مقایسه‌ی دقت ابعادی دو گونه ماده قالب‌گیری سیلیکون تراکمی در روش پوتی واش

محمد حسن کلانتری* - **آناهیتا صفری***

* استادیار گروه آموزشی پروتز دانشکده‌ی دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شیراز

چکیده

بیان مساله: هدف از قالبگیری، ثبت دقیق دندان ها، بافت‌های پیرامون و ریج بی دندانی است. سیلیکون‌های تراکمی از مواد قالبگیری هستند، که برای برآورده شدن این هدف استفاده می‌شود.

هدف: این پژوهش، با هدف بررسی دقت ابعادی دو گونه سیلیکون تراکمی موجود در بازار ایران به روش پوتی- واش انجام پذیرفت.

مواد و روش: در این بررسی آزمایشگاهی با استفاده از مواد قالب گیری ایراسیل و اسپیدکس، ابعاد الگوهای گچی فراهم شده با یک الگوی آزمایشگاهی و نیز با یکدیگر مقایسه شدند. از الگوی آزمایشگاهی دارای دو دای فلزی با تقارب سه درجه در دیواره ها و با مقطع گرد، که یکی از آنها با اندرکات و همانند دندان مولر و دیگری بی اندرکات و همانند پرمولر بود، استفاده گردید. با استفاده از هر یک از مواد قالبگیری، 15 قالب و روی هم رفته، 30 قالب فراهم گردید. بر پایه‌ی دستور کارخانه‌ی سازنده، قالب ها با گچ بیگو گونه‌ی 4 (type IV) ریخته شدند. ابعاد مورد سنجش در نمونه‌ی اصلی و قالب‌های گچی به وسیله‌ی دستگاه پروفایل پروژکتور (Profile Projector) با دقتی در اندازه‌ی میکرون (0/001 میلی متر) اندازه گیری شد و درصد تغییرات ابعادی با آزمون تی (t-test) واکاوی گردید.

یافته ها: ارتفاع دای بی آندرکات با ماده‌ی اسپیدکس افزایش و در ایراسیل کاهش یافت (p <0/02). قطر دای بی آندرکات، فاصله‌ی میان دو دای در هر دو ماده‌ی قالبگیری بدون تفاوت چشمگیر افزایش یافت (p <0/67) و (p <0/22). قطر دای زیر آندرکات در ایراسیل کاهش و در اسپیدکس بی تفاوت آماری معنادار افزایش یافت (p <0/33). ارتفاع دای بالای آندرکات در هر دو مورد کاهش یافت. اختلاف دو گروه با توجه به آزمون آماری تی معنادار نبود (p <0/73).

نتیجه گیری: ماده‌ی قالبگیری اسپیدکس نسبت به ایراسیل در تمام ابعاد بجز ارتفاع دای بالای اندرکات دقیق تر است.

واژگان کلیدی: دقت ابعادی، سیلیکون های تراکمی، ایراسیل و اسپیدکس

تاریخ دریافت مقاله: 86/3/27 **تاریخ پذیرش مقاله**: 87/3/2 *Shiraz Univ Dent J 2009; 9(4):365-371* **مقاله‌ی پژوهشی اصیل**

نویسنده‌ی مسوول مکاتبات: محمد حسن کلانتری، شیراز، خیابان قصردشت، دانشکده‌ی دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز- گروه آموزشی دندانپزشکی پروتز

تلفن: 4-6263193-0711 **پست الکترونیک**: hassan_k200@yahoo.com

درآمد

قالب، نقش یا شکل منفی از شی مورد نظر است. برای گرفتن قالب، ماده ای از جنس پلاستیک در دهان قرار می گیرد و پس از سخت شدن ماده‌ی قالبگیری، قالب از دهان بیرون آورده می شود. شکل دندان ها، با ریختن گچ در قالب و پس از سخت شدن گچ به دست می آید [1و2].

مواد قالبگیری سیلیکون به اندازه‌ی زیاد در پروتز ثابت به کار می‌رود. این مواد، شامل دو دسته‌ی سیلیکون افزایشی و تراکمی است. سیلیکون‌های افزایشی درکشورهای اروپایی و امریکایی به اندازه‌ی زیاد استفاده می شود و بیشتر پژوهش ها بر روی دقت این مواد انجام گرفته است [3-5] در زمینه‌ی دقت ابعادی مواد قالبگیری سیلیکون تراکمی، در سال‌های اخیر در کشورهای اروپایی و امریکایی پژوهش‌های کمی انجام شده است. در پژوهشی با استفاده از سیلیکون تراکمی، در نمونه‌های مورد بررسی کاهش ارتفاع دای بی آندرکات، افزایش قطر دای بی آندرکات، افزایش فاصله‌ی میان دو دای و افزایش قطر دای زیر آندرکات را اعلام کردند [5].

استگهاوس (Stackhouse) در پژوهشی با استفاده از سیلیکون تراکمی،کاهش ارتفاع و قطر دای بی آندرکات، کاهش فاصله‌ی میان دای ها، و نیز قطر دای زیر آندرکات و ارتفاع دای بالای آندرکات را مشاهده نمود [6].

برای بررسی دقت مواد قالبگیری، معمولا از سه روش زیر استفاده می شود:

1. اندازه‌گیری ابعاد قالب فراهم شده از الگوی آزمایشگاهی، که برتری آن نبود متغیرهای مداخله‌گر و عیب آن، دشواری اندازه گیری قالب است [7].

2. ارزیابی میزان نشست یا همخوانی کراون بر روی الگوی آزمایشگاهی، که برتری آن، بررسی کیفی مواد قالبگیری و عیب آن، افزایش متغیرهای مداخله گر است [8].

3. اندازه‌گیری ابعاد کست و مقایسه‌ی آن با الگوی آزمایشگاهی، که برتری آن، راحتی و بالا بودن دقت اندازه‌گیری و کاهش متغیرهای مداخله‌گر است [9].

به دلیل برتری‌های این روش در بیشتر پژوهش‌ها [10و11] و نیز، در بررسی کنونی، از این روش استفاده شده است. با توجه به این که، بهای مواد قالبگیری سیلیکون تراکمی ارزان تر از مواد قالبگیری افزایشی است و از سوی دیگر، به دلیل بسته بندی مواد قالبگیری اسپیدکس و ایراسیل در ایران و پخش گسترده‌ی آنها در کشور و تمایل به استفاده‌ی دندانپزشکان از این مواد، به ویژه اسپیدکس، هدف از این پژوهش بررسی، دقت مواد قالبگیری یاد شده بود.

مواد و روش

در بیشتر پژوهش‌ها برای بررسی دقت مواد قالبگیری، از یک الگوی آزمایشگاهی همانند وضعیت دهان استفاده شده است، که دارای دندان و یا دندان‌های پایه است [4، 5، 7 و 8]. در این بررسی نیز، از الگوی آزمایشگاهی موجود در دانشکده‌ی دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی ایده گرفته شد و سپس، الگوی کنونی بر پایه‌ی الگوهای پیشین و با ویژگی‌های خاص، همچون وجود دو دای با تقارب سه درجه در دیواره ها، همانند دندان‌های مولر، پرمولر و وجود تری قالبگیری ویژه، فراهم شد.

این الگو از دو بخش پایینی و بالایی تشکیل شده است. بخش پایینی، شامل دای ها (دارای دو دای فلزی با سه درجه‌ی تقارب در دیواره ها و با مقطع گرد، یکی از دای ها دارای شیارV شکل به عنوان آندرکات در راستای افقی است)، قاعده‌ی دای، صفحه‌ی پایینی و میله‌ی راهنما برای یکسان ساختن مسیر قرارگیری تری در همه‌ی موارد قالبگیری است و بخش بالایی، شامل صفحه‌ی بالایی و تری اختصاصی است. این تری برای گیر ماده ی قالبگیری، راه فرار ماده، کاهش فشارهای درونی و ضخامت یکنواخت ماده‌ی قالبگیری، دارای سوراخ های گوناگون است. بر روی صفحه‌ی بالایی، چهار مجرا برای گذشتن میله‌های راهنما ایجاد گردید (نگاره ی 1، 2 ، 3 و 4).

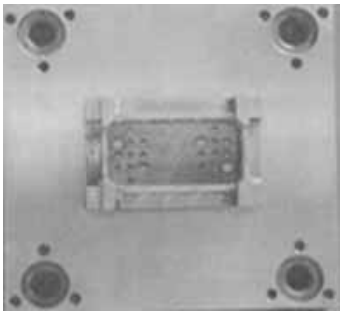
مواد قالبگیری مورد استفاده، شامل اسپیدکس و ایراسیل بود. اسپیدکس به وسیله‌ی شرکت کلتن سوئیس ساخته و در ایران، به وسیله‌ی شرکت آپادانا تک، بسته بندی و پخش می‌شود. ایراسیل، به وسیله‌ی شرکت گلچای، بسته بندی و پخش می گردد. هر دوی این مواد از دسته‌ی سیلیکون‌های تراکمی هستند. میزان ماده‌ی مورد استفاده بر پایه‌ی دستور کارخانه به کار گرفته شد. گچ مورد استفاده از گونه‌ی چهار بیگو (Type IV Begu,) و ساخت کشور آلمان است. پس از فراهم کردن قالب،30 دقیقه صبر کرده و سپس، قالب با گچ به روش زیر ریخته شد.

چهل و هشت گرم گچ وزن شده با 12میلی‌لیتر آب (23 درجه‌ی سانتی گراد) آمیخته گردید. روش آمیختن آنها به این

ترتیب بود، که گچ به آهستگی (10ثانیه) به درون آب ریخته شده و سپس، 30 ثانیه صبر کرده تا گچ، آب را به درون خـود بکـشد، پس از آن، گچ آماده شده در مدت سه دقیقه با ارتعاش کم (Light vibration) به درون قالب ریخته، پس از یک ساعت، کست گچی از آن بیرون آورده می شد. زمان‌های گفته شده بر پایه‌ی دسـتور کارخانه‌ی سازنده و روش قالبگیری از گونه با فضا بود. از آنجا، که فضای مناسب برای ماده‌ی واش، 1/5میلی‌متر است، بنـابراین بـا استفاده از یک فاصله‌گر (spacer)، با ضخامت 1/5 میلی متر قالب پوتی فراهم گردید. در مرحله‌ی دوم، فاصله‌گـر برداشـته، واش داده شد. در این روش، کمترین میزان تغییـرات ابعـادی، بـه دلیـل بـودن فضای کافی برای واش و جلوگیری از وارد شدن فشار به مـاده‌ی پوتی وجود دارد (نگاره‌ی 5).

نگاره‌ی 1: *دای با آندرکات و بی آندرکات بر روی بیس فلزی*

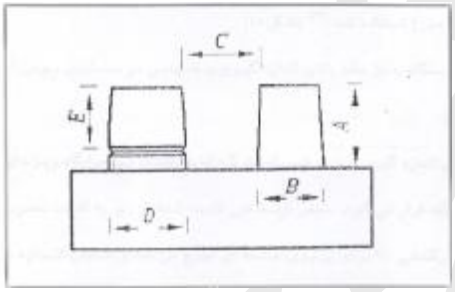
نگاره ی 2: *بخش پایینی الگوی آزمایشگاهی شامل دای ها، صفحه ی پایینی، بیس فلزی و میله های راهنما*



نگاره ی 3 *: بخش بالایی الگوی آزمایشگاهی*

نگاره ی 4 *: تری قالبگیری*

نگاره ی 5 *: فاصله گر فلزی و قرار گیری آن بر روی دای ها*



نگاره ی 6 *: نمای شماتیک دای های نمونه ی گچی. بعد (A): ارتفاع دای بی آندرکات، بعد (B): قطر دای بی آندرکات، بعد (C): فاصله‌ی میان دو دای، بعد (D): قطر دای زیر آندرکات، بعد (E): ارتفاع دای بالای آندرکات*

روش قالبگیری

در آغاز، فاصله گر فلزی، روی دای ها قرار داده شد و قالب با ماده‌ی پوتی فراهم گردید. پس از قـرار دادن مـاده‌ی پـوتی در درون تری قالبگیری، که به صفحه‌ی بالایی وصل است، مجموعه را بر روی بخش پایینی (در مسیر میله های راهنما) به شکلی سوار کرده، که فاصله گر بر روی دای ها قرار گیرد، و آن انـدازه نیـرو وارد گردید، که نقاط استاپ (Stop) تری بـا صـفحه‌ی زیـرین در تماس قرار گرفت. مرحله ی دیگر قالبگیری به وسـیله‌ی مـاده‌ی واش بود. میزان وارد کردن نیرو به هنگام قالبگیری پوتی و قالب گیری واش پنج کیلوگرم بود، که با قرار دادن وزنه بـر صـفحه‌ی زیرین پس از سوار شدن بر روی بخش پایینی وارد می گردید. در این حالت، نقاط استاپ تری در تماس با صفحه‌ی زیرین بود.

با هر ماده، 15 قالب فراهم شد، که روی هم رفته، 30 الگوی گچی به‌دست آمد. نمونه‌ها به روش تصادفی شماره‌گذاری شد و ابعاد بی‌آگاهی از گونه‌ی ماده‌ی قالبگیری، با دستگاه پروفایل پروژکتور (Nikon Model 6c. Todyo) Profile projector)) با دقت در اندازه‌ی میکرون (0/001 میلی‌متر) اندازه‌گیری شد. ابعاد زیر بر روی الگوی آزمایشگاهی و نمونه‌های گچی، اندازه‌گیری شد (نگاره‌ی 6).

با اندازه‌گیری ابعاد A و B دقت قالبگیری از دندان مشخص می‌شود. بعد C، فاصله‌ی دو دای از یکدیگر بود، که با اندازه‌گیری آن دقت قالبگیری درباره‌ی بریج مشخص می‌شود. با اندازه‌گیری ابعاد Dو E، تغییرات ابعادی ماده‌ی قالبگیری به هنگام خروج از آندرکات مشخص می‌شود. برای دقت بیشتر و حذف خطای اندازه گیری، الگوی آزمایشگاهی، شش بار و نمونه‌های گچی سه بار اندازه گیری شدند. ابعاد الگوی آزمایشگاهی و نمونه های گچی اندازه گیری شدند. سپس، میانگین درصد تغییرات ابعادی و انحراف معیار محاسبه و با آزمون تی واکاوی گردید سطح معناداری p <0/05 در نظر گرفته شد.

یافته ها

میانگین ابعاد الگوی آزمایشگاهی و نمونه‌های گچی و درصد تغییرات ابعادی و انحراف معیار در جدول‌های 1، 2 و 3 آورده شده‌اند.

ارتفاع دای بی آندرکات (A) در قالبگیری با اسپیدکس افزایش و با ایراسیل کاهش یافته و اختلاف این دو ماده قالبگیری در این بعد از لحاظ آماری معنادار بود (p < 0/02). با استفاده از اسپیدکس، اندازه‌ها به نمونه‌ی اصلی نزدیک تر بود.

قطر دای بی آندرکات (B) در قالبگیری با اسپیدکس و ایراسیل هر دو افزایش داشت، که البته، اندازه‌ی قطر دای در قالبگیری با اسپیدکس به نمونه‌ی اصلی نزدیک‌تر بود ولی میان دو نمونه برپایه‌ی آزمون تی، اختلاف آماری معنادار نبود (p >0/67).

فاصله‌ی میان دای‌ها (C) در هر دو گروه اسپیدکس و ایراسیل افزایش یافت، اندازه ها در گروه اسپیدکس، به نمونه‌ی اصلی نزدیک‌تر بود، با این وجود، اختلاف آماری میان دو گروه معنادار نبود (p < 0/22).

قطر دای زیر ناحیه‌ی آندرکات (D) در گروه سیلیکون اسپیدکس افزایش و در گروه ایراسیل کاهش نشان داد و اختلاف آماری معنادار برپایه‌ی آزمون T-test میان دو گروه وجود نداشت (p <0/33). اندازه‌ها در گروه اسپیدکس به نمونه‌ی اصلی نزدیک-تر بود. ارتفاع دای بالای آندرکات (E) در هر دو گروه بدون تفاوت آماری معنادار کاهش یافته بود (p <0/73)، که در گروه ایراسیل به الگوی اصلی نزدیک تر بود.

جدول 1: *مقایسه ابعاد مدل آزمایشگاهی و نمونه‌های گچی با اسپیدکس*

ابعاد	مدل آزمایشگاهی	نمونه‌های گچی با اسپیدکس			P.value
	میانگین (X)	میانگین (X)	انحراف معیار (SD)	درصد تغییرات ابعادی (α)	
A	10/374	10/393	0/0367	0/17	0/07
B	7/970	7/978	0/0606	0/09	0/75
C	31/268	31/312	0/0831	0/14	0/21
D	9/998	10/020	0/0519	0/22	0/13
E	7/328	7/316	0/4287	-0/16	0/32

جدول 2: *مقایسه ابعاد مدل آزمایشگاهی و نمونه‌های گچی با ایراسیل*

ابعاد	مدل آزمایشگاهی	نمونه‌های گچی با ایراسیل			P.value
	میانگین (X)	میانگین (X)	انحراف معیار (SD)	درصد تغییرات ابعادی (α)	
A	10/374	10/338	0/0784	-0/34	0/28
B	7/970	8/008	0/2665	0/47	0/73
C	31/268	31/354	0/1002	0/27	0/05
D	9/998	9/952	0/2623	-0/45	0/68
E	7/328	7/327	0/1104	-0/15	0/98

بعد (A) : ارتفاع دای بی آندرکات، بعد (B) : قطر دای بی آندرکات ، بعد (C): فاصله میان دو دای ، بعد (D) : قطر دای زیر آندرکات، بعد (E) : ارتفاع دای بالای آندرکات

جدول 3: *مقایسه ابعاد نمونه‌های گچی با اسپیدکس و نمونه‌های گچی با ایراسیل*

ابعاد	نمونه‌های گچی با اسپیدکس			نمونه‌های گچی با ایراسیل			P.value
	میانگین (X)	انحراف معیار (SD)	درصد تغییرات ابعادی (α)	میانگین (X)	انحراف معیار (SD)	درصد تغییرات ابعادی (α)	
A	10/374	0/367	0/17	10/338	0/0784	-0/34	0/02
B	7/970	0/0606	0/09	8/008	0/2665	0/47	0/67
C	31/268	0/0831	0/14	31/354	0/1002	0/27	0/22
D	9/998	0/0519	0/22	9/952	0/2623	-0/45	0/33
E	7/328	0/4287	-0/16	7/327	0/1104	-0/15	0/73

بعد (A) : ارتفاع دای بی آندرکات ، بعد (B) : قطر دای بی آندرکات، بعد (C): فاصله میان دو دای ، بعد (D) : قطر دای زیر آندرکات ، بعد (E) : ارتفاع دای بالای آندرکات

بحث

با مقایسه‌ی ابعاد مورد بررسی (A,B,C,D,E) میان نمونه‌ی اصلی و ماده‌ی قالبگیری اسپیدکس چنین نتیجه‌گیری می‌شود، که در ابعاد یاد شده اختلاف معنادار میان این دو وجود ندارد و تنها ارتفاع دای بالای آندرکات نسبت به نمونه‌ی اصلی کاهش و دیگر ابعاد افزایش یافته اند. در گروه سیلیکون تراکمی ایراسیل نیز، در ابعاد مورد نظر اختلاف معنادار میان نمونه‌ی اصلی و ماده‌ی قالبگیری یافت نشد. ارتفاع دای بی آندرکات، قطر دای زیر آندرکات و ارتفاع دای بالای آندرکات نسبت به نمونه‌ی اصلی کاهش و دیگر ابعاد افزایش یافته اند. مقایسه دو گروه نشان داد، که تنها از لحاظ ارتفاع دای بی آندرکات اختلاف معنادار وجود دارد و در دیگر ابعاد مورد بررسی، اختلاف آماری معنادار وجود ندارد.

استگهاوس (Stockhouse) در بررسی دقت دای‌های گچی ساخته شده از مواد قالبگیری رابر درگروه سیلیکون تراکمی، با وجود تفاوت در روش بررسی، الگوی آزمایشگاهی و گونه‌ی ماده‌ی قالبگیری، با بررسی کنونی به نتایج زیر دست یافت: 1- کاهش ارتفاع و قطر دای بی آندرکات، 2- کاهش فاصله‌ی میان دای ها، قطر دای زیر آندرکات، 3- ارتفاع دای بالای آندرکات [6]، که در گروه اسپیدکس، تنها از نظر ارتفاع دای بالای آندرکات همخوانی وجود دارد و درگروه ایراسیل، از نظر قطر دای زیر آندرکات، ارتفاع دای بی‌آندرکات و ارتفاع دای بالای آندرکات همخوانی دیده می‌شود.

کریگ و جانسون (Craig & Johnson) در بررسی مقایسه‌ی دقت چهار گونه ماده‌ی قالبگیری در رابطه با زمان ریختن و تکرار ریختن قالب، با وجود تفاوت در روش بررسی، الگوی آزمایشگاهی و گونه‌ی ماده‌ی قالبگیری به این یافته رسیدند، که در گروه سیلیکون تراکمی تا یک ساعت پس از ریختن، قطر دای ها افزایش، ولی ارتفاع و فاصله‌ی میان آنها کاهش می یابد [12]. این یافته از نظر ارتفاع دای بالای آندرکات و قطر دای بی آندرکات با گروه ایراسیل در بررسی کنونی همخوانی دارد.

سید جلیل صدر و مجید ناصر خاکی در پژوهشی به منظور بررسی تاثیر محلول ضدعفونی‌کننده‌ی هیپوکلریت سدیم بر ثبات ابعادی مواد قالبگیری سیلیکونی پوتی- واش دو ماده‌ی قالبگیری سیلیکونی پوتی- واش پرزیدنت و اپتوسیل زانتوپرن که یک سیلیکون تراکمی است را بررسی کردند. با توجه به نتایج بررسی، میزان تغییرات ابعادی ماده‌ی قالبگیری اپتوسیل زانتوپرن (Optosil-Xantopren) به گونه‌ی زیر به دست آمد:

کاهش ارتفاع دای بی آندرکات، افزایش قطر دای بی آندرکات، افزایش فاصله‌ی میان دو دای، افزایش قطر دای زیر آندرکات و کاهش ارتفاع دای بالای آندرکات [13]. این تغییرات از نظر کاهش و افزایش، بجز درباره‌ی ارتفاع دای بی آندرکات با گروه اسپیدکس در بررسی کنونی همخوانی دارد و در گروه ایراسیل، بجز در زمینه‌ی قطر دای زیر آندرکات، در دیگر موارد همخوانی دیده می‌شود. در پژوهشی به منظور بررسی دقت مواد قالب گیری راپید و پرزیدنت به روش پوتی- واش در گروه سیلیکون تراکمی این نتایج به دست آمد:

افزایش ارتفاع دای بی آندرکات، کاهش قطر دای بی آندرکات، کاهش فاصله‌ی میان دو دای، کاهش قطر دای زیر آندرکات و افزایش ارتفاع دای بالای آندرکات [14]. نتایج یاد شده که با گروه اسپیدکس در بررسی کنونی از نظر ارتفاع دای بی آندرکات همانند بود و با گروه ایراسیل، از نظر قطر دای زیر آندرکات، هماهنگی وجود دارد.

با بررسی ابعاد E, D، اثر آندرکات بر روی دقت قالبگیری با ایراسیل و اسپیدکس آشکار می گردد. درباره‌ی قطر دای زیر آندرکات، در گروه ایراسیل کاهش و در گروه اسپیدکس افزایش

دیده می‌شود، که تغییرات در گروه ایراسیل نسبت به الگوی اصلی بیشتر است. از نظر ارتفاع دای بالای آندرکات، در هر دو گروه کاهش دیده می شود، که تغییرات در گروه ایراسیل کمتر و به نمونه‌ی اصلی نزدیک تر بود.

نتیجه گیری

نظر به اینکه ابعاد اندازه گیری شده در قالب های تهیه شده با ماده ی اسپیدکس نسبت به ماده ایراسیل به الگوی اصلی بدون تفاوت آماری معنادار نزدیک تر بود می توان ماده ی قالبگیری اسپیدکس را برتر دانست ولی از نظر اثر آندرکات بر روی دقت مواد ایراسیل و اسپیدکس نتیجه‌ای روشن به دست نیامد و شاید لازم باشد، که ابعاد دیگر، چون قطر درونی آندرکات نیز، بررسی گردد.

محدودیت ها و پیشنهادها

این بررسی به روش آزمایشگاهی انجام شده، که پیشنهاد می گردد، تا در صورت امکان، به روش درون دهانی انجام شود. چون در روش آزمایشگاهی، با وجود ایجاد شرایط مناسب، هنوز شرایط دهان (از نظر بزاق، خون و دما) برقرار نیست. در ضمن، در این بررسی ابعاد دای اندازه گیری شده، اثر عوامل مداخله کننده، مانند ساخت الگوی مومی، مراحل سیلندر گذاری، گونه‌ی فلز بازسازی و جز آن بررسی نشده است. بنابراین، پیشنهاد می‌شود که:

اثر مواد قالبگیری یاد شده بر روی میزان نشست بازسازی بررسی گردد. با توجه به یکسان نبودن شرایط آزمایشگاهی و دهانی، میزان اعتبار نتایج این بررسی نسبی است.

References

1. Craig RG, Power JM, Wataha JC. Dental materials properties & manipulation. 7th ed. CV Mosby, 2000; Chap.3: 138-178.
2. Shillinburg HT, Hobo S, Brackett SE. Fundamentals of fixed prosthodotnics. 3rd ed. Quintessence Publishing Co; 1997. p. 281-298.
3. Anusavice KJ. Phillips RW. Science of Dental materials. 11 th ed. WB Saunders, 2003; Chap.5: 205-253.
4. Phillips RW. Science of dental materials. 9th ed., WB Saunders Co; 1991. p. 107-122.
5. Sadr SJ, Sabouri A. Evaluation of presence or lack of space for wash material in putty-wash impression technique [thesis]. Dental School, Shahid Beheshti university of medical sciences, Tehran – Iran,1994-1995. [Persian]
6. Stackhouse JA Jr. The accuracy of stone dies made from rubber impression materials. J Prosthet Dent 1970; 24: 377-386.
7. Wassell RW, Ibbetson RJ. The accuracy of polyvinyl siloxane impressions made with standard and reinforced stock trays. J Prosthet Dent 1991; 65: 748-757.
8. Saunders WP, Sharkey SW, Smith GM, Taylor WG. Effect of impression tray design upon the accuracy of stone casts produced from a single-phase medium-bodied polyvinyl siloxane impression material. J Dent 1992; 20: 189-192.
9. Tjan AH, Nemetz H, Nguyen LT, Contino R. Effect of tray space on the accuracy of monophasic polyvinylsiloxane impressions. J Prosthet Dent 1992; 68:19-28.
10. Jorgensen KD, De Araujo PA. Effect of material bulk and undercuts on the accuracy of impression materials. J Prosthet Dent 1985; 54: 791-794.
11. Gordon GE, Johnson GH, Drennon DG. The effect of tray selection on the accuracy of elastomeric impression materials. J Prosthet Dent 1990; 63: 12-15.
12. Johnson GH, Craig RG. Accuracy of four types of rubber impression materials compared with time of pour and a repeat pour of models. J Prosthet Dent 1985; 53: 484-490.
13. Sadr SJ, Naser khaki M. Evaluation of sodium hypochlorite on dimensional stability of silicone materials [thesis]. Dental School, Shahid Beheshti university of medical sciences, Tehran-Iran,1995-1996. [Persian]
14. Sazgara H, Kalantari M. Evaluation of dimensional stability of Rapid and president impression materials in putty-wash technique [thesis]. Dental School, Shahid Beheshti university of medical sciences, Tehran – Iran,1996-1997. [Persian]