

ارزیابی آزمایشگاهی تأثیر توپوگرافی دندان تراش خورده و محل دندان در قوس فکی بر روی دقت اسکنرهای داخل دهانی

ریحانه رفیعی نژاد¹، میترا عیسانی²، کامران کارگر²، سید شجاع الدین شایق^{3*}
¹ دانشجوی دوره تخصصی پروتزهای دندانی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران
² استادیار گروه پروتزهای دندانی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران
⁴ استاد، گروه پروتزهای دندانی، دانشکده دندانپزشکی، شاهد، تهران، ایران
 تاریخ ارائه مقاله: * - تاریخ پذیرش: *

In Vitro Evaluation of the Accuracy of Intraoral Scanners for Anterior and Posterior Dental Restorations

Reyhaneh Rafienezhad¹, Mitra Iesaie², Kamran Kargar², Sayed Shojaedin Shayegh^{3*}

¹ Postgraduate Student, Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Shahed University, Tehran, Iran.

² Assistant Professor, Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Shahed University, Tehran, Iran.

³ Professor, Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Shahed University, Tehran, Iran.

Received: * July 2021; Accepted: * December 2021

Introduction: Passing through the traditional methods of impression making and using the latest technology of digital scanners forces us to compare the positive and negative characteristics of these tools with those of the usual methods adopted in dentistry. One of the most important concerns regarding digital formatting is the accuracy of these scanners. This laboratory study was conducted to evaluate the effect of the topography of the prepared tooth and the location of the tooth in the maxillary arch on the accuracy of the intraoral scanners, taking into account the parameters of precision and trueness.

Materials and Methods: In this study, two canine and molar mandibular teeth were used, which were prepared for all-ceramic restoration. The use of ceramic die in this study provided us with the advantage of eliminating the need to use powder. Each ceramic sample was scanned 10 times by CEREC Omnicam and 3Shape Trios 3 scanners. The reference scanner was Open Tech. Finally, using the software, the STL format of the scans was prepared, and the obtained data were compared with the study reference scanner to assess precision and trueness. Statistical analysis of data was performed to find the differences using the Shapiro-Wilk test and paired t-test.

Results: The results of the present study showed that in the molar teeth, the highest value and mean of the precision and trueness parameters were observed in the 3Shape Trios 3 scanner. However, the CEREC Omnicam scanner showed the lowest value and mean of precision and trueness. No significant difference was observed between the two types of scanners in canine teeth in terms of mean precision and trueness.

Conclusion: It can be claimed that in preparing the molar tooth for an all-ceramic restoration by intraoral scanners in the molar tooth, the 3Shape Trios 3 scanner was more accurate than the CEREC Omnicam. Nevertheless, there was no such significant difference in canine teeth.

Key words: Intraoral scanner, Extraoral scanner, Accuracy, Trueness, Precision

Corresponding Author: shayeghshahed@gmail.com

*J Mash Dent Sch 2022; 46(1): * .*

چکیده

مقدمه: گذر کردن از روش های سنتی قالبگیری و استفاده از تکنولوژی به روز اسکنرهای دیجیتالی ما را وا میدارد تا به بررسی خصوصیات مثبت و منفی این ابزار در قیاس با روش های همیشگی حرفه مان بپردازیم. یکی از مهم ترین نگرانی های ما در قالبگیری های دیجیتالی، به دقت این اسکنرها مربوط می گردد. هدف این مطالعه ی آزمایشگاهی، ارزیابی تأثیر توپوگرافی دندان تراش خورده و محل دندان در قوس فکی بر روی دقت اسکنرهای داخل دهانی، با در نظر گرفتن پارامتر های صحت (Precision) و مشابهت (Trueness) بود.

مواد و روش ها: در این مطالعه، دو دای دندان کائین و مولر مندیبل که بیشتر برای ساخت رستوریشن تمام سرامیک آماده سازی شده بودند، مورد استفاده قرار گرفتند. دای سرامیکی این مطالعه مزیت حذف نیاز به استفاده از بودر را برای ما فراهم کرد. هر کدام از نمونه های سرامیکی توسط اسکنرهای CEREC Omnicam و 3Shape Trios3، ۱۰ بار اسکن شدند. اسکنر رفرنس مطالعه Open Tech بود. در نهایت با استفاده

* مولف مسؤول، نشانی: تهران، دانشگاه شاهد، دانشکده دندانپزشکی، گروه پروتزهای دندانی، تلفن: 0912317449

E-mail: shayeghshahed@gmail.com

از نرم افزار، فرمت STL اسکن ها تهیه شد و داده های حاصل جهت ارزیابی صحت و مشابهت، با اسکنر رفرنس مطالعه مقایسه شدند. آنالیز آماری داده ها برای یافتن تفاوت ها با استفاده از تست های آماری شاپیرو-ویلک (Shapiro-Wilk Test) و آزمون t زوجی (Paired T test) انجام شد.

یافته ها: نتایج مطالعه حاضر نشان داد که در دندان مولر، بیشترین مقدار (Value) و میانگین (Mean) پارامترهای صحت و مشابهت در اسکنر 3Shape Trios3 مشاهده شد، و در مقابل، کمترین مقدار و میانگین Cerec Omnicam در اسکنر، اختلاف معناداری بین دو نوع اسکنر، در دندان کانین، از نظر میانگین Precision و Trueness مشاهده نشد.

نتیجه گیری: میتوان ادعا کرد که در آماده سازی دندان برای یک رستوریشن تمام سرامیک در دندان مولر، در بین اسکنرهای داخل دهانی، اسکنر 3Shape Trios3 دقت بالاتری نسبت به CEREC Omnicam دارد. اما در دندان کانین چنین تفاوت معناداری وجود ندارد.

کلمات کلیدی: اسکنر داخل دهانی، اسکنر خارج دهانی، دقت، صحت و مشابهت
مجله دانشکده دندانپزشکی مشهد / سال 1401 دوره 46 / شماره 1: *

مقدمه

پروسه قالبگیری به روش سنتی و ساخت کست های گچی همراه خطاهای متعدد کلینیکی و لابراتواری می باشد که غالباً متأثر از عملکرد اپراتور و خطای ذاتی مواد دندانپزشکی هستند. با تجمع این خطاها نهایتاً دقت رستوریشن نهایی کاهش می یابد.⁽¹⁾ اما با این وجود روش های معمول قالبگیری با موادی مثل پلی وینیل سایلوکسان، همچنان به عنوان استاندارد طلایی دندانپزشکی تلقی می شود.⁽²⁾ استفاده از تکنولوژی دیجیتال در دندانپزشکی (Digital Dentistry Technology) در چند دهه ی اخیر سرعت خیره کننده ای داشته است. این رویکرد به سمت دندانپزشکی دیجیتال نه تنها چارت درمانی دندانپزشکی را متحول کرده است بلکه باعث ارتقا سطح کیفی درمان بیماران نیز شده است.⁽³⁾ پیشرفت تکنولوژی همراه با گسترش تکنیک های رادیوگرافی مثل تصویربرداری سه بعدی و استفاده از CAD/CAM، پیش آگهی درمان های دندانپزشکی، چه در حوزه ترمیمی و چه در حوزه جراحی را ارتقا بخشیده است.⁽⁴⁾ اصول دندانپزشکی دیجیتال با بهره گیری از ابزار هایی مانند اسکنرهای دیجیتالی، تصویر برداری های سه بعدی، نرم افزارهای طراحی و پرینتورها و ماشین های CAD/CAM، پروسه قالبگیری و مراحل

لابراتواری را ساده تر و کم اشتباه تر کرده است.⁽⁵⁾ از دیگر مزایای تکنولوژی دندان پزشکی دیجیتال (Digital Dentistry Technology)، می توان به فراهم کردن امکان دندانپزشکی یک جلسه ای و حذف نیاز به ساخت انواع رستوریشن های موقت اشاره کرد. همچنین با کاهش تعداد جلسات درمانی، در زمان و هزینه بیمار و دندانپزشک صرفه جویی می شود؛ اما با این وجود از معایب این تکنولوژی می توان به مواردی همچون دشواری فرایند یادگیری کار با این سیستم ها، هزینه ی بالای خرید این سیستم ها و پیچیدگی کار با نرم افزارهایشان اشاره کرد.^(6,7) پروسه DDT از سه مرحله تشکیل شده است: جمع آوری داده ها به وسیله اسکنر سطح (Data acquisition)، طراحی رستوریشن با کمک کامپیوتر (Computer aided design) و ساخت رستوریشن با کمک کامپیوتر (Computer-aided manufacturing).⁽⁸⁾ در مرحله جمع آوری داده ها، اسکنرهای دیجیتالی به اندازه گیری سطوح می پردازند. این مرحله ای مهم در دقت رستوریشن نهایی است.⁽⁹⁾

عبارت کلی دقت یا Accuracy با دو پارامتر مشابهت (Trueness) و صحت (Precision) تعریف می شود.⁽¹⁰⁾ مشابهت (Trueness) به تفاوت بین اندازه گیری های انجام شده نسبت به ابعاد واقعی شیئی مورد بررسی اطلاق می

ریختن قالب و ساخت کست باشد، علاوه بر افزایش تعداد مراحل و زمان، میزان خطاها نیز بیشتر می شود.⁽¹⁸⁾

اسکنرهای مورد استفاده در مطالعه حاضر CEREC Omnicam (Dentsply Sirona, Pennsylvania, United States) 3Shape Trios3 (3Shape, Copenhagen, Denmark) هستند. Trios 3 یک اسکنر قدرتمند است که بهره گیری از اصل اسکن هم تراز موازی (Confocal microscopy) آن را تبدیل به یک اسکنر اپتیکال بسیار سریع کرده است. این اسکنر برای تصویربرداری نیازی به پودر ندارد و خروجی آن تصاویر بسیار با کیفیت رنگی است. این اسکنر با بهره بردن از تکنولوژی های اسکن رنگ، تصویربرداری HD و تشخیص رنگ دیجیتال می تواند با دقت بالاتری ساختار دندانی و بافت نرم را تشخیص دهد و ثبت کند؛ دندانپزشکان با بهره بردن از این خصوصیت می توانند راحت تر خط خاتمه تراش خود را در خروجی تصاویر این اسکنر تشخیص دهند. Cerec Omnicam یک اسکنر نسل آخری است که از نور LED سفید استفاده می کند و با بهره گیری از اصل مثلث سازی تصویری (Optical triangulation) و اسکن هم تراز موازی (Confocal microscopy)، تبدیل به یک اسکنر سریع شده است. این اسکنر به استفاده از پودر نیازی ندارد و طراحی ویژه سر آن به دندانپزشکان کمک می کند که از نواحی خلفی دهان راحت تر تصویربرداری کنند. هر دو اسکنرهای ذکر شده دارای سیستم بسته (Closed) هستند.⁽¹⁹⁾ اسکنرها بر اساس نحوه اشتراک گذاری داده هایشان با سیستم های تراش، به دو دسته ساختار باز (Open) و بسته تقسیم می شوند. شرکت های عرضه کننده سیستم های با ساختار بسته، دارای اسکنرهایی هستند که داده های آنها تنها قابل انتقال به دستگاه های تراش همان سیستم هاست که دارای مزایا و معایب مختلفی است. حال آنکه در سیستم های باز، داده

شود. صحت (Precision) که به عدم خطای تکرارپذیری بررسی ها اشاره دارد به تفاوت بین اندازه گیری های مکرر نسبت به یکدیگر اطلاق می شود.^(11و12)

با این حال مطالعات عوامل مختلفی را پیشنهاد کرده اند که بر دقت اسکنرهای داخل دهانی موثر هستند؛ از جمله آنها می توان به محدودیت های باز کردن دهان، اندازه سر اسکنر، ساختار دهانی مجاور مثل وجود یا عدم وجود دندان های مجاور، ژئومتری تراش و زاویه اسکن کردن اشاره کرد. ثابت شده است که اسکن کردن تراش روکش پارسیل (Partial coverage) در مقایسه با تراش های روکش کامل (Full coverage) به علت ژئومتری پیچیده ترشان مثل لاین انگل های تیز یا سطوح پر شیب تر آنها، دقت کمتری دارند. اما مطالعات کمتری به بررسی تفاوت تراش های یکنواخت در دو ناحیه از قوس و دو نوع دندان مختلف پرداخته اند.^(13و14)

اسکنرهای معرفی شده به دندانپزشکی در دو دسته طبقه بندی می شوند. اسکنرهای داخل دهانی که کاربرد کلینیکی دارند و از آن به عنوان روش مستقیم یاد می شود.^(16و15) اسکنرهای دسکتاپ که قالب ها یا کست ها به وسیله آن در لابراتوار اسکن می شود و از آن به عنوان روش غیرمستقیم نام برده می شود.⁽¹⁷⁾ هر دو گروه از اسکنرها مزایا و معایبی دارند. به عنوان مثال در استفاده از اسکنرهای داخل دهانی، عواملی مثل بزاق یا خون، تغییر موقعیت دندانپزشک و فرد بیمار و همچنین حفره کوچک دهان در بعضی بیماران که فضای عملکرد کافی برای دندانپزشک فراهم نمی کند، محدودیت هایی در برابر انجام یک اسکن ایجاد می کنند.⁽¹⁶⁾ در روش غیرمستقیم در حداقل تعداد مراحل، نیاز به قالبگیری مرسوم وجود دارد که ممکن است خطاهای متعددی داشته باشد. از سوی دیگر اگر نیاز به

اکلوزال با تبعیت از آناتومی نرمال دندانی به میزان ۲ میلیمتر کوتاه شد. تمامی تراش ها توسط یک اپراتور متخصص و با تجربه انجام شد. در ادامه از مدل های آماده شده توسط همان اپراتور و با استفاده از ماده پلی اتر (Impergum, 3M, New York, United States) قالبگیری شد. قالب ها ریخته شدند. سپس با استفاده از میکروسکوپ، نمونه دای ژیسومی که فارغ از هر گونه ندول، برجستگی یا خراش بود، انتخاب شد. دای های ژیسوم توسط اسکنر لاپراتواری Open (Open Technologies SRL, Brescia, Italy) Technologies اسکن شدند و در ادامه با استفاده از CAD/CAM دای های سرامیکی نهایی ساخته شدند. در ادامه برای کاستن از خطای ناشی از سطوح انعکاسی سرامیک، دای های سرامیکی با ذرات ۵۰ میکرون آلومینیوم اکساید ۹۹/۸ درصد سندبلاست شدند. پیش از شروع فرایند اسکن کردن، دای های سرامیکی در یک کست مصنوعی فک انسان مانت شدند. برای افزایش دقت در روش مطابقت دادن با بهترین نقاط (Best Fit Matching)، یک شاخص استوانه ای تیتانیومی مابین دای ها مانت شد. (شکل ۱)



شکل ۱: دای های سرامیکی مانت شده در کست

نمونه اسکن های داخل دهانی توسط دو اسکنر داخل دهانی CEREC Omnicam (Dentsply Sirona, Pennsylvania, United States), 3Shape Trios3 (3Shape,

های حاصل از اسکنرها قابل انتقال و استفاده با سیستم های مختلف است.⁽²⁰⁾

یکی دیگر از عواملی که باعث تفاوت دقت در اسکنرها می شود موقعیت دندان در قوس دندانی است، چرا که دندان های خلفی به علت محدودیت های بافت های دهانی و ابعاد سر اسکنرها، دچار محدودیت زاویه اسکن کردن می شوند که بر دقت نهایی آنها موثر است. از سایر متغیرهای موثر، می توان به ناحیه آناتومیک دندانی که اسکن می شود، محل آن در قوس دندانی، جنس دای سرامیکی و در نهایت روش آنالیز دقت اشاره کرد.⁽²¹⁾ از آنجا که قالبگیری دیجیتالی یک مرحله مهم در دقت نهایی رستوریشن است، بنابراین اسکنرهای مورد استفاده بایستی در جمع آوری داده ها قابل اتکا باشند. این مطالعه با هدف ارزیابی دقت اسکنرهای داخل دهانی، هنگامی که برای اسکن کردن رستوریشن های تمام سرامیک قدامی و خلفی مورد استفاده قرار می گیرند، طراحی و اجرا شده است. فرض اولیه مطالعه ی ما این بود که با توجه به یکسان کردن متغیرهای مطالعه مثل شرایط اسکن و شبیه تر شدن جنس دای به مشابه دندانی اش، میان دو نوع اسکنر داخل دهانی متفاوت در این مطالعه، که هیچ یک نیاز به پودر ندارند، از نظر دقت در ناحیه قدامی و خلفی تفاوتی وجود ندارد.

مواد و روش ها

اولین قدم در اجرای این مطالعه، آماده سازی نمونه های مدل های دندانی آکریلی بود. برای این کار ابتدا دو مدل دندانی کائین و مولر اول انتخاب شدند و سپس نمونه ها مطابق اصول استاندارد یک تراش تمام سرامیک آماده سازی شدند. آماده سازی خط خاتمه تراش به صورت شولدر انجام شد. دیواره های اگزیمال به اندازه ۱/۵ میلیمتر و با حفظ زاویه تقارب ۶ درجه، با استفاده از توربین و فرز ۰۱۶-۵۸۵۰ تحت اسپری مداوم آب، آماده شد. سطح

های نهایی، اندازه گیری شود. بازه ی تفاوت نمونه ها از $0/07 -$ تا $0/07 +$ میکرومتر در نظر گرفته شد. نرم افزار Gom Inspect، تفاوت های مثبت و منفی بین اسکن ها را بوسیله Color-Coded Rendering نمایش داد و بدین ترتیب ابعاد و تفاوت های موجود به صورت گراف های رنگی نمایان شد. سپس این داده های رنگی برای آنالیز پارامترهای مشابهت (Trueness) و صحت (Precision) استفاده شد.

پارامتر صحت بصورت کمی نیز بررسی شد؛ بدین ترتیب که اسکن شماره ی ۱ از هر گروه (۴ گروه شامل دو اسکنر که هر کدام از دو نمونه ی سرامیکی اسکن کرده بودند) انتخاب شد و بقیه ی ۹ اسکن با آن مقایسه شدند. مقایسه به صورت جفت جفت بین فایل مرجع که در اینجا اسکن شماره ۱ بود با اسکن های مورد مطالعه، صورت گرفت. (شکل ۲ و ۳)

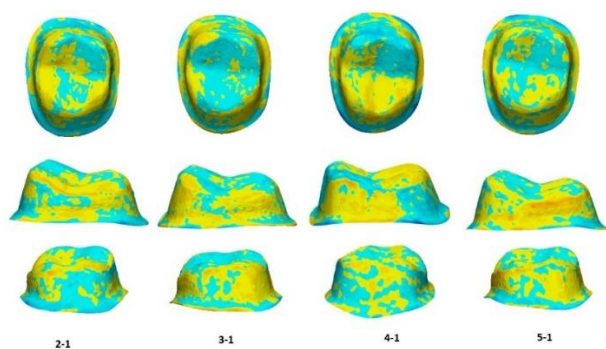
پارامتر مشابهت داده ها نیز بصورت کمی با روشی مشابه بررسی شد. بدین ترتیب که فواصل نقاط اسکن شده در مقایسه با نمونه ی رفرنس CAD مقایسه شدند. بررسی کیفی هر دو پارامتر نیز جهت تفهیم بهتر محل و میزان انحرافات، با استفاده از تصاویر با کدهای رنگی به نمایش درآمد. (شکل ۴ و ۵)

در آنالیز آماری داده ها، آزمون شاپیرو-ویلک جهت ارزیابی توزیع نرمال داده ها، آزمون تی مستقل (Independent t-test) برای مقایسه میانگین ها و آزمون تی زوجی (Paired t-test) برای مقایسه بین مولر و کائین، استفاده گردید. مطابق با نتایج آزمون شاپیرو-ویلک، داده های به دست آمده در مطالعه دارای توزیع نرمال بودند. سطح معنی داری در این مطالعه برابر ۵ درصد در نظر گرفته شد.

(Copenhagen, Denmark) تهیه شدند. ابتدا اپراتور متخصص با اسکنرها آشنا شد و پروسه کار با آنها به وی آموزش داده شد. سپس اسکنرها مطابق با دستور شرکت سازنده کالیبره شدند. اپراتور متخصص از هر کدام از دای های سرامیکی با هر اسکنر، مطابق با روش توصیه شده توسط کارخانه، ۲۰ بار اسکن انجام داد. در پروسه اسکن کردن از هیچ نوع پودر یا مایعی استفاده نشد. از میان اسکنرهای انجام شده، ۱۰ فایلی که خطای آنها در بازه ی مشخص قابل قبول بود، انتخاب شدند. در واقع با احتساب ۳درصد عدم قطعیت به دلیل خطای انسانی یا خطای دستگاه، ۲۰ بار اسکن انجام شد و از بین آنها ۱۰ فایل که در بازه خطای قابل قبول بودند توسط مهندس نرم افزار، انتخاب شدند. بنابراین جامعه آماری شامل ۴۰ نمونه تهیه شد. اسکن رفرنس مطالعه با استفاده از اسکنر (Open Technologies (Technologies SRL, Brescia, Italy) به دست آمد و به عنوان اسکن مرجع تعیین شد.

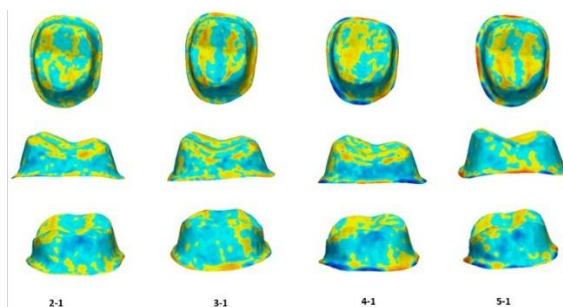
بعد از اطمینان یافتن از انتخاب تمامی اسکن های مورد قبول، فایل STL هر اسکن به نرم افزار Geomagic x Design (Gom Inspect V 6.3.1, Braunschweig, Germany) جهت آغاز فرایند آنالیز وارد شد. در محیط نرم افزار، فایل های STL استخراج شده از اسکن ها، به ترتیب بر روی فایل STL مرجع، مطابقت داده شدند. در این فرایند نرم افزاری، فایل STL مرجع بعنوان CAD و فایل های STL به دست آمده از اسکنرها، به عنوان Mesh، در نظر گرفته شد. در ادامه CAD و فایل های Mesh، با پروتکل best-fit، بر اساس نوع دندان و با کمک شاخص استوانه ای، مطابقت داده شدند؛ در نهایت از هر مقایسه یک فایل نهایی، برای ارزیابی استخراج شد.

در ادامه از نرم افزار Geomagic Control X استفاده شد تا اختلاف میانه، میانگین، حداکثر و حداقل در فایل



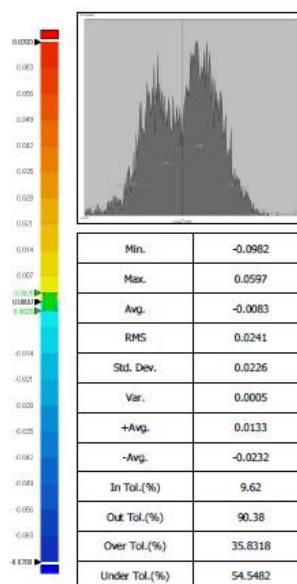
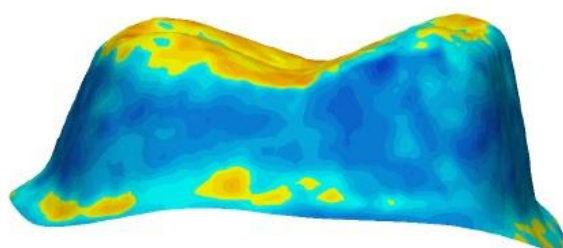
تصویر ۳: مقایسه کیفی صحت اسکن های نمونه ی مولر در اسکنر

3Shape Trios3



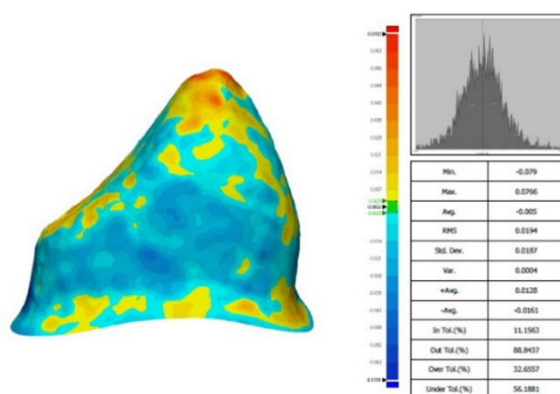
تصویر ۲: مقایسه کیفی صحت اسکن های نمونه ی مولر در اسکنر

Cerec Omnicam



Product Name	[Product Name]	Department	[Department]	Date	May 20, 2020
Part Name	[Part Name]	Inspector	[Inspector]	Unit	mm

تصویر ۴: نمونه ی Color rendered inspection مولر



Product Name	[Product Name]	Department	[Department]	Date	May 20, 2020
Part Name	[Part Name]	Inspector	[Inspector]	Unit	mm

تصویر ۵: نمونه‌ی Color rendered inspection کانین

در مجموع، میانگین صحت در دندان کانین نسبت به دندان مولر در اسکنرهای 3Shape Trios3 بیشتر بود اما در هیچ یک از اسکنرها اختلاف میانگین صحت بین دو دندان مولر و کانین معنی دار نبود. ($P > 0/05$) (جدول ۲). میانگین مشابهت در دندان کانین نسبت به دندان مولر در اسکنر cerec Omnicam کمتر بود، اما در هیچ یک از اسکنرها اختلاف میانگین مشابهت بین دو دندان مولر و کانین معنی دار نبود. ($P > 0/05$)

یافته‌ها

آنالیز آماری داده‌ها نشان داد که از نظر میانگین صحت و مشابهت در دندان مولر بین دو اسکنر اختلاف معنی داری وجود داشت ($P = 0/003$) و اسکنر 3Shape Trios3 میانگین صحت و مشابهت بالاتری نشان داد. در دندان کانین، دو نوع اسکنر از نظر میانگین صحت و مشابهت اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند ($P = 0/09$) (جدول ۱).

جدول 1: میانگین، انحراف معیار، کمترین و بیشترین مقدار مشابهت و صحت به تفکیک اسکنرهای دهانی و نوع دندان

نتیجه آزمون تی مستقل	بیشترین	کمترین	انحراف معیار	میانگین	تعداد	اسکنر	دندان	متغیر
$t=3/45$	$-0/0076$	$-0/0088$	$0/0005$	$-0/0083$	۱۰	3Shape Trios3	مولر	
$P=0/003$	$-0/0099$	$-0/0138$	$0/0014$	$-0/0120$	۱۰	Cerec Omnicam		
$t=1/74$	$-0/0068$	$-0/0097$	$0/0013$	$-0/0082$	۱۰	3Shape Trios3	کانین	مشابهت
$P=0/099$	$-0/0087$	$-0/0115$	$0/0010$	$-0/0102$	۱۰	Cerec Omnicam		
$t=0/31$	$0/0016$	$-0/0003$	$0/0009$	$0/0008$	۱۰	3Shape Trios3	مولر	
$P=0/762$	$-0/0002$	$-0/0014$	$0/0006$	$-0/0007$	۱۰	Cerec Omnicam		
$t=0/89$	$0/0027$	$-0/0001$	$0/0013$	$0/0010$	۱۰	3Shape Trios3	کانین	صحت
$P=0/390$	$0/0010$	$-0/0017$	$0/0013$	$-0/0008$	۱۰	Cerec Omnicam		

جدول ۲: مقایسه میانگین صحت و مشابهت بین دندانهای مولر و کانین به تفکیک نوع اسکنر

نتیجه آزمون تی زوجی	انحراف معیار	میانگین	تعداد	دندان	اسکنر	متغیر
$t=0/28$ $P=0/796$	$0/000876$ $0/001335$	$0/00080$ $0/00102$	۱۰ ۱۰	مولر کانین	3Shape Trios3	مشابهت
$t=0/12$ $P=0/915$	$0/000560$ $0/001273$	$-0/00070$ $-0/00080$	۱۰ ۱۰	مولر کانین	Cerec Omnicam	
$t=0/15$ $P=0/887$	$0/000507$ $0/001337$	$-0/00828$ $-0/00822$	۱۰ ۱۰	مولر کانین	3Shape Trios3	
$t=2/19$ $P=0/093$	$0/001441$ $0/001014$	$-0/01198$ $-0/01016$	۱۰ ۱۰	مولر کانین	Cerec Omnicam	

بحث

جیپسوم در طول زمان، معرفی کردند. ایشان در مطالعه خود از دای های استون مطالعه در روزی های 1، 3، 7، 28 و 56 بعد از تهیه کست مطالعه، اسکن تهیه کردند. سپس اسکن های به دست آمده را با اسکن رفرنس خود مقایسه کردند و میزان دقت (Accuracy) را اندازه گیری کردند. محققان این پژوهش، با انجام تغییراتی در روش کار آنها، مدت فعلی مطالعه را جهت آنالیز سه بعدی داده ها طراحی و اجرا کردند.

یکی دیگر از تغییرات این مطالعه استفاده از دای های سرامیکی به جای دای فلزی بود. چرا که بر طبق مطالعه Jeon و همکاران⁽²⁴⁾ سطوح سرامیکی بر همین سطوح در دای های فلزی، برتری دارند. مزیت دای های سرامیکی این است که نیازی به پودر پوشاننده ندارند، به جز موارد استثنا که شرکت سازنده توصیه به استفاده از پودر می کند. نتیجه حذف استفاده از پودر، که در کمترین حالت خود هم دارای ضخامتی مشخص است، منجر به کاهش میزان خطای قالبگیری می گردد.⁽²⁵⁾

با اتکا بر این حقیقت که هیچ ماده ای، چه سرامیک و چه فلز، شرایط کاملاً مشابه با عاج ندارد، نمیتوان با قطعیت

طراحی مطالعه حاضر به هدف ارزیابی میزان دقت اسکنرهای دیجیتال داخل دهانی بر حسب نوع دندان قدامی یا خلفی طراحی شد. در ارزیابی میزان دقت (Accuracy)، بایستی پارامترهای مشابهت (Trueness) و صحت (Precision) بررسی شود. مشابهت به معنای اختلاف بین مقدار واقعی و میانگین مقادیر به دست آمده از اندازه گیری های مکرر است. صحت به معنای اختلافی است که در تکرار چند باره ی اندازه گیری یک میزان، دیده می شود.⁽²²⁾

بدین منظور برای ارزیابی دقت دو اسکنر دیجیتال که به طور رایج در دندانپزشکی مدرن استفاده می گردند، به سراغ اندازه گیری مشابهت و صحت رفتیم. با اتکا به نتایج مطالعه می توان بیان کرد که اسکنرهای مطالعه در ارزیابی پارامترهای مشابهت و صحت، با یکدیگر تفاوت دارند. بنابراین فرض صفر ما مبنی بر عدم وجود تفاوت قابل ملاحظه بین این اسکنرها رد شد.

Luthardt و همکاران⁽²³⁾ در مطالعه ی خود متد جدیدی را برای ارزیابی تغییرات سه بعدی دای های

آنالیز سه بعدی آنها وجود داشت این بود که مطابقت دادن کل قوس دندانی در یک نقطه باعث به وجود آمدن عدم تطابق قابل توجه در قسمتی دیگر می شود که این خطای ذاتی این روش است.⁽³¹⁾ در این مطالعه “Best fit alignment” به وسیله ی اختصاصی قسمت کردن “Segmenting” ناحیه اسکن شده مطابق با نوع دندان مورد نظر، انجام شد. به بیان دیگر “Best fit alignment” داده های مربوط به هر قسمت به ما این اجازه را می دهد که فقط بین دندان با دندان مطابقت صورت پذیرد و اختلافات مشخص گردد.

Ender و همکاران⁽³³⁾ و Fukazawa و همکاران⁽³⁴⁾ هر کدام جداگانه در مطالعات خود ادعا کردند که حد تفاوت دقت اسکنرها و مدل رفرنس تا حداکثر 100 میکرومتر از نظر کلینیکی قابل قبول است؛ نتایج مطالعه ما نیز با این مطالعات همخوانی دارد. نتایج مطالعه حاضر نشان می دهند که تفاوت های قابل ملاحظه ای در شباهت و صحت بین اسکنرهای مورد مطالعه وجود دارد. در این مطالعه اسکنر خارج دهانی Open Tech به عنوان اسکنر رفرنس استفاده شد.

در دندان مولر، بیشترین مقدار شباهت اسکنرها که از نظر آماری معنا دار بودند، در 3Shape Trios3 دیده شد. در دندان مولر همچنین، کمترین میانگین و میزان صحت در Cerec Omnicam بود. در دندان کائین با وجود تفاوت در شباهت و صحت مابین اسکنرها، این مقادیر از نظر آماری معنا دار نبود. در نهایت می توان بیان کرد که هیچ اختلاف معنی داری در میانگین شباهت و صحت در دندان کائین نسبت به دندان مولر در هیچ یک از اسکنرهای مطالعه وجود نداشت.

Braian و همکاران⁽²¹⁾ در مطالعه خود بر روی پنج اسکنر داخل دهانی، میزان دقت را در بازه ی کمتر از ۱۹۳

ادعا کرد که مواد سرامیکی در قیاس با عاج تأثیر مثبت و یا منفی، بر نتایج می گذارند.⁽²⁶⁾ مطالعه مشابه کلینیکی Quaas و همکاران⁽²⁷⁾، که در آن از اسکنر CEREC برای مقایسه قابلیتگیری دیجیتالی مستقیم و لابراتواری استفاده کردند، کمک می کند که اطمینان پیدا کنیم، موادی که در این مطالعه استفاده شده است تأثیر بسزایی بر نتایج نهایی ندارند.

Jeon و همکاران⁽²⁸⁾ در مطالعه ی خود نشان دادند که فرم دندانی که برای ساخت رستوریشن آماده می شود، متناسب با نوع اسکنر مورد استفاده، بر نتایج دقت تأثیر قابل توجهی می گذارد. با تکیه بر این شواهد، تفاوت دندان ها نباید ساده تصور شود؛ چرا که اینسایزورها و مولرها بعد از کامل شدن آماده سازی، دارای سطوح کاملاً متفاوتی از مناطق شیبدار و زوایای مختلف می شود. این تفاوت در شکل و فرم آماده شده منجر به اختلاف در تصویربرداری دیجیتالی می شود. چرا که برای بسیاری از سیستم های اسکنر سه بعدی، تصویربرداری از سطوح شیبدار اینسایزورها جزء سخت ترین نواحی برای تصویر برداری است.⁽²⁴⁾ در دیگر سو، بیشتر اسکنرها هنگام تصویربرداری از مولرها دقت بالاتری دارند. هر چند که آماده سازی سطوح موازی و شیبدار در دندان های مولر هم باعث کاهش دقت اسکنرها می شود.⁽²⁹⁾

به هنگام مرور پایگاه های اطلاعاتی، با مطالعات مختلفی رو به رو می شویم که به ارزیابی دقت اسکنرهای دیجیتالی پرداخته اند.^(30,31) اما آنچه که به این مطالعه نوآوری و تمایز می بخشد روش آنالیز سه بعدی است که در این مطالعه به کار رفته است. Lim و همکاران⁽³²⁾ در مطالعه ی خود به دنبال ارزیابی دقت اسکنرهای داخل دهانی به آنالیز کل قوس دندانی با استفاده از روش مطابقت دادن با بهترین نقاط “Best fit alignment” پرداختند. خطایی که در

تفاوت در فلسفه کارکرد این اسکنرها و تکنولوژی آنها را نیز در نظر گرفت.⁽³⁵⁾

از دیگر محدودیت های مطالعه حاضر، عدم شبیه سازی متغیرهای موثری مثل بزاق و بافت نرم دهان و غیره بود. البته که ادعا شده است این عوامل بر نتایج قالبگیری دیجیتال تأثیر قابل توجهی دارند.^(32 و 35) بنابراین نیاز است که مطالعات جامع تری برای مشخص کردن برتری اسکنرها در مجموع پارامترهای مختلف طراحی گردد.

نتیجه گیری

کمترین مقدار و میانگین صحت در دندان مولر در اسکنرهای Cerec Omnicam مشاهده شد. کمترین مقدار و میانگین مشابهت مشاهده شده در دندان مولر، در اسکنرهای Cerec Omnicam مشاهده شد. اختلاف معنی داری در میانگین صحت و مشابهت در دندان کانین نسبت به دندان مولر در هیچ یک از اسکنرهای مطالعه وجود نداشت.

میکرومتر اعلام کردند که با نتایج مطالعه ما تفاوت دارد. علت این تفاوت را می توان به تفاوت متدولوژی دو مطالعه نسبت داد؛ ایشان در مطالعه خود به آنالیز دقت بر حسب فاصله هنگام تصویربرداری پرداختند که با آنالیز سه بعدی در مطالعه حاضر متفاوت است.

در مطالعه دیگری Park و همکاران⁽³¹⁾ به نتایج متناقضی با مطالعه ما دست یافتند، که علت آن را می توان در تفاوت آنالیز سه بعدی مطالعه ایشان جستجو کرد. ایشان در مطالعه خود از "Best fit alignment" در کل قوس دندان استفاده کردند، حال آنکه در مطالعه حاضر از اختصاصی قسمت کردن "Segmenting" هم استفاده شد. در پایان بایستی اشاره کرد که اسکنرها در پارامترهای مختلف، تفاوت های زیادی با یکدیگر دارند و هر کدام در زمینه خاصی برتری دارد. افزون بر این تفاوت ها، بایستی

منابع

1. Reepomaha T, Angwaravong O, Angwarawong T. Comparison of fracture strength after thermo-mechanical aging between provisional crowns made with CAD/CAM and conventional method. *J Adv Prosthodont* 2020;12(4):218-24.
2. Kapos T, Ashy LM, Gallucci GO, Weber H-P, Wismeijer D. Computer-aided design and computer-assisted manufacturing in prosthetic implant dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24:110-17.
3. Mörmann W, Brandestini M, Lutz F. The Cerec system: computer-assisted preparation of direct ceramic inlays in 1 setting. *Quintessenz* 1987;38(3):457-70.
4. Lee SJ, Betensky RA, Gianneschi GE, Gallucci GO. Accuracy of digital versus conventional implant impressions. *Clin Oral Implants Res* 2015;26(6):715-9.
5. Al Mortadi N, Eggbeer D, Lewis J, Williams RJ. CAD/CAM/AM applications in the manufacture of dental appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;142(5):727-33.
6. Güth J-F, Keul C, Stimmelmayer M, Beuer F, Edelhoff D. Accuracy of digital models obtained by direct and indirect data capturing. *Clin Oral Investig* 2013;17(4):1201-8.
7. Rudolph H, Salmen H, Moldan M, Kuhn K, Scharwardt V, Wöstmann B, et al. Accuracy of intraoral and extraoral digital data acquisition for dental restorations. *J Appl Oral Sci* 2016;24(1):85-94.
8. Jacob SA, Savitha P. Cad cam understanding the basics: a review. 2016;2(2):50-55.
9. Koch GK, Gallucci GO, Lee SJ. Accuracy in the digital workflow: From data acquisition to the digitally milled cast. *J Prosthet Dent* 2016;115(6):749-54.
10. Latham J, Ludlow M, Mennito A, Kelly A, Evans Z, Renne W, et al. Effect of scan pattern on complete-arch scans with 4 digital scanners. *J Prosthet Dent* 2020;123(1):85-95.
11. Revilla-León M, Jiang P, Sadeghpour M, Piedra-Cascón W, Zandinejad A, Özcan M, et al. Intraoral digital scans—Part 1: Influence of ambient scanning light conditions on the accuracy (trueness and precision) of different intraoral scanners. *J Prosthet Dent* 2019;124(3):372-78.

12. Chen Z, Linghu C, Yu K, Zhu J, Luo H, Qian C, et al. Fast Digital Patterning of Surface Topography toward Three-Dimensional Shape-Changing Structures. *ACS Appl Mater Interfaces* 2019;11(51):48412-18.
13. Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. *BMC oral health* 2017;17(1):1-11.
14. Mandelli F, Ferrini F, Gastaldi G, Gherlone E, Ferrari M. Improvement of a Digital Impression with Conventional Materials: Overcoming Intraoral Scanner Limitations. *Int J Prosthodont* 2017;30(4):373-76.
15. Mangano FG, Veronesi G, Hauschild U, Mijiritsky E, Mangano C. Trueness and precision of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro study. *PLoS One* 2016;11(9):1-18.
16. Richert R, Goujat A, Venet L, Viguie G, Viennot S, Robinson P, et al. Intraoral scanner technologies: a review to make a successful impression. *J Healthc Eng* 2017;2017:1-9.
17. Ahlholm P, Sipilä K, Vallittu P, Jakonen M, Kotiranta U. Digital versus conventional impressions in fixed prosthodontics: a review. *J Prosthodont* 2018;27(1):35-41.
18. Su T-s, Sun J. Comparison of repeatability between intraoral digital scanner and extraoral digital scanner: An in-vitro study. *J Prosthodont Res* 2015;59(4):236-42.
19. Imburgia M, Logozzo S, Hauschild U, Veronesi G, Mangano C, Mangano FG, et al. Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health* 2017;17(1):92
20. Swapna B, Kamath V. Digital Impressions In Prosthodontics—An Overview. *J Crit Rev* 2020;7(14):733-5.
21. Braian M, Wennerberg A. Trueness and precision of 5 intraoral scanners for scanning edentulous and dentate complete-arch mandibular casts: A comparative in vitro study. *J Prosthet Dent* 2019;122(2):129-36.
22. Menditto A, Patriarca M, Magnusson B. Understanding the meaning of accuracy, trueness and precision. *Accreditation Qual Assur* 2007;12(1):45-7.
23. Luthardt RG, Kühmstedt P, Walter MH. A new method for the computer-aided evaluation of three-dimensional changes in gypsum materials. *Dent Mater* 2003;19(1):19-24.
24. Jeon J-H, Lee K-T, Kim H-Y, Kim J-H, Kim W-C. White light scanner-based repeatability of 3-dimensional digitizing of silicon rubber abutment teeth impressions. *J Adv Prosthodont* 2013;5(4):452-6.
25. Dehurtevent M, Robberecht L, Béhin P. Influence of dentist experience with scan spray systems used in direct CAD/CAM impressions. *J Prosthet Dent* 2015;113(1):17-21.
26. Kurz M, Attin T, Mehl A. Influence of material surface on the scanning error of a powder-free 3D measuring system. *Clin Oral Investig* 2015;19(8):2035-43.
27. Quaas S, Loos R, Rudolph H, Luthardt RG. Randomized controlled trial comparing direct intraoral digitization and extraoral digitization after impression taking. *Int J Prosthodont* 2015;28(1):30-2.
28. Jeon J-H, Choi B-Y, Kim C-M, Kim J-H, Kim H-Y, Kim W-C, et al. Three-dimensional evaluation of the repeatability of scanned conventional impressions of prepared teeth generated with white- and blue-light scanners. *J Prosthet Dent* 2015;114(4):549-53.
29. Beuer F, Aggstaller H, Richter J, Edelhoff D, Gernet W. Influence of preparation angle on marginal and internal fit of CAD/CAM-fabricated zirconia crown copings. *Quintessence Int* 2009;40(3):243-50.
30. Michelinakis G, Apostolakis D, Tsagarakis A, Kourakis G, Pavlakis E. A comparison of accuracy of 3 intraoral scanners: A single-blinded in vitro study. *J Prosthet Dent* 2020;124(5):581-88.
31. Park G-H, Son K, Lee K-B. Feasibility of using an intraoral scanner for a complete-arch digital scan. *J Prosthet Dent* 2019;121(5):803-10.
32. Lim J-H, Park J-M, Kim M, Heo S-J, Myung J-Y. Comparison of digital intraoral scanner reproducibility and image trueness considering repetitive experience. *J Prosthet Dent* 2018;119(2):225-32.
33. Ender A, Attin T, Mehl A. In vivo precision of conventional and digital methods of obtaining complete-arch dental impressions. *Clin Oral Investig* 2016;115(3):313-20.
34. Fukazawa S, Odaira C, Kondo H. Investigation of accuracy and reproducibility of abutment position by intraoral scanners. *J Prosthodont Res* 2017;61(4):450-9.
35. de Villambrosia PG, Martínez-Rus F, García-Orejas A, Salido MP, Pradíes G. In vitro comparison of the accuracy (trueness and precision) of six extraoral dental scanners with different scanning technologies. *J Prosthet Dent* 2016;116(4):543-50.
36. Flügge TV, Schlager S, Nelson K, Nahles S, Metzger MC. Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;144(3):471-8.