قابل توجه دندان‌پزشکان محترم، این مقاله دارای امتیاز بازآموزی می‌باشد. لطفا جهت ثبت نام به آدرس زیر مراجعه شود:
www.ircme.ir

مروری بر کاربرد CAD/CAM در دندان‌پزشکی (قسمت دوم: بررسی مقایسه‌ای اسکنرهای دیجیتالی داخل دهانی مورد استفاده در دندان‌پزشکی ترمیمی)

دکتر امید صوابی[۱]، دکتر مهسا صحرانشین سامانی[*]، علی صحرانشین سامانی[۲]، دکتر مریم خروشی[۳]

اهداف آموزشی

۱. آشنایی با انواع اسکنرهای داخل دهانی موجود در دندان‌پزشکی
۲. شناخت مزایا و معایب انواع اسکنرهای داخل دهانی موجود در دندان‌پزشکی
۳. شناخت اصول کار و نحوه‌ی عمل‌کرد اسکنرهای داخل دهانی موجود در دندان‌پزشکی
٤. آشنایی با نحوه‌ی به کارگیری اسکنرهای موجود در اعمال بالینی دندان‌پزشکی
۵. ارایه اطلاعات پایه برای انتخاب از میان اسکنرهای تجاری موجود

چکیده

مقدمه: امروزه تکنولوژی تصویربرداری داخل دهانی به یکی از هیجان انگیزترین قسمت‌های جدید دندان‌پزشکی تبدیل شده است و اسکن سه بعدی حفره‌ی دهان در بسیاری از اعمال دندان‌پزشکی مانند دندان‌پزشکی ترمیمی و ارتودنسی به‌کار می‌رود. تاکنون چندین دستگاه اسکنر داخل دهانی برای دندان‌پزشکی ترمیمی در سراسر جهان توسعه یافته است و بسیاری از تولیدکنندگان تجهیزات دیجیتال در پی طراحی و ساخت نمونه‌های جدید می‌باشند. البته فقط برخی از این دستگاه‌ها در حال حاضر در بازار موجود هستند و سایر آن‌ها هنوز در حال گذراندن مراحل آزمایش بالینی می‌باشند. در همه اسکنرهای داخل دهانی موجود، سعی شده تا مشکلات و معایب فرایند قالب‌گیری سنتی مرتفع گردد. هدف از این مقاله، مروری بر اسکنرهای داخل دهانی موجود در دندان‌پزشکی ترمیمی با توجه خاص به ارزیابی اصول کار، ویژگی‌ها و نحوه عملکرد آن‌ها است.

شرح مقاله: این مقاله مروری با جستجوی علمی در منابع الکترونیک، سایت‌های اینترنتی PubMed و ISI Web of Science و در ارتباط با مقالات به چاپ رسیده به زبان انگلیسی تا ابتدای سال ۲۰۱٤ و با موضوعات اسکنر داخل دهانی و قالب‌گیری دیجیتال گردآوری گردیده است.

نتیجه‌گیری: در طی سال‌ها پیشرفت‌های عمده‌ای در سیستم اسکن دیجیتالی رخ داده است و سیستم‌های دیجیتال متنوعی معرفی شده‌اند که دندان‌پزشک را قادر به انتخاب روش‌های مختلف شبیه‌سازی وضعیت داخل دهان در محیط خارج دهانی می‌سازد. هدف نهایی دندان‌پزشکان ساخت و ارایه رستوریشن‌های دقیق و کارآمد برای بیمار و در عین حال حفظ راحتی بیمار در حین مراحل قالب‌گیری است. دقت بالای اسکنر نوری دندان‌پزشک را قادر به ارایه ترمیم‌هایی با کیفیت برتر می‌نماید. با تکنیک‌های قالب‌گیری دیجیتال، تعداد افراد عمل کننده و متغیرهای مواد کاهش می‌یابد و روند انجام ترمیم قابل پیش‌بینی‌تر و آسان‌تر می‌گردد.

کلید واژه‌ها: پروتز دندانی، دندان‌پزشکی ترمیمی، CAD/CAM

* استادیار، گروه دندان‌پزشکی ترمیمی، دانشکده دندان‌پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، چهارمحال و بختیاری، ایران (مؤلف مسؤول)
mahsa_sahraneshin@yahoo.com

۱: استاد، مرکز تحقیقات ایمپلنت‌های دندانی، گروه پروتزهای دندانی، دانشکده دندان‌پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۲: کارشناسی مهندسی مکانیک، دانشجوی کارشناسی ارشد، رشته ارگونومی، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، آذربایجان غربی، ایران

۳: دانشیار، مرکز تحقیقات مواد دندانی، گروه دندان‌پزشکی ترمیمی، دانشکده دندان‌پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

این مقاله در تاریخ ۹۱/۲/۲ به دفتر مجله رسیده، در تاریخ ۹۲/۱۰/۲۱ اصلاح شده و در تاریخ ۹۲/۱۰/۲۴ تأیید گردیده است.

مجله دانشکده دندان‌پزشکی اصفهان
۱۳۹۳؛ ۱۰(۲)؛ ۱۶۳ تا ۱۷۵

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

اسکنرهای سه بعدی داخل دهانی بیش از ۲۰ سال است که در دندان‌پزشکی استفاده می‌شوند و به طور دایم در حال پیشرفت و ارتقا می‌باشند[۱]. امروزه در سراسر جهان، ده دستگاه اسکنر داخل دهانی در دندان‌پزشکی ترمیمی موجود است، در بین اسکنرهای مختلف تفاوت‌هایی در زمینه فن‌آوری مورد استفاده در دوربین‌های دیجیتال و نیز روند ضبط تصاویر و ایجاد مدل‌های دیجیتال وجود دارد[۲]. این مقاله مروری با جستجوی علمی در منابع الکترونیک، سایت‌های اینترنتی PubMed و ISI Web of Science و در ارتباط با مقالات به چاپ رسیده به زبان انگلیسی تا ابتدای سال ۲۰۱۴ و با موضوعات اسکنر داخل دهانی و قالب‌گیری دیجیتال گردآوری گردیده است. هدف از این مطالعه بررسی انواع اسکنرهای داخل دهانی موجود، ویژگی‌ها و نحوه عملکرد آن‌ها است.

شرح مقاله

انواع اسکنرهای داخل دهانی موجود در دندان‌پزشکی ترمیمی به شرح زیر می‌باشند:

۱. سیستم CEREC

سیستم CEREC (Chairside economical restoration of esthetic ceramic) در سال ۱۹۸۷ معرفی شد و اولین سیستم CAD/CAM (Computer- aided design/ Computer- aided manufacturing) در دندان‌پزشکی بود و دارای ترکیبی از اسکنر دیجیتال و یک دستگاه تراش بود[۴، ۳]. اولین مدل این سیستم تنها قادر به تولید اینله و انله بود[۵]. بعدها سیستم CEREC2 در سال ۱۹۹۶ و با پیشرفت بیش‌تر سیستم CEREC3 در سال ۲۰۰۰ معرفی شد[۶].

از زمان ابداع سیستم CEREC تاکنون تغییرات چندی در این سیستم رخ داده است، از جمله جدا شدن اتاقک یا محفظه تولید از محفظه تصویر که منجر به افزایش چشم‌گیری در کارایی تولید شد، به این ترتیب که می‌توان به صورت هم‌زمان یک رستوریشن را طراحی کرد و دیگری را تراش داد، دیگری تبدیل تصاویر دو بعدی به سه بعدی هم‌زمان با پیشرفت در سرعت و حافظه کامپیوترها و در نهایت معرفی نرم‌افزارهای 3D که با کمک آن دندان‌پزشک قادر است همان تصویری را که در مدل‌های استونی نمایان است، فوراً از طریق مانیتور مشاهده کند[۷].

در سال ۲۰۰۹ سیستم CEREC AC معرفی شد که همراه با BlueCam است. در این سیستم کاربرد نور با طول موج آبی[۸] به‌جای نور قرمز (Infrared laser light)، که در سیستم‌های قبلی استفاده می‌شد، به رزولوشن بهتر تصاویر انجامید[۱۰، ۹]. این سیستم با استفاده از اصل Active triangulation تصاویری از سطح دندان ایجاد می‌کند. سیستم CEREC AC نور آبی شدیدی را از دیودهای ساطع‌گر نور آبی (Light emmiting diode: LED) به‌کار می‌گیرد. LED ها نور آبی را بر روی دندان‌ها تصویر می‌کنند، و دندان نور را در زاویه کمی متفاوت منعکس کرده و بر می‌گرداند. این روش تجسم تصویر به‌عنوان مثلث فعال یا Active triangulation نامیده می‌شود و سپس تصاویر استاتیک دندان برای ایجاد یک مدل سه بعدی با یکدیگر آمیخته می‌شوند[۱۱] (شکل ۱)

شکل ۱. CEREC® AC Bluecam[۱۳، ۱۲]

تصاویر حتی در حواشی، عاری از اعوجاج هستند، به‌طوری که تصاویر متعدد (به‌عنوان مثال از یک کوادران کامل) می‌تواند همراه با دقت زیادی در کنار یکدیگر قرار گیرند[۱۳، ۱۲] فیت و دقت مارژینال رستوریشن‌های ساخته شده با CEREC AC،

Archive of SID
www.SID.ir

متناسب با رستوریشن‌هایی است که در لابراتوار و با همان مواد یا مواد مشابه ساخته می‌شوند[۱۴]. این سیستم هم‌چنین دارای توانایی قالب‌گیری نیم فک یا قوس کامل و ساخت روکش، ونیر و بریج است[۴].

برای استفاده از این سیستم، کل دندان آماده سازی شده برای اسکن با یک لایه ویژه پودر دی اکسید تیتانیوم پوشش داده می‌شود، که باعث می‌شود زمینه‌های شفاف یا لوسنت از دندان‌ها مات یا اپک شوند و به دوربین اجازه ثبت تمامی بافت‌ها را می‌دهد[۱۵، ۴]. این پودر به آسانی توسط آب شسته می‌شود و آلودگی حداقلی را برای محیط کار فراهم می‌سازد[۹]. سپس چندین قالب نوری از جهت اکلوزالی و هم‌چنین دندان مجاور و مقابل گرفته می‌شود. اسکنر قادر به فوکوس به‌طور خودکار است، در واقع در این سیستم دوربین به‌صورت اتوماتیک زمان مناسب برای گرفتن تصاویر را تشخیص می‌دهد و نیاز نیست دندان‌پزشک پدال یا دکمه‌ای را فشار دهد[۴] و نیز CEREC ® AC Bluecam دارای سیستم تشخیص لرزش خودکار است و تصاویر تنها زمانی که دوربین کاملاً بی حرکت است ثبت می‌شوند (شکل ۲). دندان‌ها تا فاصله ۱۴ میلی‌متری از کانون اشعه اسکن می‌شوند و این وسعت امکان ثبت ناحیه‌ی دیستال مولرها را فراهم می‌سازد و از نوک کاسپ‌ها تا ناحیه مارژین ثبت می‌گردد. یک کوادران پنج دندانه می‌تواند در کم‌تر از ۲۰ ثانیه در ۵ تصویر یا کم‌تر اسکن شود و اسکن کل قوس طی ۶۰ الی ۹۰ ثانیه صورت می‌پذیرد. نرم‌افزار به‌طور اتوماتیک اطلاعات غیر قابل استفاده را حذف می‌کند و در نتیجه تصاویر باقی‌مانده نیاز به ویرایش اندکی دارند[۹]. طراحی اغلب رستوریشن‌ها طی ۷-۵ دقیقه صورت می‌گیرد[۱۶]. آخرین مدل از سیستم‌های تراش، CEREC inLab ® MC XL (شکل ۳)، قادر به تراش یک کروان در زمانی کم‌تر از ۴ دقیقه می‌باشند[۱۲].

شکل ۲. wand در CEREC® Bluecam[۱۳، ۱۲]

شکل ۳. واحد تراش in-office[۱۳، ۱۲]

CEREC AC به دو روش می‌تواند قوس مقابل را اسکن کند. یکی استفاده از تصویر منفی از ماده ثبت بایت و دیگری اسکن کردن هر دو قوس به‌طور جداگانه و سپس اسکن کردن دو قوس در حالت بسته در حالت رابطه مرکزی. در حالت دوم لنز دوربین در حالتی که دهان بسته است، به موازات سطح باکال قرار می‌گیرد و یک یا دو عکس گرفته می‌شود[۹].

پس از آنکه قالب‌گیری کامل شد، نمای سه بعدی از دندان تراش خورده بر روی مانیتور نمایان می‌شود. بر اساس این تصویر دندان‌پزشک قادر است محل ختم تراش را مشخص نماید که دای در کجا شروع می‌شود وکجا پایان می‌پذیرد[۴]. سپس برنامه نرم‌افزاری (سیستم CAD)، به نام "Biogeneric" رستوریشن پیشنهادی را بر اساس انجام مقایسه با دندان‌های اطراف طراحی می‌کند، سپس این تصویر می‌تواند بر حسب نیاز تغییر داده شده و یا کمی بچرخد. در طول فرایند طراحی استفاده از ابزارهای رنگی به منظور تعیین میزان تماس بین دندانی و اکلوزال کمک می‌کند تا اطمینان حاصل شود ترمیم نهایی به هیچ‌گونه تنظیمی قبل از سمان کردن نیاز ندارد، یا این نیاز را به حداقل ممکن می‌رساند[۱۷].

اگر دندان‌پزشک تنها سیستم CEREC AC را داراست و مجهز به سیستم تراش و ساخت ترمیم در مطب نیست، می‌تواند قالب‌های دیجیتال را با استفاده از CEREC Connect®، به‌طور مستقیم به لابراتوار دندانی ارسال نماید[۱۸]. در لابراتوار طراحی و تراش رستوریشن با استفاده از فن‌آوری CAD/CAM انجام می‌گیرد، و یا تصویر دیجیتال برای ساخت مدل رزینی بر اساس داده‌ها به‌کار گرفته شده و در ادامه ساخت رستوریشن به شیوه متعارف صورت می‌گیرد[۱۷].

Archive of SID

www.SID.ir

تطابق مارژینال کراون‌های ساخته شده در سیستم CEREC 1 ۳۸ ± ۸۴ میکرومتر، در CEREC 2 ۲۷ ± ۵۶ میکرومتر، در CEREC 3 ۱۱ ± ۵۴ میکرومتر و در CEREC AC ۶ ± ۵۸ میکرومتر گزارش شده است[۱۹]. به تازگی دوربین Omnicam توسط شرکت Sirona معرفی شده است که قادر به تهیه تصاویر ویدیوی رنگی بدون استفاده از پودر می‌باشد.

۲. سیستم E4D-dentist

اولین سری این سیستم در سال ۲۰۰۸ ساخته شده، این سیستم علاوه بر CEREC در حال حاضر تنها سیستم دیگری است که قادر است رستوریشن‌ها را ظرف مدت یک جلسه و در مطب تولید نماید[۱۷].

دندان‌پزشکان می‌توانند سیستم طراحی و اسکنر لیزری را به تنهایی خریداری نمایند، و یا واحد تراش را نیز خریداری کنند. این سیستم دارای یک اسکنر لیزری، به‌نام IntraOral دیجیتایزر، همراه با واحد طراحی (کامپیوتر و مانیتور) و یک واحد تراش جداگانه است. اسکنر لیزری کوچک است، بنابراین لازم نیست بیمار دهان خود را به میزان زیادی باز کند[۴] (شکل ۴).

شکل ۴. سیستم E4D Dentist، wand و واحد تراش[۱۲]

سیستم E4D در برخی و نه در همه موارد نیاز به استفاده از پودر دارد. اسکنر باید در فاصله‌ی خاصی از سطح در حال اسکن و در نزدیکی آن قرار گیرد که این امر با کمک دو عدد پایه لاستیکی"چکمه مانند" که از سر اسکنر بیرون آمده حاصل می‌شود[۱۷].

با نگاه کردن به مانیتور کامپیوتر، هنگامی که تصویر دندان هدف در مرکز صفحه نمایش نمایان شد فعال‌سازی با پدال پایی انجام می‌شود و ضبط تصویر با استفاده از نرم‌افزاری به نام ICEverything، صورت می‌گیرد، سپس دندان‌پزشک برای تنظیم اسکنر برای تصویر بعدی آماده می‌شود. با گرفتن تصاویر متوالی، نرم‌افزار به تدریج یک تصویر سه بعدی ایجاد می‌کند که تحت عنوان "ICEverythingTM model" نامیده می‌شود، سپس تصویر حاصله بر روی مانیتور لمسی می‌تواند از هر زاویه‌ای مشاهده شود تا تأیید شود که اسکن کامل انجام شده است و نیازی به اسکن قوس مقابل نیست. به جای اسکن قوس مقابل، یک ثبت کننده اکلوزال با مواد قالب‌گیری تهیه و در بالای دندان هدف قرار داده می‌شود. سپس اسکنر ترکیبی از مواد ثبت بایت و دندان بدون پوشش را اسکن می‌کند و با استفاده از این اطلاعات رستوریشن در ارتفاع صحیح اکلوزالی طراحی می‌شود[۴].

بخش طراحی سیستم E4D قابلیت شناسایی خودکار و علامت‌گذاری نواحی ختم تراش را داراست. پس از آن‌که دندان‌پزشک ختم تراش را تأیید نمود، کامپیوتر مدل رستوریشن را برای دندان هدف پیشنهاد می‌کند. در حال حاضر، یکی از مزایای E4D این است که طراح می‌تواند هم‌زمان بر روی ۱۶ رستوریشن کار کند[۴].

به محض تأیید رستوریشن، داده‌ها به In-house milling machine و یا یک لابراتوار دندان‌پزشکی منتقل می‌شود. ساخت رستوریشن از بلوک‌های انتخاب شده از سرامیک یا کامپوزیت انجام می‌شود[۴].

۳. iTero Cadent

کمپانی Cadent در سال ۲۰۰۷، iTero را به‌عنوان اولین سیستم قالب‌گیری دیجیتال برای ساخت روکش و بریج معرفی کرد (شکل ۵) iTero تصویربرداری موازی هم کانون را به کار می‌گیرد[۲۱، ۲۰] (شکل ۶ و ۷).

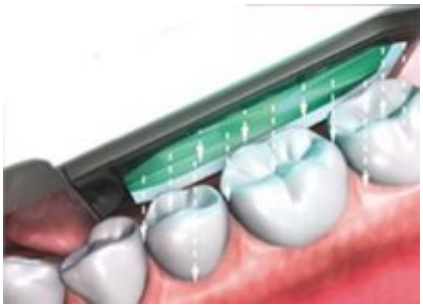
دستگاه، پرتوهای موازی نور لیزر قرمز را روی دندان‌ها می‌تاباند و نور منعکس شده را از طریق استفاده از مبدل آنالوگ به دیجیتال، به اطلاعات دیجیتال تبدیل می‌کند[۴]. این تکنولوژی اجازه می‌دهد تا اسکن بدون پوشش دندان با پودر انجام شود. عدم وجود پودر به این معنی است که اسکنر

Archive of SID
www.SID.ir

می‌تواند در طول اسکن به‌طور مستقیم بر روی دندان‌ها قرار گیرد[۱۷]. با وجود این‌که توانایی دوربین iTero در انجام اسکن بدون نیاز به پوشش پودر بر روی سطح دندان‌ها ممکن است سودمند باشد، این امر مستلزم گنجاندن یک گردانه رنگ‌آمیزی در واحد کسب تصاویر (Acquisition unit) می‌باشد[۱۷]، و در نتیجه سر اسکنر نسبت به سیستم‌های دیگر بزرگ‌تر می‌باشد[۱۷، ۴]. فرایند تصویربرداری از سطح دندان با هدف به کارگیری سه پرتو نوری رنگی متفاوت قابل ترکیب (یکی از رنگ‌های قرمز، سبز و یا آبی روشن) برای فراهم کردن نور سفید، صورت می‌گیرد. یک تصویر تک رنگ از دندان، برای هر پرتو، گرفته می‌شود و تصاویر تک رنگ برای ایجاد یک تصویر رنگی کامل با هم ترکیب می‌شوند[۱۲].

شکل ۵. سیستم قالب‌گیری دیجیتال iTero[۱۲]

شکل ۶. Wand در سیستم iTero[۱۲]



شکل۷. iTero تکنولوژی موازی هم‌کانون را به‌کار می‌گیرد[۱۲].

برای شروع، اطلاعاتی در مورد بیمار، از جمله نوع رستوریشن و رنگ دندان، به کامپیوتر وارد می‌شود. این سیستم در هر اسکن دستورات صوتی و تصویری را برای راهنمایی به دندان‌پزشک ارایه می‌دهد[۴]. اپراتور می‌بایست مراحل انجام اسکن را به ترتیب به پایان رساند. این مراحل شامل انجام پنج اسکن از مناطق اکلوزال، لینگوال، باکال، و تماس‌های بین دندانی با دندان‌های مجاور است[۱۷، ۱۲]. این امر حدود ۱۵ یا ۲۰ ثانیه به ازای هر دندان به طول می‌انجامد. سپس تصاویری با زاویه ۴۵ درجه از سطوح باکال و لینگوال دندان‌های باقی‌مانده در کوادران یا قوس و نیز قوس مقابل تهیه می‌شود. هنگامی‌که این اسکن‌ها (حداقل ۲۱ اسکن) کامل شد، از بیمار خواسته می‌شود دهانش را در سنتریک اکلوژن مرکزی ببندد و ثبت بایت در اسکن مجازی صورت می‌گیرد. فرایند اسکن کامل برای کل دهان حدود ۳ تا ۵ دقیقه به طول می‌انجامد[۱۷]. در طول مرحله بررسی، دندان‌پزشک قادر است که اسکن را از هر زاویه‌ای دوباره بررسی نماید. آرتیکولاتور دیجیتال به دندان‌پزشک اجازه می‌دهد فاصله اکلوزالی را دوباره بسنجد و هرگونه تغییرات مورد نیاز را در دندان آماده شده و یا قوس مقابل اعمال نماید[۴].

پس از تأیید اسکن، تصاویر برای پاک‌سازی (cleanup) و طراحی اولیه توسط اتصال بی‌سیم HIPAA (Health insurance portability and accountability act) مختص شرکت Cadent به مرکز Cadent در اسرائیل منتقل می‌شوند. سپس فایل دیجیتالی مربوطه در فرمت Cadent به (در نیوجرسی) فرستاده می‌شود، و در آن‌جا مدل از یک رزین اختصاصی تراش داده می‌شود. Cadent دستگاه فرز ۵ محوره را برای تضمین دقت و صحت دای و مدل‌های تراش داده شده

Archive of SID
www.SID.ir

به کار می‌گیرد و مدل فاقد تغییرات ابعادی است چرا که از مواد فینیش شده و با دقت بالا تهیه شده است[۲۳، ۲۲، ۱۷].

مدل iTero از مواد پلی یورتان پایدار ساخته می‌شود. این ماده دارای مزایای متعددی است، مقاومت استثنایی به سایش وجود دارد، نمی‌شکند یا اگر بیفتد دچار لب پریدگی نمی‌شود، و فاقد انقباض ناشی از پلیمریزاسیون است. علاوه بر این، رنگ آن مانند گچ پلاستر است و شبیه به مدل‌های ریخته شده به روش معمول است[۲۲].

٤. اسکنر دهانی Lava Chairside

اسکنر دهانی Lava COS (Lava chairside oral scanner) در سال ۲۰۰۸ معرفی شد[۱۷]. سیستم شامل یک کارت همراه، صفحه نمایش لمسی، و یک اسکنر با یک دوربین در انتها است (شکل‌های ۸ و ۹). سیستم دوربین که حاوی 192 LED و ۲۲ لنز است، موج فعال نمونه‌برداری را برای حصول تصویر به صورت ویدئویی به کار گرفته است[۱۲].

شکل ۸. Lava COS[۱۲]

شکل ۹. wand در Lava COS[۱۲]

Lava COS. روش کاملاً جدیدی را به منظور کسب داده‌های سه بعدی معرفی کرده است. این روش بر مبنای اصل نمونه‌برداری جبهه امواج فعال پایه‌گذاری گردیده است. این روش انجام اسکن توسط شرکت 3M ESPE "تکنولوژی 3D در حال حرکت" نام گرفته است. این سیستم اسکن یک سیستم تصویربرداری سه بعدی فعال را فراهم می‌کند[۱۲].

پس از آماده کردن دندان و کنار زدن بافت لثه، دندان‌پزشک قوس دندانی را خشک می‌کند و آن را با گرد ملایمی از پودر دی اکسید تیتانیوم می‌پوشاند[۲۴]. پودر فقط به میزانی استفاده می‌شود که به اسکنر اجازه شناسایی نقاط مرجع را بدهد. اسکنر در ابتدا با حرکت ترکه بر روی سطوح اکلوزال حرکت کرده و سپس بر سطوح باکال، و در نهایت بر روی سطح لینگوال حرکت داده می‌شود. اسکن‌های اضافی از سطوح اکلوزال گرفته می‌شود و اسکن نواری یا "Stripe scanning" با اسکن سطح اکلوزال دندانی که تصویر برداری از آن آغاز شده بود به اتمام می‌رسد[۴].

تصویر فوراً بر روی مانیتور ظاهر می‌شود و می‌تواند چرخانده شود و بزرگ شده تا اطمینان حاصل شود که تمام مناطق به درستی اسکن شده‌اند و تخلخلی وجود ندارد. دندان‌پزشک هم‌چنین توانایی سوئیچ بین تصاویر سه بعدی و دو بعدی را داراست[۴] (دندان‌پزشک می‌تواند این تصاویر را با پوشیدن عینک سه بعدی مشاهده نماید)[۱۲].

اگر در مناطقی که داده‌ها بسیار مهم است سوراخ‌هایی در اسکن وجود دارد، دندان‌پزشک به سادگی آن منطقه خاص را اسکن می‌کند و نرم‌افزار سوراخ را تعمیر می‌کند. سپس از بیمار خواسته می‌شود فک خود را در موقعیت حداکثر تماس بین

Archive of SID

www.SID.ir

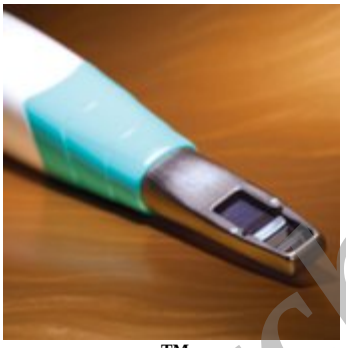
کاسپی ببندد، سپس سطوح باکال در یک طرف دهان پودر زده شده، و اسکن از دندان‌های جفت شده حاصل می‌شود. در مرحله‌ی بعد تصاویر اسکن شده‌ی فک بالا و فک پایین به صورت دیجیتالی بر روی صفحه نمایش بر روی هم جفت می‌شوند و دندان‌پزشک داده‌ها را از طریق اینترنت به لابراتوار می‌فرستد، در آن‌جا تکنسین با کمک نرم‌افزار اختصاصی، به صورت دیجیتالی دای را برش می‌دهد و مارژین را مشخص می‌کند. شرکت 3M ESPE فایل‌های دیجیتالی را دریافت کرده و یک مدل SLA (Stereolithography) تولید می‌کند و آن را به لابراتوار می‌فرستد[۱۷].

Lava COS نه تنها برای ساخت کراون و بریج‌های Lava، بلکه برای هر نوع کراون یا بریجی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد[۴]. این سیستم برای ساخت فریم ورک زیرکونیایی برای رستوریشن‌های تمام سرامیکی از YTZP (Yttria-stabilized tetragonal zirconia polycrystals) که مقاومت به شکست بالایی دارد استفاده می‌شود. نرم‌افزار Lava CAD به صورت اتوماتیک مارژین را می‌یابد و یک پونتیک را پیشنهاد می‌کند. ابزار تراش CAD یک فریم ورک با ابعاد بزرگ‌تر را از بلوک زیرکونیایی Partially sintered می‌سازد تا انقباض حاصله از پخت را جبران نماید، سپس فریم ورک تراش خورده تحت Sintering قرار می‌گیرد تا استحکام، دانسیته و ابعاد نهایی حاصل شود[۶]. مطالعه بر روی تطابق مارژینال بریج‌های Y-TZP که طی دو زمان متفاوت در سیستم lava ساخته شده‌اند، نشان داد که هنگام ساخت رستوریشن در دو زمان ۷۵ و ۵۶ دقیقه تطابق مارژینال تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد، به ترتیب (۲۵ ± ۶۱ میکرومتر و ۲۱ ± ۵۹ میکرومتر)[۲۵].

۵. IOS ™ FastScan

در سال ۲۰۱۰ شرکت IOS Technologies اسکنر دیجیتال داخل دهانی IOS FastScan را برای تولید عمده به بازار معرفی کرد. مزیت عمده این سیستم بر سایر سیستم‌ها wand موجود در این سیستم است (شکل‌های ۱۰ و ۱۱).

شکل ۱۰. IOS FastScan™[۱۲]



شکل ۱۱. wand در IOS FastScan™[۱۲]

IOS FastScan تنها سیستمی است که در آن دوربین در درون wand حرکت می‌کند، در واقع لیزر IOS FastScan به صورت خودکار بر روی یک مسیر در داخل wand حرکت می‌کند و دندان‌پزشک فقط باید wand را در سه موقعیت (باکال، لینگوال و اکلوزال) نگه داشته و کل قوس را اسکن کند[۲۶]. IOS FastScan مانند Lava COS و iTero، تنها یک اسکنر واحد است، بنابراین دندان‌پزشک نیازمند همکاری با لابراتوار است، با این تفاوت که در تمام شرکت‌های دیگر نیاز به ارسال داده‌ها به مرکز خاص خود شرکت هست زیرا داده‌ها با فرمت خروجی همان شرکت خاص ایجاد می‌شوند، و آن شرکت برای هر تصویر مجازی فرستاده شده ۲۵ دلار دریافت

Archive of SID
www.SID.ir

می‌کنند. اما در IOS FastScan داده‌های خروجی در فرمت STL (Sterolithography) است، فرمتی که تمامی لابراتوارها توانایی کارکرد با آن را دارا هستند[۱۲].

پروب اسکنر سه بعدی، گستره‌ای از نور را در سراسر یک یا چند سطح از دندان پخش می‌کند، و در آن گستره نوری در داخل پروب اسکنر به سرعت در حال حرکت به عقب و جلو و در امتداد تمام یا بخشی از مسیر اسکن کامل می‌باشد و پیش نمایه فوری و سه بعدی از مدل سه بعدی دیجیتالی دندان‌های اسکن شده ارایه می‌دهد. پیش نمایه سه بعدی موجود بازتابی از چگونگی قرارگیری پروب و جهت‌گیری آن نسبت به دندان‌های بیمار را فراهم می‌کند[۲۷].

IOS ™ FastScan دارای اسکنری است که همراه با ثبت، یک شکل سه بعدی از دندان‌ها، رنگ و ترانسلوسنسی آن‌ها را نیز ثبت می‌کند. این سیستم هم‌چنین دارای یک بخش طراحی به کمک کامپیوتر (CAD) برای داده‌های مربوط به رنگ و ترانسلوسنسی و شکل سه بعدی می‌باشد تا یک نمایش دقیق از رنگ پروتز را ارایه دهد[۲۸]. با استفاده از نرم‌افزار IOS FastScan™ Dental CAD مدل‌های مجازی می‌توانند تریم گردند، خطوط خاتمه تراش مشخص گردد و دای به سرعت و به آسانی دیج شود[۱۲]. رنگ، ترانسلوسنسی و اطلاعات سطح در یک نسخه‌ای دیجیتالی واحد در کنار هم قرار می‌گیرند که به صورت الکترونیکی به منظور ساخت به لابراتوار و یا سیستم CAD/CAM منتقل می‌شود[۲۸].

۶. Densys 3D ساخت DENSYS LTD.

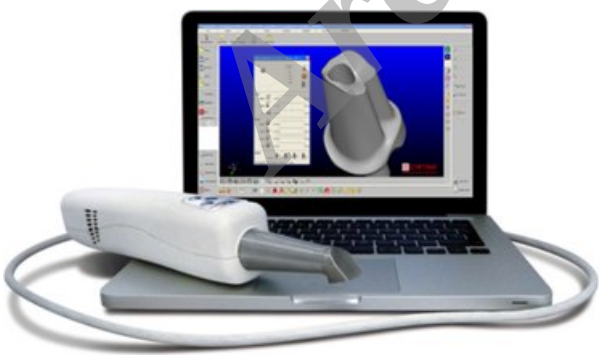
Densys 3D یک واحد chair-side مستقل است، که متشکل از یک کامپیوتر، یک صفحه نمایش مسطح و یک دوربین داخل دهانی کوچک دستی می‌باشد، و توسط کمپانی LTD DENSYS (اسرائیل) تولید شده است. این سیستم اسکن کوچک‌ترین و سبک‌ترین wand موجود در بازار را داراست (با وزن حدود ۱۰۰گرم). به گفته کمپانی سازنده، این سیستم ساده‌ترین نرم‌افزار موجود در بازار از نظر نحوه‌ی به‌کارگیری است، سریع‌ترین محاسبات را ارایه می‌دهد، محکم‌ترین و دقیق‌ترین wand موجود در بازار است و اسکن کامل در نواحی بین دندانی را پوشش می‌دهد. با استفاده از این سیستم دندان‌پزشکان قادر خواهند بود بی‌درنگ فایل‌های کم حجم را ایجاد و ذخیره نموده و بلافاصله جهت ساخت به سیستم CAD/CAM ارسال نمایند. Densys 3D از یک دوربین واحد استفاده می‌کند. هدف از به‌کارگیری این فن‌آوری تسهیل مدل سازی سه بعدی داخل دهانی برای کاربردهای دندانی و در عین حال نیاز به حداقل وسایل و تجهیزات، بدون تکیه بر جزییات سطحی مدل و به حداقل رساندن اثر حرکت بیمار، پزشک و دستگاه در روش تصویربرداری داخل دهانی سه بعدی است[۲۹، ۱۲].

۷. DPI - 3D ساخت Dimensional Photonics International

این سیستم اسکنر داخل دهانی کوچک، دستی و سریع برای قالب‌گیری‌های دیجیتال است. البته، فناوری اختصاصی DPI نیازی به استفاده از پودر برای ثبت توپوگرافی تک دندان و یا قوس کامل ندارد. این دستگاه در حال گذراندن مرحله تست نمونه‌ی اولیه است و هنوز در بازار در دسترس نیست. این دستگاه جمع و جور است و به‌طور قابل ملاحظه‌ای فاقد حساسیت به حرکت نسبی دستگاه و اشیا مورد اندازه‌گیری است[۱۲].

۸. 3D Progress ساخت MHT S.p.A و MHT Optic Research AG

3D Progress، اسکنر دیجیتال سبک وزن و قابل حملی است که از طریق کابل USB 2.0 به یک کامپیوتر متصل می‌شود (شکل ۱۲)[۳۰].



شکل ۱۲. سیستم پورتابل 3D Progress[۱۲]

این سیستم تحت عناوین "Progress IODIS" (Intra oral digital impression system) ساخت کمپانی Clōn

Archive of SID
www.SID.ir

3D Employee و "CYRTINA® Intraoral Scanner" ساخت کمپانی Oratio BV نیز مجوز تولید یافته است.

3D Progress اسکن تک دندان را در کم‌تر از یک دهم ثانیه و با سرعت اسکن ۱۴ اسکن در ثانیه (بسته به نوع کامپیوتر)، انجام می‌دهد، بنابراین یک قوس کامل در کم‌تر از ۳ دقیقه اسکن می‌شود. به‌منظور انجام اسکن در سطوح ترانسلوسنت به‌طور معمول نیاز به پودرپاشی نیست. اما به‌منظور اسکن سطوح بسیار بازتابنده مانند اسکن اباتمنت ایمپلنت و مارکرها یک اپسیفایر (Opaquefier) مورد نیاز است. اسکن خروجی نهایی، در فرمت فایل STL (STereoLithography)، (سازگار با اکثر سیستم عامل‌های CAD) است. ویژگی‌های فنی اصلی اجزای 3D Progress عبارتند از: Pixel Sensor هوشمند که قادر به انجام اسکن سریع و دقیق می‌باشد، به‌صورت اتوماتیک زمان مناسب برای انجام هر اسکن را تشخیص می‌دهد، امکان مکث/ توقف اسکن در هر لحظه وجود دارد، تشخیص اتوماتیک (و یا نیمه اتوماتیک) خط خاتمه تراش صورت می‌گیرد، به USB 2.0 PC اتصال می‌یابد[۳۰، ۱۲].

۹. DirectScan ساخت HINT – ELS GMBH

این اسکنر داخل دهانی در سال ۲۰۱۱ (شکل ۱۳)، به‌منظور قالب‌گیری دیجیتال معرفی گردید. سیستم اندازه‌گیری بر مبنای اصل دید سه بعدی انسان و اصل تجسم خطی طراحی گردیده است. اگر خطوط مستقیم را بر روی یک شیء در نظر بگیریم این خطوط در اطراف شیء منحنی خواهند شد. در نتیجه این اعوجاج خطوط اجازه می‌دهد کانتور سطح ترسیم شود. هدف از ارایه این سیستم اندازه‌گیری دقیق از دندان‌های تکی و قوس کامل بوده است[۱۲].

شکل ۱۳. wand در Hint-ELs ® directScan[۱۲]

Hint-ELs ® DirectScan، دقت اندازه‌گیری را در محدوده ۱۵-۱۲ میکرون ارایه می‌دهد در نتیجه نسبت به بسیاری از سیستم‌های اسکن دسکتاپ محبوب و دقیق‌تر است. اسکنر نوری در هر ۲۰۰ میلی ثانیه، یک توالی سریع تصاویر را از زوایای مختلف می‌گیرد و سطح و شکل هر دندان و یا فاصله آن‌ها را ضبط می‌کند. دندان‌پزشک سپس تصاویر ورودی را به نرم‌افزار 3D منتقل می‌کند. داده‌های خروجی از اسکنر داخل دهانی را می‌توان در قالب فایل استاندارد STL قرار داد و سپس با اجزای CAD/CAM در سیستم Hint-Els، و یا با دیگر سیستم‌های بازپردازش نمود. پس از آن داده‌های اسکن شده می‌تواند به‌صورت خودکار از طریق اینترنت به یک لابراتوار دارای ماشین CAM انتقال یابد. این نرم‌افزار طراحی، شامل یک آرتیکولاتور مجازی است و امکان ساخت اینله‌هایی با آناتومی بسیار دقیق و روکش و بریج‌هایی با طول بلند را فراهم می‌سازد[۱۲].

۱۰. TRIOS™ ساخت 3Shape A/S

در سال ۲۰۱۰ شرکت 3Shape سیستم اسکنر داخل دهانی بیمارپسند و جدیدی با کارایی بالا به نام TRIOSTM را راه‌اندازی کرد. این اسکنر دقیق، سریع و شامل قابلیت‌های کلیدی است که در انحصار شرکت تریو TM قرار دارد. سیستم تریو TM با به‌کارگیری اصل میکروسکوپ هم‌کانون، با سرعت اسکن بالا عمل می‌کند.

از مزایای این سیستم می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. عدم نیاز به پودر جهت انجام اسکن: بر خلاف بسیاری از اسکنرهای دیگر، 3Shape® به کاربرد اسپری نیاز ندارد، کاربرد اسپری می‌تواند دقت اسکن را تنزل ببخشد، برای بیماران ناراحت کننده است و زمان سپری شده در کنار صندلی دندان‌پزشک را افزایش می‌دهد.

۲. قابلیت ثبت تصاویر با سرعت بالا: تکنولوژی فوق سریع Ultrafast Optical Sectioning در TRIOSTM بیش از ۳۰۰۰ تصویر سه بعدی را در هر ثانیه ثبت می‌کند که ۱۰۰ برابر سریع‌تر از دوربین‌های ویدئویی معمولی است[۳۱].

در این سیستم صدها و یا هزاران تصویر سه بعدی با یکدیگر ترکیب می‌شوند تا تصویر نهایی سه بعدی دیجیتال از

Archive of SID
www.SID.ir

داده‌های صحیح و نه آرتیفکت‌هایی که درون تصویر جا گرفته‌اند، حاصل شود.

۳. نیازی به نگه داشتن اسکنر در یک فاصله یا زاویه‌ی خاص به‌منظور تمرکز بر روی دندان‌های مورد نظر نیست و دندان‌پزشک می‌تواند اسکنر را در حین انجام اسکن بر روی دندان‌ها تکیه دهد.

۴. سر اسکنر قابلیت اتوکلاو کردن دارد.

۵. طراحی ارگونومیک اسکنر، به‌طوری که ثبات اسکنر را در طول زمان انجام اسکن به حداکثر می‌رساند[۳۳، ۳۲].

۶. سیستم دارای صفحه نمایش هوشمند است و اگر اسکن کاملاً صحیح انجام نشده باشد، می‌توان با لمس صفحه نمایش توسط انگشت فقط بخشی که دارای اشکال است را پاک کرد و از همین ناحیه اسکن مجدد انجام داد و اسکن جدید به‌طور خودکار در موقعیت درست قرار می‌گیرد[۳۴].

نتیجه‌گیری

در حال حاضر، پاسخ به این سؤال که کدام دستگاه اسکنر داخل دهانی بهترین است به آسانی امکان پذیر نیست، چرا که بسیاری از دستگاه‌های مورد بررسی به‌صورت تجاری در دسترس نیستند و هنوز به بازار ارایه نشده‌اند. از طرفی هر یک از اسکنرهای داخل دهانی موجود دارای ویژگی‌های انحصاری، مزایا و معایبی هستند که دندان‌پزشکان را در انتخاب سیستم مناسب مورد نیاز یاری می‌کنند. در جدول ۱ خلاصه‌ای از این ویژگی‌ها ذکر گردیده است.

جدول ۱ . بررسی مقایسه‌ای انواع اسکنرهای دیجیتالی داخل دهانی موجود[۳۵، ۱۲]

اسکنر داخل دهانی	کمپانی	قواعد کار	منبع نور	نوع تصویر برداری	ضرورت پوشش گذاری	تراش در مطب	فرمت خروجی	دسترسی تجاری
CEREC AC-Bluecam	Sirona Dental System GM8H	مثلث سازی فعال ومیکروسکوپ هم کانون	نور مرئی آبی	چندین تصویر	بله–دی اکسید تیتانیوم	بله	Landboard and STL	موجود
iTero	Cadent LTD	میکروسکوپ هم کانون موازی	لیزر قرمز	چندین	هیچکدام	خیر	landboard و STL	موجود
E4D	D4D Technologies, LLC	پرتونگاری نوری کوهرنس و میکروسکوپ هم کانون	لیزر	چندین تصویر	گاهی	بله	Landboard	موجود
Lava C.O.S.	3M ESPE	نمونه برداری جبهه امواج رادیویی	نور مرئی آبی متناوب	ویدئو	بله–دی اکسید تیتانیوم	خیر	Landboard	موجود
IOS FastScan	IOS Technologies, INC.	مثلث سازی فعال و اصل Schleimpflug	لیزر	۳ تصویر	بله	خیر	STL	ناموجود
DENSYS 3D	DENSYS LTD	Stereophotogrammetry فعال	نور مرئی	۲ تصویر	غیر مشخص	خیر	ASCII	ناموجود
DPI-3D	Dimensional Photonics International , INC	fringe Accordion interferometry (AFI)	طول موج ۵۰۰–۳۵۰ nm	چندین تصویر	هیچکدام	خیر	نامشخص	ناموجود
3D Progress	MHT S.P.A-MHT Optic Research AG	میکروسکوپ هم کانون و Moiree effect	غیر مشخص	۳ تصویر	گاهی	خیر	STL	ناموجود
Direct Scan	HINT-ELS GM8H	دید سه بعدی	غیر مشخص	چندین تصویر	غیر مشخص	خیر	STL	ناموجود
Trios	3Shape A/S	میکروسکوپ هم کانون	غیر مشخص	چندین تصویر	غیر مشخص	خیر	STL	موجود

Archive of SID

www.SID.ir

References

1. Galhano GA, Pellizzer EP, Mazaro JV. Optical impression systems for CAD-CAM restorations. J Craniofac Surg 2012; 23(6): e575-e579.
2. Fasbinder DJ. Digital dentistry: innovation for restorative treatment. Compend Contin Educ Dent 2010; 31 Spec No 4: 2-11.
3. Andersson M, Carlsson L, Persson M, Bergman B. Accuracy of machine milling and spark erosion with a CAD/CAM system. J Prosthet Dent 1996 ; 76(2): 187-93.
4. Davidowitz G, Kotick PG. The use of CAD/CAM in dentistry. Dent Clin North Am 2011; 55(3): 559-70.
5. Mormann WH. The evolution of the CEREC system. J Am Dent Assoc 2006; 137 Suppl: 7S-13S.
6. Mantri SS, Bhasin AS. CAD/CAM in dental restorations:an overview. Annals and Essences of Dentistry 2010; 2(3): 123-8.
7. Fasbinder DJ. The CEREC system: 25 years of chairside CAD/CAM dentistry. J Am Dent Assoc 2010; 141 Suppl 2: 3S-4S.
8. Raigrodski AJ, Chiche GJ. The safety and efficacy of anterior ceramic fixed partial dentures: A review of the literature. J Prosthet Dent 2001; 86(5): 520-5.
9. Poticny DJ, Klim J. CAD/CAM in-office technology: innovations after 25 years for predictable, esthetic outcomes. J Am Dent Assoc 2010; 141 Suppl 2: 5S-9S.
10. Fasbinder D. Using digital technology to enhance restorative dentistry. Compend Contin Educ Dent 2012; 33(9): 666-8.
11. Sakaguchi RL, Powers JM. Craig's restorative dental materials. 13ed. St. Louis: Mosby; 2012.
12. Logozzo S, Franceschini G, Kilpelä A, Caponi M, Governi L, Blois L. A comparative analysis of intraoral 3d digital scanners for restorative dentistry. Internet J Med Technol 2011; 5(1).
13. Logozzo S, Zanetti EM, Franceschini G, Kilpelä A, Mäkynen A. Recent advances in dental optics- Part I: 3D intraoral scanners for restorative dentistry. Opt Lasers Eng 2014; 54: 203-21.
14. Mormann WH. State of the Art of CAD/CAM Restorations: 20 Years of CEREC. London: Quintessence; 2006.
15. Quaas S, Rudolph H, Luthardt RG. Direct mechanical data acquisition of dental impressions for the manufacturing of CAD/CAM restorations. J Dent 2007; 35(12): 903-8.
16. Gedosev M. The perfect companion: Cerec 3D software upgrade V3.40. Int J Comput Dent 2009; 12(1): 59-70.
17. Birnbaum NS, Aaronson HB, Stevens C, Cohen B. 3D Digital Scanners: A High-Tech Approach to More Accurate Dental Impressions. Inside Dentistry 2009; 5(4): 70-4.
18. Agarwal T, Silverman L, Morgan A. Versatile CAD/CAM digital impression technology. Dent Today 2010; 29(3): 110, 112-5.
19. Fasbinder DJ. Restorative Dentistry in a Digital World. 2012 April [Cited 2013 May 29]. Available from: www.tandlaegeforeningen.dk/Efteruddannelse/praesentationer_netreportager/Praesentationer/2012/~/media/Tandlaegeforeningen/efteruddannelse/praesentationer/aarskursus_2012/fasbinder_digital_dentistry.ashx.
20. Garg AK. Cadent iTero's digital system for dental impressions: the end of trays and putty? Dent Implantol Update 2008; 19(1): 1-4.
21. Babayoff N, Glaser-Inbari I, inventors; Cadent Ltd., assignee. Imaging a three-dimensional structure by confocal focussing an array of light beams. United States patent 6697164. 2004 Feb 24.
22. Zweig A. Improving impressions: go digital! Dent Today 2009; 28(11): 100, 102, 104.
23. van der Meer WJ, Andriessen FS, Wismeijer D, Ren Y. Application of intra-oral dental scanners in the digital workflow of implantology. PLoS One 2012; 7(8): e43312.
24. Guth JF, Keul C, Stimmelmayr M, Beuer F, Edelhoff D. Accuracy of digital models obtained by direct and indirect data capturing. Clin Oral Investig 2013; 17(4): 1201-8.
25. Hertlein G, Kramer M, Sprengart T. Milling time Vs marginal fit of CAD/CAM manufactured zirconia restorations. J Dent Res 2003; 82: 194.
26. Harrison L. Digital impressions competition booming. 2009 [Cited 2012 May 29]. Available from: www.drbicuspid.com/index.aspx?sec=sup&sub=cos&pag=dis&ItemID=301650.
27. Durbin DM, Durbin DA, inventors; Ios Technologies Inc., assignee. Systems and methods for 3D previewing. United States patent 2009033108. 2009 Mar 12.
28. Durbin DM, Durbin DA, Dymek MJ, Warden L, inventors; Ios Technologies, Inc., assignee. 3D dental shade matching and apparatus. United States patent 20090133260. 2009 May 28.
29. Ernst MM, Neta U, Cohen C, Geffen M, inventors; Densys Ltd., assignee. Three-dimensional modeling of the oral cavity. United States patent 2007080563. 2007 Jul 19.
30. Clon 3D. Clon 3D Progress IODIS. [Cited 2013 Sep 12]. Available from: http://www.clon3d.com/progress-iodis.

Archive of SID

www.SID.ir

31. Zandparsa R. Digital imaging and fabrication. Dent Clin North Am 2014; 58(1): 135-58.
32. DentaSwiss. Intraoral scanner. 2013 [Cited 2013 May 29]. Available from: www.biodenta.com/index.php?option=com_content&view=article&id=226&Itemid=144.
33. Biolase. 3D Intraoral Scanners. 2013 [Cited 2013 May 29]. Available from: www.biolase.com/Pages/3D-Intraoral-Scanners.aspx
34. Goff S .REVIEW: Dr. Lisbeth Skibsted on 3Shape's TRIOS scanner. 2013 [Cited 2013 Sep 26] Available from: www.dentalproductsreport.com/dental/article/review-dr-lisbeth-skibsted-3shapes-trios-scanner.
35. Ullah F, Lee GS, Park K. Collimating illumination and piezoelectric transducer based 3D intraoral scanner. International Journal of Precision Engineering and Manufacturing 2013; 14(4): 567-76.

Archive of SID

www.SID.ir

A review of CAD/CAM use in dentistry (part II): Comparison of intraoral digital scanners used in restorative dentistry

Omid Savabi, Mahsa Sahraneshin Samani*, Ali Sahraneshin Samani, Maryam Khoroushi

Abstract

Introduction: *Intraoral imaging technology has become one of the most exciting new fields in dentistry. Three-dimensional scanning of the oral cavity is used in many dental procedures such as restorative dentistry and orthodontics. To date, a number of intraoral scanners have been developed for restorative dentistry throughout the world, and many researchers and manufacturers seek the design and development of new digital devices. Only some of these devices are currently available on the market and some others are being clinically tested. All existing intraoral scanners try to overcome the drawbacks of traditional impression processes. The aim of the present article is to provide an extensive evaluation of intraoral scanners in restorative dentistry, with special attention to their assessment principles, characteristics and performance.*

Review report: *This review article was prepared by scientific searching in electronic sources of Pubmed and ISI Web of Science in connection with articles published in English until 2014, and with these key words: intraoral scanners and digital impression.*

Conclusion: *Over the years there have been major advances in digital scanning systems, and a variety of digital systems have been introduced that enable the dentist to select different intraoral reconstruction methods in the extraoral environment. The ultimate goal of dentists is to provide accurate and efficient dental restorations for the patient, while maintaining patient comfort during the impression process. High-resolution dental optical scanners will enable the operator to provide high-quality restorations. With digital impression techniques, the number of operators and material variables will decrease, making restoration fabrication processes more predictable and easier.*

Key words: *CAD/CAM, Dental prosthesis, Operative dentistry*

Received: 21 Apr, 2012 **Accepted:** 14 Jan, 2014

Address: Assistant Professor, Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Shahrekord University of Medical Sciences, Chaharmahal and Bakhtiari, Iran
Email: mahsa_sahraneshin@yahoo.com

Citation: Savabi O, Sahraneshin Samani M, Sahraneshin Samani A, Khoroushi M. **A review of CAD/CAM use in dentistry (part II): Comparison of intraoral digital scanners used in restorative dentistry.** J Isfahan Dent Sch 2014; 10(2): 163-175.

Archive of SID

www.SID.ir