی این آکریل‌ها در فرایند سخت شدن و پس از آن (پیش از تحویل به بیمار و یا در محیط دهان) از اهمیت به سزایی برخوردار است. افزون بر این، با آن‌که ساخت مواد دندانپزشکی در کشور ما در حال توسعه و پیشرفت است و در مورد تغییرات ابعادی آکریل‌های قاشقک ایرانی بررسی‌هایی انجام گرفته [24 و 25]، ولی در بررسی منابع داخلی اطلاعاتی در مورد تغییرات ابعادی آکریل‌های گرماسخت ایرانی به دست نیامد؛ بنابراین در این بررسی، به مقایسه‌ی تغییرات ابعادی خطی آکریل‌های گرماسخت (آکروپارس و ملیودنت) اقدام شده است.

مواد و روش

این بررسی که یک بررسی تجربی از گونه‌ی آزمایشگاهی بود، در دانشکده‌ی دندانپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان (اصفهان) انجام گردید. در این بررسی، همچون بررسی‌های همانند؛ در آغاز یک ورقه‌ی برنجی مستطیل شکل به ابعاد 10×45×35 میلی‌متر انتخاب و در چهارگوشه‌ی آن، 4 فرورفتگی گرد به قطر و عمق دو میلی‌متر در رئوس یک مستطیل 40×30 میلی متری ایجاد گردید (نگاره‌ی 1) [12، 22 و 25].



نگاره‌ی 1: *ابعاد و شکل ورقه‌ی برنجی که برای ساخت نمونه‌های اکریلی استفاده شد.*

سطحی از این مولد، که دارای 4 سوراخ بود، به وسیله‌ی دو لایه‌ی موم ورق (Cavex-Haarlem-Holland) پوشیده شد. سپس مجموعه‌ی مولد فلزی و موم‌های روی آن را در درون مفل قرار داده و مفل گذاری به صورت استاندارد انجام شد. پس از میان بردن موم در آب جوش، مفل‌ها باز گردیدند و فضای مربوط به موم که اکنون خالی بود، به وسیله‌ی دو لایه بیوفیلم (پارس دندان- تهران- ایران) آغشته شد. سپس، ده نمونه از هر دو آکریل آکروپارس (آکروپارس، مارلیک، تهران، ایران) و ملیودنت (Meliodent Multicryl, Heraeus-kulzer GmbH, Wehrheim, Germany) و در مجموع 20 نمونه فراهم گردید. همه‌ی نمونه‌ها با رعایت نسبت پودر به مایع پیشنهاد شده به وسیله‌ی هر دو کارخانه، مخلوط و در مرحله‌ی خمیری در مولد قرار داده شدند و در فشار پرس هیدرولیک (KAVO EWL, Germany) مراحل فشردن آزمایشی و پایانی انجام گردید. نمونه‌ها در دستگاه‌های اتوماتیک (Automatic curing device, KAVO EWL type 5518, Germany) و با سیکل پخت درازمدت (6/5ساعت در دمای 72درجه و یک‌ساعت در دمای 100 درجه) پخته شدند [20]. سپس، نمونه‌ها بیرون آورده شده و برپایه‌ی بررسی‌های همانند در آب 37 درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید [17، 20، 22 و 25]. ابعاد نمونه‌ها در طی زمان‌های 1، 30 و 60 روز پس از خروج از مفل با کولیس دیجیتال با دقت 0/010 میلی‌متر (Electronic digital caliper, Minova Co, Japan)

www.SID.ir

Archive of SID

اندازه‌گیری شدند و برپایه‌ی فرمول زیر، برای هر نمونه سه نرم در زمان‌های گوناگون محاسبه گردید:

$$Norm=\sqrt{AB^2+BC^2+CD^2+AD^2+AC^2+BD^2}$$

نتایج به دست آمده، به کمک آزمون‌های آماری تی دانشجویی (T- Student) برای مقایسه‌ی میانگین نرم در سه زمان مختلف برای هر دو گونه‌ی آکریل، واریانس در تکرار مشاهدات برای بررسی اختلاف میانگین اندازه‌ها در دو گونه آکریل با در نظر گرفتن سطح معناداری 0/05 و همچنین، آزمون T- paired برای یافتن موارد اختلاف در میان زمان‌های گوناگون با در نظر گرفتن سطح معناداری α /3=0/017 توسط یک نرم افزار آماری (SPSS, Ver. 16, SPSS Inc., Illinois, USA) واکاوی شدند.

یافته‌ها

نتایج به دست آمده از این بررسی در جدول 1 تا 3 ارایه شده است.برای تفسیر نتایج این بررسی از آزمون واریانس در تکرار مشاهدات دو سویه استفاده شد و مشخص گردید، که فرضیه‌ی همسانی کوواریانس‌ها میان زمان‌های گوناگون برقرار است (p =0/088). بر پایه‌ی نتایج این آزمون اولا پس از مهار اثر اختلاف زمان‌های گوناگون، میان دو گونه آکریل تفاوت معنادار آماری وجود ندارد (p =0/343) و ثانیا روند تغییرات ابعادی در هر کدام از دو گونه‌ی آکریل در زمان‌های گوناگون با یکدیگر تفاوت دارد (p <0/001) (جدول و نمودار 1). همچنین با انجام One sample t-test مشخص گردید، که در روز اول میانگین نرم در آکریل خارجی با مولد، تفاوت آماری معناداری داشته است (p =0/012) اما در همین روز میانگین نرم در آکریل ایرانی با مولد تفاوت آماری معناداری نداشته است (p =0/747). البته در روزهای 30 و60 میانگین نرم در هردو آکریل با مولد تفاوت آماری معناداری پیدا کرده است (p <0/05) (جدول 2).

برای نشان دادن موارد اختلاف در هر آکریل از آزمون واریانس در تکرار مشاهدات یک سویه و سپس، آزمون تی زوج استفاده شد. از آن جا که در آکریل ملیودنت فرضیه‌ی برابری کوواریانس‌ها برقرار نیست (p =0/020) با انجام آزمون آماری Greenhouse-Geisser مشخص شد، که اختلاف معناداری میان میانگین اندازه‌ها در نمونه‌های خارجی در هر سه زمان وجود دارد (p =0/002). برای مقایسه‌ی دو به دوی متغیرها از آزمون تی زوج استفاده شد، اما برپایه‌ی روش bonferroni، مقدار α برای قضاوت آماری اصلاح گردید (مقدار α =0/05 بر شمار مقایسه‌ها (3 عدد) بخش شد و قضاوت برپایه‌ی α =0/017 انجام گردید). این بررسی نشان داد، که میان میانگین اندازه‌های روز اول و 60 تفاوت آماری معنادار به چشم می‌خورد. البته همین آزمون نشان داد، که میان میانگین اندازه‌های روز اول و 60 و نیز روز 30 با 60 تفاوت آماری معناداری وجود ندارد (جدول 3).

با انجام همین آزمون (واریانس در تکرار مشاهدات یک سویه) برای نمونه‌های ایرانی نیز همسانی کوواریانس میان اندازه‌ها برقرار نبود (p =0/001). با انجام آزمون آماری Greenhouse-Geisser مشخص شد، که میان میانگین اندازه‌ها در نمونه‌های ایرانی هم، اختلاف معناداری در هر سه زمان وجود دارد (p =0/001). در این جا هم برای مقایسه‌ی دو به دوی متغیرها از آزمون تی زوج استفاده شد، اما برپایه‌ی روش Bonferroni، مقدار α برای قضاوت آماری اصلاح گردید (مقدار α =0/05 بر شمار مقایسه‌ها (3 عدد) تقسیم شد و قضاوت برپایه‌ی α =0/017 انجام گردید). این آزمون نشان داد، که میان میانگین اندازه‌های روز 30 با 60 تفاوت آماری معنادار وجود دارد و دیگر مقایسه‌ها تفاوت آماری معناداری نداشتند (جدول 3).

جدول 1: *مقایسه‌ی توزیع میانگین و انحراف معیار نرم اندازه‌گیری شده به تفکیک گونه‌ی آکریل و زمان اندازه‌گیری (نرم مولد فلزی 96/35 محاسبه شده است).*

زمان / گونه‌ی آکریل	Mean±SD روز اول	روز 30	روز 60
اکروپارس	96/69±0/34	96/58 ± 0/29	96/81 ± 0/21
ملیودنت	96/27±0/20	96 /68 ± 0/16	96/73 ± 0/20
اختلاف دو اکریل	0/42 ± 0/28	◊-0/09 ± 0/24	0/07 ± 0/22
p.value	0/004 *	0/384	0/410

◊علامت منفی نشان دهنده‌ی آن است، که ابعاد ملیودنت بیشتر از آکروپارس بوده است.
* تفاوت معنادار

جدول 2: *مقایسه‌ی میانگین اندازه‌های نرم (میلی‌متر) در روزهای گوناگون و اختلاف آن با مولد به تفکیک گونه‌ی آکریل*

گونه‌ی اکریل	زمان	t	df	اختلاف با مولد	P value
	روز اول	3/118	9	0/335	*0/012
آکروپارس	روز30	2/544	9	0/234	*0/032
	روز60	6/885	9	0/455	*0/000
	روز اول	-1/259	9	- 0/801	0/240
ملیودنت	روز30	-6/403	9	0/328	*0/000
	روز60	-6/009	9	0/378	*0/000

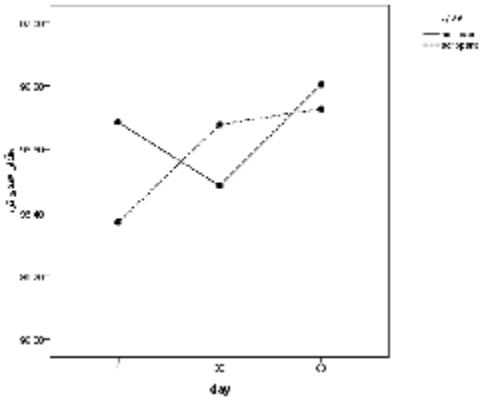
www.SID.ir

Archive of SID

جدول 3: *مقایسه‌ی میانگین اندازه‌های نرم (میلی‌متر) در نمونه‌های مورد بررسی در سه روز پیاپی*

گونه‌ی آکریل	آزمون	روز اول باروز30	روز اول با روز60	روز30 با روز60
آکروپارس	$\overline{X} \pm SD$	0/10±0/20	-0/12±0/20	-0/22±0/14
	p-value	0/140	0/081	0/001 *
ملیودنت	$\overline{X} \pm SD$	-0/41±0/06	-0/46±0/05	-0/05±0/08
	p-value	0/000 *	0/000 *	0/111

* تفاوت معنادار



نمودار 1: *مقایسه تغییرات ابعادی دو آکریل با هم و با مولد*

بحث

رزین‌های آکریلی یکی از پرمصرف‌ترین مواد در دندانپزشکی است، که با وجود داشتن خصوصیات عالی، ثبات ابعادی مطلوبی ندارند [10-13]. مهم‌ترین اثری که تغییرات ابعادی آکریل‌ها در کاربردهای بالینی می‌گذارند، تغییر در ارتفاع عمودی پروتز است [18-20]، اما ممکن است سبب کاهش همخوانی بیس پروتز با بافت‌های زیرین هم بشوند [12 و 13]. به همین دلیل، تغییرات ابعادی آکریل‌های گرماسخت در پژوهش‌های زیادی بررسی شده است [10-18].

از سوی دیگر، در کشور ما نیز، برخی از تولیدکنندگان داخلی به تهیه و پخش رزین‌های آکریلی اقدام نموده‌اند، که در این بررسی تلاش شده است، که تغییرات ابعادی خطی آکریل‌های گرماسخت ایرانی (آکروپارس) اندازه‌گیری و با یک نمونه‌ی خارجی استاندارد (ملیودنت) مقایسه گردد.

در بررسی کوچی (Cucci)، پو (Pow) و دویموس (Duymus) پیشنهاد گردید، که وسایل ساخته شده با رزین‌های آکریلی پس از تکمیل پلی مریزاسیون تا پیش از استفاده در دهان، در محیط آب 37 درجه سانتی گراد نگهداری شوند، تا به این شکل افزون بر افزایش ثبات ابعادی آنها (به دلیل مجموع اثر تغییرات ابعادی و جذب آب)، به واسطه‌ی کم شدن از میزان مونومر آزاد در رزین، سمیت آنها هم کاهش یابد [7، 17، 20 و 22]. در این بررسی نیز، پس از فراهم کردن نمونه‌ها و در فاصله‌های اندازه‌گیری، نمونه‌ها در محیط آب 37 درجه‌ی سانتی‌گراد نگهداری گردیدند، تا افزون بر سفارش مقاله‌های معتبر، شرایط آزمایش به محیط دهان شبیه تر شده باشد. از سوی دیگر با توجه به این‌که گراجور (Grajower) و همکاران، تاکیدی زیاد بر رعایت درست نسبت پودر به مایع در اختلاط آکریل داشته‌اند [26]، در این بررسی نیز، تلاش شد تا با رعایت نسبت پیشنهاد شده به وسیله‌ی سازندگان، دقت بررسی بیشتر شود.

با توجه به جدول 1 مشخص می‌شود، که تغییرات ابعادی خطی در آکریل ایرانی در روز اول در راستای افزایش نرم بوده است، در صورتی که، در آکریل خارجی در همین زمان، کاهش نرم مشاهده می‌شود. از سوی دیگر، با توجه به این که این اختلاف، میان دو آکریل معنادار است، می‌توان به این نتیجه رسید، که با وجود نبود این تفاوت، رفتار آکریل‌های ایرانی و خارجی در روز اول پس از خروج از مفل قابل مقایسه نیست (نمودار 1). افزون بر این، از آن جا که در همین فاصله‌ی زمانی تفاوت معنادار با مولد تنها در آکریل آکروپارس دیده می‌شود، می‌توان گفت، که در روز اول پس از خروج نمونه‌ها از مفل، آکریل ملیودنت دقت ابعادی بیشتری داشته است. در فاصله‌های زمانی بعدی، آکریل ملیودنت در روزهای 30 و 60 نسبت به روز اول تغییرات ابعادی معنادار پیدا کرد در صورتی که، در مورد آکریل آکروپارس تنها میان روزهای 30و60 اختلاف معنادار دیده شد (جدول 2).

در این بررسی با گذشت زمان، نرم هردو آکریل افزایش یافت و سبب شد، که با وجود نبود تفاوت معنادار میان دو آکریل، هر دو با مولد اختلاف معنادار داشته باشند. جالب آن است، که افزایش مقدار عددی نرم در ماه اول در نمونه‌های ملیودنت و در ماه دوم در نمونه‌های آکروپارس بیشتر بود (جدول 1). افزایش مقدار عددی نرم ممکن است، که به دلیل جذب آب به وسیله‌ی هر دو آکریل باشد [7، 10، 17 و 18]، اما به گفته‌ی گلبیدی و همکاران، این اختلاف در میزان افزایش مقدار عددی نرم در ماه اول، ممکن است مربوط به نوعی انقباض تاخیری باشد، که در فاصله‌ی کمی

www.SID.ir

Archive of SID

پس از قرارگرفتن نمونه‌ها در آب، به دلیل نشت مونومر برجامانده به خاطر کامل نبودن پلی‌مریزاسیون، در آکریل آکروپارس روی دهد [7]. از سوی دیگر، باوجود اینکه در بررسی گلبیدی و همکاران (1385)، میزان جذب آب به وسیله‌ی این دو گونه آکریل در حد استاندارد شماره‌ی 1567 سازمان جهانی استاندارد (ISO)، استاندارد شماره‌ی 2571 سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و استاندارد شماره‌ی ADA12 محاسبه شده [7]، اما در بررسی کنونی، نتیجه‌ی جذب آب به وسیله‌ی هردوی این آکریل‌ها، ایجاد اختلاف معنادار با مولد بوده است. البته این اختلاف ممکن است، که از نظر عددی در کاربردهای بالینی اهمیت چندانی نداشته باشد، چراکه در کاربردهای بالینی بنا به گفته‌ی بسیاری از پژوهشگران تغییرات ابعادی کمتر از یک درصد قابل قبول به شمار می‌رود [15، 19 و 27].

نتیجه گیری

در این بررسی، آکریل آکروپارس در روز اول ثبات ابعادی کمتری نسبت به گونه‌ی همانند خارجی از خود نشان داد، اما در پایان ماه دوم این اختلاف میان دو گونه آکریل تفاوت آماری معنادار نداشت. در هر سه فاصله‌ی زمانی میانگین تغییرات ابعادی در هر دو آکریل تفاوت معنادار داشت و بیشترین اختلاف این دو گونه آکریل نسبت به هم و نسبت به مولد در پایان ماه اول پس از سخت شدن بود.

******

References

1. Jagger DC, Harrison A, Jandt KD. The reinforcement of dentures. J Oral Rehabil 1999; 26: 185-194.
2. Johnston EP, Nicholls JI, Smith DE. Flexure fatigue of 10 commonly used denture base resins. J Prosthet Dent 1981; 46: 478-483.
3. Schneider RL, Stokes JL, LaDuke D. Design and fabrication technique for metal palates in maxillary complete dentures. J Dent Technol 2000; 17: 8-11.
4. Vojdani M., Ghavamoddini SM. Flexural strength of polymethyl methacrylate reinforced with glass fiber or with metal wire. J Dent Mashhad Univ Med Scien 2006; 30: 327-334.
5. Mosharraf R, Noor-Allah M, Rajaee A. Evaluation of the effect of palatal shape and acrylic resin thickness on the flexural strength of maxillary denture base. J Mashhad Dent Sch 2007; 31: 111-116
6. Ebadian B, Parkan MA. Evaluation of thermal conductivity of heat cured acrylic resin mixed with Al2O3. J Dent Tehran Univ Med Scien 2002; 15: 21-28.
7. Golbidi F, Jalali O. An evaluation of the Flexural Properties of Meliodent and Acropars Heat Polymerized Acrylic Resins. J Dent Tehran Univ Med Scien 2007; 4: 55-63.
8. Neshandar Asli H. Comparison of the Transversel Strength of Polymethylmethacrylate Resin reinforced with wire and metal meshwork. J Guilan Univ Med Scien 2006; 45: 43-49.
9. Neshandar Asli H, Jahandideh Y. Evaluation of the Transversel Strength of Acropars Heat Cure Acrylic Resin as Compared with Bayer and Meadway Heat Cure Acrylic Resins. J Guilan Univ Med Scien 2006; 15: 84-88.
10. Wong DM, Cheng LY, Chow TW, Clark RK. Effect of processing method on the dimensional accuracy and water sorption of acrylic resin dentures. J Prosthet Dent 1999; 81: 300-304.
11. Keenan PL, Radford DR, Clark RK. Dimensional change in complete dentures fabricated by injection molding and microwave processing. J Prosthet Dent 2003; 89: 37-44.
12. Cucci AL, Giampaolo ET, Leonardi P, Vergani CE. Unrestricted linear dimensional changes of two hard chairside reline resins and one heat-curing acrylic resin. J Prosthet Dent 1996; 76: 414-417.
13. Consani RL, Domitti SS, Consani S. Effect of a new tension system, used in acrylic resin flasking, on the dimensional

www.SID.ir

Archive of SID

stability of denture bases. J Prosthet Dent 2002; 88: 28528-9.

14. Kimoto S, Kobayashi N, Kobayashi K, Kawara M. Effect of bench cooling on the dimensional accuracy of heat-cured acrylic denture base material. J Dent 2005; 33: 57-63.
15. Yeung KC, Chow TW, Clark RK. Temperature and dimensional changes in the two-stage processing technique for complete dentures. J Dent 1995; 23: 245-253.
16. Moturi B, Juszczyk AS, Radford DR, Clark RK. Dimensional change of heat-cured acrylic resin dentures with three different cooling regimes following a standard curing cycle. Eur J Prosthodont Restor Dent 2005; 13: 159-163.
17. Cucci AL, Vergani CE, Giampaolo ET, Afonso MC. Water sorption, solubility, and bond strength of two autopolymerizing acrylic resins and one heat-polymerizing acrylic resin. J Prosthet Dent 1998; 80: 434-438.
18. Keenan PL, Radford DR, Clark RK. Dimensional change in complete dentures fabricated by injection molding and microwave processing. J Prosthet Dent 2003; 89: 37-44.
19. Polychronakis N, Yannikakis S, Zissis A. A clinical 5-year longitudinal study on the dimensional changes of complete maxillary dentures. Int J Prosthodont 2003; 16: 78-81.
20. Pow EH, Chow TW, Clark RK. Linear dimensional change of heat-cured acrylic resin complete dentures after reline and rebase. J Prosthet Dent 1998; 80: 238-245.
21. Pagniano RP, Scheid RC, Clowson RL, Dagefoerde RO, Zardiackas LD. Linear dimensional change of acrylic resins used in the fabrication of custom trays. J Prosthet Dent 1982; 47: 279-283.
22. Duymuş ZY, Yanikoğlu ND. Influence of a thickness and processing method on the linear dimensional change and water sorption of denture base resin. Dent Mater J 2004; 23: 8-13.
23. Baydas S, Bayindir F, Akyil MS. Effect of processing variables (different compression packing processes and investment material types) and time on the dimensional accuracy of polymethyl methacrylate denture bases. Dent Mater J 2003; 22: 206-213.
24. Ebadian B,Bazargan Zadeh MA. Comparison of dimensional changes of two types of cold-cured acrylic resins: Acropars and Meliodent. J Dent Tehran Univ Med Scien 2003; 16: 11-18.
25. Mosharraf R, Farzan A, Farahnakian F. Comparison of linear dimensional changes of two cold – cure acrylic resins. J Islamic Dent Assoc Iran 2005; 17: 69-75.
26. Grajower R, Goultschin J. The transverse strength of acrylic resin strips and of repaired acrylic samples. J Oral Rehabil 1984; 11: 237-247.
27. Polyzois GL, Karkazis HC, Zissis AJ, Demetriou PP. Dimensional stability of dentures processed in boilable acrylic resins: a comparative study. J Prosthet Dent 1987; 58: 654-654.

www.SID.ir