بسم الله الرحمن الرحيم

دندانپزشکی ترمیمی دیجیتال

ترجمه و خلاصه فصل 7 همراه با سوالات تالیفی

ترجمه و گردآوری:

دکتر فائزه آقاجانی

دکتر شکیبا فراهانی

دکتر ماندانا کریمی

دستیاران تخصصی دندانپزشکی ترمیمی-زیبایی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران

تحت نظارت:

دکتر صدیقه السادات هاشمی کمانگر

دانشیار گروه ترمیمی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران

1401

خدمتی دیگر ...

نام کتاب:	دندانپزشکی ترمیمی دیجیتال (ترجمه و خلاصه فصل 7 همراه با سؤالات تألیفی)
ترجمه و گردآوری:	دکتر فائزه آقاجانی، دکتر شکیبا فراهانی، دکتر ماندانا کریمی
تحت نظارت:	دکتر صدیقه السادات هاشمی کمانگر
ناشر:	انتشارات آرتین‌طب
مدیر تولید	مهندس معصومه لاری
صفحه‌آرایی:	معصومه زیرک
نوبت چاپ:	اول / 1401
تیراژ:	100
لیتوگرافی:	ندای دانش
چاپ:	غزال
صحافی:	غزال
شابک:	۹۷۸-۶۲۲-۲۹۳-۳۴۳-۲
بها:	۱۲۰.۰۰۰ تومان
مرکز پخش:	

تهران، بلوار کشاورز، خیابان 16 آذر، پلاک 68 ، طبقه سوم، انتشارات آرتین‌طب

تلفن : 88971400 فکس: 88995141

Email: Artinteb@yahoo.com
Site: artinteb.ir

تمامی حقوق مادی و معنوی این اثر برای ناشر محفوظ است. لذا هرگونه تکثیر و بازنویسی مطالب به هر نحو ممکن در هرگونه رسانه، کتاب، مجله، جزوه و لوح فشرده بدون اجازه کتبی ناشر شرعاً حرام است و موجب پیگرد قانونی می‌شود.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

ترجمه فصل 7 : رستوریشن‌های ثابت در دندانپزشکی دیجیتال 7
خلاصه 7
7-1 مقدمه 7
7-2 مروری بر مقالات پیشین 8
7-3 روند کار دیجیتال 12
7-4 روش داخل مطب 15
7-5 روش اسکنر داخل دهانی باز مستقل 19
7-6 روش اسکن لابراتواری غیرمستقیم 22
7-7 کیس کلینیکی: روند کار روکش In-Office CEREC 25
7-8 نتیجه‌گیری 29
خلاصه و جمع‌بندی فصل 7 30
سؤالات تألیفی فصل 7 43

مقدمه

به یاری ایزد یکتا

کتاب حاضر ترجمه فصل منتخب از کتاب دندانپزشکی ترمیمی دیجیتال به همراه جمع بندی و سوالات تالیفی آن می‌باشد. این کتاب نگرشی کلینیکی به مباحث دندانپزشکی دیجیتال و کاربرد آن در طراحی و ساخت رستوریشن‌ها با استفاده از سیستم های CAD/CAM دارد و می تواند راهگشای سوالات بالینی دندانپزشکان در این حیطه باشد. همچنین این کتاب منبعی برای طرح سوالات آزمون ارتقا و بورد دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی می‌باشد. امید است که این مجموعه، مقبول همکاران دندانپزشک واقع شود.

در پایان از استاد ناظر سرکارخانم دکتر صدیقه السادات هاشمی کمانگر؛ و دکترشکیبا فراهانی، دکتر ماندانا کریمی و مجموعه آرتین طب بابت زحماتشان در کمک به ترجمه و تالیف این کتاب تشکر فراوان می‌نمایم.

دکتر فائزه آقاجانی

خرداد 1401

دندانپزشکی ترمیمی دیجیتال

خلاصه

حوزه پروتزهای ثابت دیجیتال پیشرفت‌های زیادی در نرم‌افزار، سخت‌افزار و همچنین طراحی و ساخت به کمک کامپیوتر (CAD/CAM) داشته است و این موضوع به پیشرفت در طیف گسترده‌ای از معاینه تا ساخت پروتز منجر شده است. این فصل سیستم‌های in-office، سیستم‌های لابراتواری و روند کار دیجیتال مربوط به رستوریشن‌های ثابت را توضیح می‌دهد.

7.1 مقدمه

مفاهیم CAD/CAM امروزی از زمانی که François Duret طرح خود را در مورد قالب گیری اپتیکال (Emprinte Optique) در سال 1973 منتشر کرد، به پیشرفت خود ادامه داده است. Duret در اوایل سال 1985 روکش پرمولر فک پایین همسرش را با اسکن دیجیتال، طراحی نمود و milling بلوک DICOR را در 50 دقیقه انجام داد. در سال 1980، CEREC (computer-assisted ceramic reconstruction) توسط W.H. Mörmann و M.Brandestini در دانشگاه زوریخ تکامل یافت و در سال 1985 اولین بیمار با استفاده از CEREC و VITA block Mark I درمان شد. سیستم CEREC 1 اولین سیستم تجاری CAD/CAM در جهان برای دندانپزشکی در سال 1987 توسط Siemens بود. از آن زمان، تکامل تکنولوژی CAD/CAM به صورت in-office یا chairside روند ثابتی داشته است. در سال 1983، M.Andersson سیستم Procera را که آغاز کار سیستم CAD/CAM لابراتواری دندانپزشکی بود، توسعه داد.

با این حال، رشد تصاعدی CAD/CAM در دندانپزشکی در اوایل دهه 2000 شروع شد. در سال 2007 در نمایشگاه بین‌المللی دندانپزشکی (IDS) در شهر کلن آلمان (بزرگترین نمایشگاه دندانپزشکی در جهان) تنها 37 غرفه مربوط به CAD/CAM و دندانپزشکی دیجیتال وجود داشت. اما تنها در طی چند سال، به بیش از 240 غرفه در نشست 2011 افزایش یافت. از آن زمان، نرم‌افزارها، سخت‌افزارها و مواد جدید برای دندانپزشکی CAD/CAM به طور مداوم تکامل یافته و تا به امروز، پیشرفت‌های زیادی در دندانپزشکی CAD/CAM صورت گرفته است. مراحل اولیه پیشرفت‌ها در حوزه‌های ساخت پروتزهای ثابت CAD/CAM به ویژه طراحی و ساخت اینله، آنله و پروتزهای ثابت دندان (FPD) متمرکز بود؛ اما امروزه تمرکز بر توسعه و بهبود سیستم‌های CAD/CAM برای استفاده‌ی in-office، مانند سیستم CEREC و توسعه سیستم CAD/CAM لابراتواری

سازگار با اسکنرهای لابراتواری دندانپزشکی، ماشین‌های milling (دستگاه CNC) و نرم‌افزار است. در حال حاضر بسیاری از نرم‌افزارهای CAD لابراتواری می‌توانند تقریباً تمام جنبه‌های طراحی FDP از جمله رستوریشن ایمپلنت را طراحی کنند. استفاده از [1]تکنولوژی پرینت سه بعدی به دلیل زمان تولید آهسته (6 تا 8 ساعت)، تجهیزات عظیم و هزینه بالای پرینترهای سه بعدی، بسیار محدود بود؛ اما امروزه جدیدترین پرینترهای سه بعدی دندانپزشکی، ارزان و کوچک هستند و قابلیت چاپ با سرعتی بالا دارند که می‌توانند با طیف گسترده‌ای از مواد جدید پرینت سه بعدی مورد تایید FDA، استفاده شوند. در حال حاضر، ساخت تجاری ترمیم‌های فلزی با پرینت سه بعدی مانند فریم ورک‌های فلزی برای ترمیم‌های PFM و فریم ورک پروتز پارسیل متحرک با پرینت سه بعدی، با استفاده از [2]ذوب لیزری انتخابی (SLM) یا [3]تکنولوژی پخت مستقیم لیزری فلزات (DMLS) در دسترس است. با این حال، این فصل بر کاربرد دیجیتال در FDP از سیستم CAD/CAM تا مواد تمرکز دارد.

7.2 مروری بر مقالات پیشین

7.2.1 قالب گیری

نظریه بنیادی اسکن داخل دهانی در یک مقاله مروری بر اساس فناوری‌های مختلفی که در حال حاضر مورد استفاده قرار می‌گیرد ([4]پخش نور، تعیین فاصله شیء، و بازسازی) و ملاحظات بالینی ([5]هندلینگ، منحنی یادگیری، پودر زدن، مسیرهای اسکن، ردیابی و کیفیت مش)، به خوبی توضیح داده شده است. دقت اسکنر داخل دهانی(IOS) و اسکنر لابراتواری به خوبی در مقالات دندانپزشکی مورد مطالعه قرار گرفته است.

مقایسه‌ی in vitro بین قالب گیری معمول برای ترمیم‌های تک دندان و سه سیستم IOS مختلف نشان داده اند که همه سیستم‌های IOS از نظر زمانی، کارایی بهتری نسبت به تکنیک‌های قالب گیری مرسوم دارند. در یک مطالعه بالینی پس از ارزیابی درک بیماران و کارایی بالینی قالب‌های پلی اتر مرسوم و قالب‌های دیجیتال CEREC Omnicam نشان داده شد که بیماران قالب‌های دیجیتال را ترجیح می‌دهند؛ به این دلیل که احتمالاً کارآمدتر و سریع تر بودند. با این اوصاف، هنگامی که اسکن توسط یک اپراتور با تجربه انجام شود، بیماران با قالب گیری دیجیتال راحت تر هستند. مقایسه بین سیستم‌های IOS مختلف نشان داد که مستقل از تجربه کلینیکی اپراتور، سیستم Trios IOS دارای زمان اسکن و منحنی یادگیری (learning curve) سریع تر از سیستم iTero IOS است .

Rau و همکاران 1157 قالب را در لابراتوارهای تجاری دندانپزشکی ارزیابی کردند. حداقل یک خطای قابل تشخیص در 86% قالب‌ها یافت شد و خطاهای بحرانی مربوط به خط خاتمه‌ی تراش، 55 % از خطاهای ذکر شده بود. بافت نرم بالای خط خاتمه بزرگترین گروه خطای منفرد (49.09٪) و پس از آن از دست دادن استاپ در قالب‌های dual-arch (25.63%)، فشار بافت نرم ایجاد شده توسط تری (25.06٪) و void در خط خاتمه‌ی

[1] additive manufacturing technology
[2] Selective laser melting
[3] Direct metal laser sintering
[4] light projection, distance object determination, and reconstruction
[5] handling, learning curve, powdering, scanning paths, tracking, and mesh quality

تراش (24.38٪) بود. خونریزی و نوع تری دو دلیل اصلی خطاهای مربوط به خط خاتمه تراش بودند. این خطاهای قالب گیری بر کیفیت هر دو تکنیک معمول و دیجیتال تاثیر می‌گذارند. این موانع، مشکلات رایج در قالب گیری با اسکنر داخل دهانی هستند. از آن جایی که IOS های امروزی از تکنیک قالب گیری نوری استفاده می‌کند، خون و مایع بافتی می‌توانند روی خط خاتمه ظاهر شوند. احتمالا کاربردهای جدید تکنولوژی اولتراسوند برای حل این موارد ارائه می‌شوند.

Patzelt و همکاران در یک مطالعه آزمایشگاهی پنج سیستم IOS را در یک مدل دندانپزشکی (typodont) مقایسه کردند و تنوع زیادی از میزان درستی و دقت در بین موارد مختلف یافتند. دقت تصاویر به دست آمده با IOS و تصاویر توموگرافی کامپیوتری با پرتو مخروطی (CBCT) از 60 جمجمه خشک برای اندازه گیری‌های ارتودنسی، ارزیابی شد. نویسندگان دریافتند که IOS تطابق نزدیکی با اندازه‌گیری‌های کولیس دیجیتال فراهم می‌کند. در استفاده از روش اندازه‌گیری جدید برای ارزیابی صحت و دقت قالب‌های کامل قوس، Ender و Mehl گزارش کردند که فایل استریولیتوگرافی (STL) از قالب قوس کامل معمولی دقیق‌تر از فایل STL از قالب دیجیتالی بود. این یافته‌ها با یافته‌های Akyalcin و همکارانش در تضاد است، که ممکن است به دلیل روش اندازه‌گیری کولیس‌های دیجیتال دستی مورد استفاده Akyalcin باشد. سه روش مختلف برای به دست آوردن تصاویر دیجیتال ارزیابی و نشان داده شد که به ترتیب تصویر دیجیتال به دست آمده از اسکن مدل استون با اسکنر لابراتواری، بیشترین مقدار دقت را داشت و پس از آن اسکن مدل استون با یک IOS و در نهایت اسکن مستقیم دهان توسط همان IOS. در یک مطالعه‌ی دیگر تصاویر دیجیتال به دست آمده از IOS، اسکن قالب و اسکن مدل توسط یک اسکنر لابراتواری از نظر دقت مقایسه شدند. نتایج نشان داد که تصاویر به دست آمده از IOS دقیق‌ترین بودند و به دنبال آن به ترتیب تصاویر اسکن قالب و سپس تصاویر گرفته شده از اسکن مدل، دقت کمتری داشتند. تفاوت میانگین در این مطالعه در حد 20 میکرومتر بود. بنابراین، تمام روش‌های اسکن از نظر بالینی قابل قبول هستند. Bohner و همکاران در یک مطالعه آزمایشگاهی، دو اسکنر داخل دهانی و دو اسکنر لابراتواری را از نظر [1]صحت اسکن‌ها مقایسه کردند و گزارش نمودند که دو IOS و EOS درستی مشابهی را در اسکن دندان‌های آماده سازی شده نشان دادند. ازنظر تئوری، به دلیل آن که IOS از تکنولوژی stitching استفاده می‌کند، اسکنر لابراتواری دقت بهتری نسبت به IOS خواهد داشت. اما هیچ تفاوت قابل توجهی در دقت بر روی دای و در فواصل کوتاه وجود نداشت. تاثیر مواد ترمیمی مختلف و ضخامت پودر پوشاننده در چهار IOS مورد مطالعه قرار گرفت. پودر پوشاننده تاثیر مثبتی بر روی دقت اسکن داشت؛ در حالی که مواد با ماهیت ترانسلوسنت، بر روی یک IOS با اسکنر بدون نیاز به پودر پوشاننده، تاثیر داشت. ماهیت IOS توانایی محدودی در تشخیص و stitch همزمان تصویر سه بعدی روی سطح صاف، شفاف، همگن و غیر بازتابنده نور دارد. بنابراین، استفاده از یک ماده بازتابنده بر روی سطح اسکن منجر به تشخیص و stitch بهتر تصاویر سطوح فوق می‌شود.

[1] trueness

7.2.2 ساخت ترمیم ها

یک مطالعه سیستماتیک در ارتباط با تطابق لبه‌ای ترمیم‌های ثابت به این نتیجه رسیده است که ترمیم‌ها و زیرساخت‌های تولید شده با CAD/CAM از نظر بالینی قابل قبول یا بهتر از ترمیم‌هایی هستند که با روش‌های دیگر به دست می‌آیند. تطابق روکش‌های ساخته شده به صورت دیجیتالی نسبت به روکش‌های ساخته شده با روش‌های معمول قالب‌گیری به خوبی در شرایط in vitro و in vivo بررسی شده است. اگرچه تفاوت‌های معناداری از لحاظ آماری بین روش‌های مختلف وجود دارد، از نظر بالینی همه در سطوح قابل قبول هستند. تجزیه و تحلیل in vitro روکش‌های لیتیوم دی سیلیکات (LD) نشان داد که روکش‌هایی که با استفاده از اسکن کردن با IOS، طراحی دیجیتال، و milling ساخته می‌شوند، به طور قابل توجهی تطابق بهتری نسبت به روکش‌های تولید شده توسط قالب‌گیری معمولی، وکس آپ دستی و pressing دارند. با این حال، ترکیب روش‌های قالب‌گیری دیجیتال (IOS Impression) با روش‌های ساخت روکش آنالوگ (pressing) کمترین دقت در تطابق داخلی روکش را داشت. یک مطالعه in vivo با مقایسه تطابق روکش‌های زیرکونیایی تهیه شده با دو قالب IOS و پلی وینیل سایلوکسان (PVS) به این نتیجه رسیده است که، با وجود آن که همه روکش‌های به‌دست‌آمده، دارای اکلوژن و گپ مارجینال قابل قبولی به لحاظ کلینیکی بودند، روکش‌های ساخته شده با قالب‌گیری IOS نسبت به روکش‌های ساخته شده با قالب PVS تطابق مارجینال و تماس پروگزیمال بهتری داشتند. همچنین یک مطالعه کلینیکی دیگر بر روی روکش‌های زیرکونیایی در 24 بیمار، نشان داد که روکش‌های دیجیتالی ساخته شده نسبت به روکش‌های معمولی، تطابق بهتری دارند، اگرچه هر دو روش از نظر بالینی قابل قبول هستند.

مقایسه In vivo بین اسکنر داخل دهانی کنار صندلی (Lava C.O.S.) Lava™ و سیستم‌های CEREC AC نشان داد که در هر دو، ترمیم زیرکونیا با تطابق بالینی قابل قبول ساخته شد. اگرچه سه نقطه از چهار نقطه اندازه‌گیری، تفاوت آماری معناداری داشتند. مطالعات بالینی طولانی مدت نشان دادند که ترمیم‌های CEREC دارای نرخ بقای 5 ساله 97% و نرخ بقای 10 ساله 90% هستند.

7.2.3 آماده سازی دندان

اصول آماده سازی دندان برای روکش‌های معمولی و CAD/CAM در مقالات توضیح داده شده است و این اصول تقریبا برای هر دو روش یکسان است. با این حال، آماده سازی دندان برای ساخت روکش CAD/CAM باید با حداقل اندازه‌ی نوک فرز milling مطابقت داشته باشد. این که طرح آماده‌سازی مسطح یا آناتومیک باشد و کدام یک ایده آل است، به صورت قطعی مشخص نیست. تقارب کلی اکلوزال (TOC) کلینیکی حقیقی در حدود 17 درجه (10-20 درجه) را می‌توان به جای TOC ایده آل 2-7 درجه در آماده‌سازی برای هر دو نوع قالب‌گیری دیجیتال و معمولی استفاده کرد. Mejía و همکاران درستی و دقت مدل‌هایی با زاویه TOC مختلف اسکن شده توسط IOS، اسکن قالب‌های PVS معمولی و اسکن مدل‌های استون نوع 4 توسط اسکنر لابراتواری را مقایسه کردند. اسکن IOS به طور قابل توجهی از نظر درستی و دقت در مقایسه با دو گروه دیگر بهتر بود. آنها دریافتند که هر چه زاویه TOC به 0 درجه نزدیک تر باشد، در هر دو اسکن قالب و مدل استون، عدم دقت افزایش می‌یابد.

فیوز کردن روکش لیتیوم دی سیلیکات ساخته شده با CAD/CAM به کوپینگ‌های زیرکونیایی (e-Max CAD on technique Ivoclar Vivadent AG, Liechtenstein) منجر به ساخت ترمیم‌هایی با خواص مکانیکی برتر در مقایسه با آنهایی می‌شود که با layering و pressing پرسلن به کوپینگ زیرکونیا تهیه می‌شوند.

7.2.4 مدل ها

در مدل‌های دندانی، مدل‌های دیجیتالی پلی اورتان milled شده با استفاده از اسکنر داخل دهانی می‌توانند با مدل‌های ساخته شده به روش معمول سازگار باشند. مدل‌های تهیه شده توسط استریولیتوگرافی (SLA) حتی برتر از مدل های milled شده هستند. (نمونه‌ای از مدل SLA پرینت شده‌ی سه بعدی در شکل 7.1 نشان داده شده است.)

با این وجود، مقایسه بین تصاویر اسکن مدل‌های استون با تصویر اسکن شده از مدل پرینت سه بعدی (پیش نمونه‌سازی سریع RP) نشان می‌دهد که در حال حاظر نمی توان مدل استون را با مدل RP جایگزین کرد.

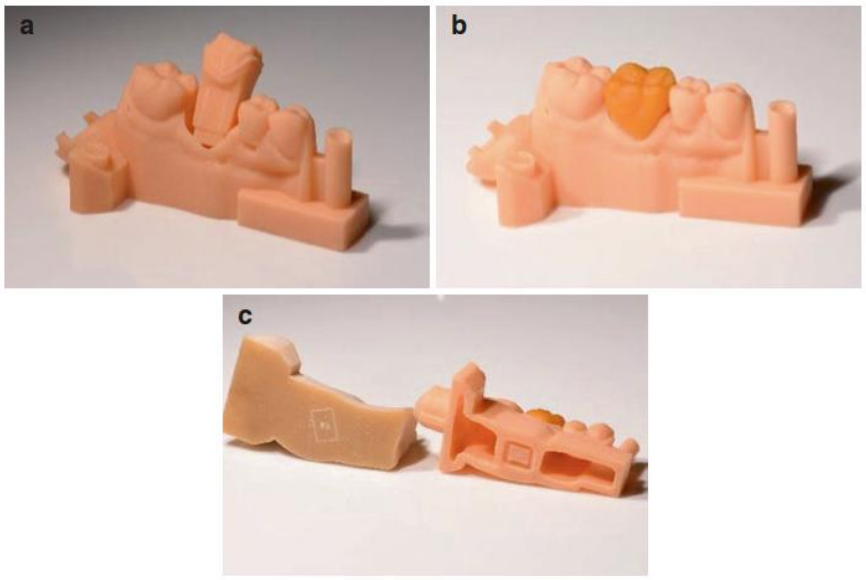

Fig. 7.1 (**a**) 3D-printed model with removable die; (**b**) 3D-printed model with removable die and restoration; (**c**) 3D-printed model, solid and hollow

در حال حاضر، تکنولوژی milling دندان یک روش ساخت استاندارد و جا افتاده است که در طول سال ها، پیشرفت‌های زیادی داشته است. دستگاه‌های milling مورد استفاده برای ساخت ترمیم‌های پروتزی، می‌توانند به صورت چهار یا پنج محوره عمل کنند. مقایسه‌ها بین این دو روش milling، نشان می‌دهد که ترمیم‌های اینله و آنله تهیه شده با ماشین‌های milling پنج محوره نسبت به ترمیم‌های تهیه شده با اکثر ماشین‌های milling چهار محوره، درستی بیش تری دارند. همچنین، فرزهای برنده با قطر کمتر نسبت به فرزهای ضخیم

تر، صحت و دقت بهتری داشتند. اخیراً برای ساخت کوپینگ‌های زیرکونیایی، فرزها با لیزرهای نانو ثانیه‌ای Nd/YVO4 جایگزین شده اند. این جایگزینی می‌تواند یک روش امیدوارکننده برای ساخت ترمیم‌های CAD/CAM با دقت زیاد در آینده باشد.

برخلاف روش‌های کاهشی، ساخت افزایشی تکامل کمتری در دندانپزشکی دارد. اما اخیرا این تکنولوژی نیز به سرعت در حال گسترش است. پیش بینی می‌شود که بسیاری از کاربردهای ساخت توسط فن آوری کاهشی (milling) در آینده‌ی نزدیک با تکنولوژی ساخت افزایشی جایگزین شود. به عنوان مثال، هم اکنون پرینت[1] جوهری مستقیم برای تولید سرامیک‌های دندانی آزمایش می‌شود و سینترینگ لیزری برای تولید کوپینگ فلزی روکش‌ها استفاده می‌شود.

7.3 روند کار دیجیتال

در حال حاضر، چندین روند کار دیجیتال برای رستوریشن ثابت وجود دارد. دو روش اصلی برای به دست آوردن تصویر استفاده می‌شوند:

(1) گرفتن تصویر مستقیم، از طریق اسکن دهان بیمار با استفاده از اسکنر داخل دهانی(IOS)

(2) گرفتن تصویر غیر مستقیم ، اسکن کست اصلی یا قالب با استفاده از اسکنر لابراتواری

روش دریافت مستقیم تصویر، بیشتر بر اساس روش ساخت تقسیم می‌شود. سیستم‌های in-office مانند سیستم Sirona، CEREC AC system (Dentsply York, PA, USA) دارای یک سیستم فایل بسته (فایل rst و فایل dxd) برای کنترل کیفیت بهتر هستند، در حالی که سیستم Planmeca FIT® (Planmeca Helsinki Finland) یک سیستم فایل باز برای سازگاری در طیف وسیع تری دارد(شکل 7.2 a, b). سیستم‌های in-office شامل یک IOS، یک نرم‌افزار اختصاصی CAD/CAM با کامپیوتر و یک دستگاه milling می‌باشد. کاربردهای واحد CAD/CAMکنار صندلی از ترمیم‌های معمولی به کاربردهای پیشرفته تر مانند ساخت ونیر نازک گسترش یافته است.

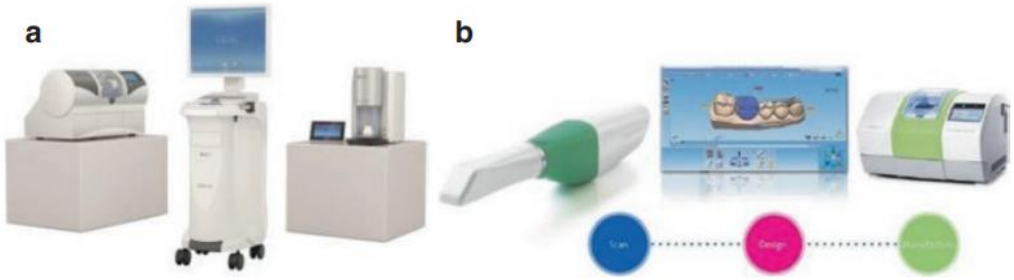

Fig. 7.2 (**a**) CEREC AC system, Rapid fire by Dentsply Sirona (copyright Dentsply Sirona); (**b**) Planmeca FIT® system by Planmeca (courtesy of © Planmeca OY)

[1] laser sintering