دندانپزشکی ترمیمی دیجیتال

(راهنمایی برای مواد، تجهیزات و روش‌های کلینیکی)

زیرنظر:

دکتر فاطمه دباغی تبریز

متخصص ترمیمی و زیبایی، عضو هیات علمی و دانشیار گروه ترمیمی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز

مترجم:

دکتر کیانا تدین

دستیار تخصصی ترمیمی و زیبایی، گروه ترمیمی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز

سرشناسه	:	تمیمی، فالحTamimi, Faleh
عنوان و نام پدیدآور	:	دندانپزشکی ترمیمی دیجیتال (راهنمایی برای مواد، تجهیزات و روش‌های کلینیکی)/[ویراستاران فالح تمیمی، هیروشی هیرایاما] ؛ مترجم کیانا تدین ؛ زیرنظر فاطمه دباغی‌تبریز.
مشخصات نشر	:	تهران : شایان نمودار ، ۱۴۰۲.
مشخصات ظاهری	:	۵۹ ص.: مصور، جدول.
شابک	:	۹۷۸-۹۶۴-۲۳۷-۷۰۸-۴
وضعیت فهرست نویسی	:	فیپا
یادداشت	:	کتاب حاضر ترجمه فصل‌های مختلف از کتاب "Digital restorative dentistry : a guide to materials, equipment, and clinical procedures, 2019" است.
موضوع	:	دندانپزشکی ترمیمی، Dentistry, Operative، دندان‌پزشکی -- نرم‌افزار، Dentistry – Software، دندان‌پزشکی -- داده‌پردازی، Dentistry -- Data processing
شناسه افزوده	:	هیرایاما، هیروشی
شناسه افزوده	:	Hirayama, Hiroshi, DMD
شناسه افزوده	:	تدین، کیانا، ۱۳۷۴-، مترجم
شناسه افزوده	:	دباغی تبریز، فاطمه، ۱۳۵۷-
رده بندی کنگره	:	RK۵۰۱
رده بندی دیویی	:	۶۱۷/۶۰۵
شماره کتابشناسی ملی	:	۹۳۱۲۸۷۲

نام کتاب: دندانپزشکی ترمیمی دیجیتال (راهنمایی برای مواد، تجهیزات و روش‌های کلینیکی)

زیر نظر: دکتر فاطمه دباغی تبریز

مترجم: دکتر کیانا تدین

ناشر: انتشارات شایان نمودار

شمارگان: ۵۰۰ جلد

مدیر تولید: مهندس علی خزعلی

حروفچینی و صفحه آرایی: انتشارات شایان نمودار

طرح جلد: آتلیه طراحی شایان نمودار

نوبت چاپ: اول

تاریخ چاپ: تابستان ۱۴۰۲

شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۲۳۷-۷۰۸-۴

قیمت: ۰۰۰، ۹۸۰، ۱ ریال

شایان نمودار

دفتر مرکزی: تهران/ میدان فاطمی/ خیابان چهلستون/ خیابان دوم/ پلاک ۵۰/ بلوک B/ طبقه همکف/ تلفن: ۸۸۹۸۸۸۶۸

وب سایت: shayannemoodar.com

اینستاگرام: Shayan.nemoodar

(تمام حقوق برای ناشر محفوظ است. هیچ بخشی از این کتاب، بدون اجازه مکتوب ناشر، قابل تکثیر یا تولید مجدد به هیچ شکلی، از جمله چاپ، فتوکپی، انتشار الکترونیکی، فیلم و صدا نیست. این اثر تحت پوشش قانون حمایت از مولفان و مصنفان ایران قرار دارد.)

مقدمه

بـا توجـه به پیشـرفت هـای اخیر در دندانپزشـکی دیجیتال و فراگیر شـدن این فنـاوری و کاربردهـای متفاوت آن در سراسـر جهـان، نیـاز بـه منبـع مناسـبی جهت به روز رسـانی و جمع بنـدی اطلاعـات موجود پیرامـون این مبحث وجـود دارد. کتـاب "دندانپزشـکی ترمیمـی دیجیتـال" نوشـته فالـح تمیمـی نگرشـی کاربـردی و کلینیکال بـه مباحثی ماننـد قالبگیـری دیجیتـال و طراحـی وسـاخت دیجیتالـی رستوریشـن هـا بـه کمـک کامپیوتـر دارد؛ کـه مـی توانـد راهگشـای سـوالات دندانپزشـکان در مـورد ایـن مبحـث نوین و رو به رشـد باشـد.

کتـاب حاضـر ترجمـه فصـول منتخـب آزمون بـورد تخصصـی ترمیمی از کتـاب رفرنـس "دندانپزشـکی ترمیمی دیجیتـال" می باشـد.

امید است که این ترجمه مورد قبول همکاران محترم و دانشجویان عزیز واقع شود.

فهرست مطالب

فصل دوم: دیجیتالی شدن در دندانپزشکی ترمیمی ۵
فصل سوم: طراحی به کمک کامپیوتر در دندانپزشکی ترمیمی ۳۰
فصل هفتم: رستوریشن‌های ثابت در دندانپزشکی ترمیمی ۴۰

فصل ۲:

دیجیتالی شدن در دندانپزشکی ترمیمی

خلاصه

دیجیتالی شدن اولین قدم شامل گردش کار دندانپزشکی ترمیمی دیجیتال است. اگرچه فرآیند دیجیتالی شدن در ابتدا به رویه‌های دندانپزشکی CAD/CAM)طراحی به کمک کامپیوتر/تولید به کمک رایانه) محدود می‌شد، امروزه طیف وسیع‌تری از روش‌های دندانپزشکی با دیجیتالی شدن مداومشان متحول شده‌اند. دیجیتالی شدن اساساً شامل تبدیل هر حجم فیزیکی دو بعدی یا سه بعدی به یک زبان اطلاعات الکترونیکی است که تنها بر حسب دو رقم ممکن (۰ یا ۱) که معمولاً در یک فایل اطلاعاتی موجود است، رمزگذاری شده است.

تعداد روش ها و دستگاه های دیجیتالی که در دندانپزشکی ترمیمی گنجانده شده اند به طور قابل توجهی در حال افزایش است. دوربین های عکاسی دیجیتال، اسپکتروفتومتر برای تطبیق رنگ دندان، اسکنرهای داخل دهانی و خارج دهانی و دستگاه های رادیولوژی ۲ بعدی/۳ بعدی، اسپکتروفتوگرامتری، اسکنرهای صورت، و سیستم های حرکتی مسیر فک، دستگاه های اصلی مورد استفاده برای به دست آوردن اطلاعات دیجیتال در دندانپزشکی ترمیمی هستند. هدف این فصل توصیف ویژگی‌های هر خانواده از دستگاه‌ها و همچنین نام‌گذاری خاص، ویژگی‌ها و انواع فایل‌های مورد استفاده برای خواننده است.

۲-۱ مقدمه‌ای بر مفاهیم فناوری دیجیتال

یک ریاضیدان و فیلسوف آلمانی، گوتفرید ویلهلم لایبنیتس، در قرن هفدهم یک سیستم محاسباتی دوتایی با مفاهیم جالب مفهوم «یین و یانگ» را که توسط فرهنگ چینی معرفی شده بود، پیشنهاد کرد. کلمه «دیجیتال» از ریشه لاتین "digitus" به معنای انگشت گرفته شده است که معمولاً برای شمارش گسسته استفاده می شود و شباهت هایی با این واقعیت دارد که فناوری دیجیتال فقط مقادیر گسسته را می پذیرد. ویلهلم لایب نیتس را تا حد زیادی اولین انفورماتیسین در نظر می گیرند. فناوری دیجیتال به عنوان یک کد باینری از ترکیبات با فقط ۰ و ۱ به عنوان مقادیر ممکن کدگذاری تعریف می شود. در اواسط قرن بیستم توسط مهندسان آمریکایی توسعه یافت که محاسبات خود را بر اساس دو حالت ممکن استوار کردند: ۰ یا سوئیچ خاموش و ۱ یا سوئیچ روشن. ترکیبات بین ۰ و ۱ بیت نامیده می شوند. به موازات آن، نوآوری دیگری که از چنین کدهای عددی الهام گرفته شده بود، کد استاندارد آمریکا برای تبادل اطلاعات (ASCII) بود که اشیاء را با ارقام توصیف می کرد .

فناوری دیجیتال مبتنی بر مقادیر گسسته است. با این حال، اطلاعات ارائه شده می تواند گسسته (اعداد و حروف) یا پیوسته (تصاویر، امواج صوتی و غیره) باشد. سیگنال های دیجیتال به طور کلی با سیستم های دیجیتال الکترونیکی باینری مورد استفاده در الکترونیک و محاسبات مدرن مرتبط هستند. با این حال، لازم نیست که باینری یا الکترونیکی باشد. یک مثال جالب از فناوری دیجیتال در طبیعت، رمزگذاری گسسته کد ژنتیکی DNA است که به عنوان شکل طبیعی ذخیره سازی داده های دیجیتال در نظر

گرفتـه مـی شـود. در دندانپزشـکی، فنـاوری هـای دیجیتـال بـه دو صـورت عمده مـورد اسـتفاده قرار مـی گیرند: از یک سـو، تمام دسـتگاه هـای الکترونیکـی کـه در حـال حاضـر مورد اسـتفاده قرار می گیرنـد دارای قطعات کامپیوتری هسـتند و از سـوی دیگر، این فناوری سـخت افـزاری فایـل هـای دیجیتالـی قابـل خوانـدن و ویرایـش را تولید می کند. ، دسـتکاری شـده و بـا انواع دیگر فایـل های دیجیتال ادغام شـده اسـت. بـه همیـن دلیـل، ایـن فصل بـه مفاهیم اساسـی در مورد فـن آوری هـای دیجیتال و فنـاوری های اطلاعـات و ارتباطـات (ICT) می پردازد.

۲-۲ فناوری‌های دیجیتال در ICT(information and communication technologies)

از دهـه ۱۹۸۰، فنـاوری دیجیتـال بـه طـور مـداوم جایگزیـن سـیگنال های آنالوگ شـده اسـت. در مقایسـه با انتقـال آنالوگ، سـیگنال دیجیتال کمتر تحریف می شـود و کپی کردن آن آسـان تر اسـت. در حال حاضر، سـیگنال های آنالوگ با اسـتفاده از PCM (مدولاسـیون کـد پالـس pulse code modulation) بـه سـیگنال هـای دیجیتـال تبدیـل مـی شـوند، در حالـی کـه فنـاوری فیبـر نـوری مبتنـی بر مخابـرات کامـلا دیجیتـال اسـت. سـیگنال هـای آنالـوگ همیشـه مسـتعد افزایـش سـطح نویـز هسـتند، در حالـی کـه فنـاوری دیجیتـال ارتباطـات بـدون نویـز ایجـاد مـی کنـد. به ایـن ترتیب سـیگنال هـای آنالوگ بـا کاهـش صداقـت قابـل تکـرار (duplication fidelity) همـراه هسـتند، در حالـی کـه فنـاوری دیجیتـال امـکان تکرار بـا دقت بـالا را فراهم می کنـد. با توجه بـه مقـدار اطلاعاتی که امـکان انتقال آن وجـود دارد، سـیگنال‌های آنالـوگ در فرمـت خـام فضـای کمتـری نسـبت بـه فنـاوری دیجیتـال اشـغال می‌کننـد، امـا به لطـف ظرفیت سـیگنال‌های دیجیتـال بـرای فشرده‌سـازی ، در نهایـت، سـیگنال دیجیتـال قـادر به انتقـال اطلاعات بیشـتر ، سـریعتر و با کیفیـت بالاتری اسـت. دندانپزشـکی از همـه امکاناتـی کـه فناوری دیجیتـال در اختیار ما قرار می‌دهـد دوری نمی‌کنـد، و در واقع در بسـیاری از مواقع بدون آگاهـی از آن، مطب‌هـای دندان‌پزشـکی دیجیتالی‌تـر از آن چیـزی هسـتند کـه تصور می‌شـود.

بـه عنـوان مثـال، جریـان عـادی کـه بیمـار هنـگام ورود بـه اولیـن ویزیت خـود از طریـق آن می گذرد شـامل ثبـت داده های شـخصی و دموگرافیـک در یـک پایـگاه داده دیجیتالـی اسـت. روش‌هـای مـدرن بـرای بیمـار یـک تبلـت برای پر کـردن پرسشـنامه‌ها و ارائـه امضای دیجیتـال در اختیـار بیمـار قـرار می‌دهـد. پـس از آن، عکـس هـای بالینی و اشـعه ایکس مربوطه بـا اسـتفاده از فناوری دیجیتـال گرفته می شـود. در داخـل دفتـر معمـولا یـک سـری عکـس اسـتاندارد بـا دوربیـن دیجیتال گرفتـه می شـود. در مـوارد متعدد، برخـی از ایـن تصاویر بـا اسـتفاده از نـرم افزارهـای ارائـه ماننـد PowerPoint® یـا Keynote® یـا حتـی نرم افزارهـای اختصاصـی ماننـد Digital Smile Designer Pro®، بـرای ایجـاد یـک DSD اولیـه یـا پیشـرفته (Digital Smile Design) اسـتفاده می شـوند. در تمام ایـن موارد، به هـر طریقـی، دسـتکاری دیجیتالـی تصاویـر انجام می شـود. بـا ادامه رونـد کار اسـتاندارد در مـوارد ایمپلنت، تشـخیص دیجیتال با اسـتفاده از دسـتگاه رادیوگرافـی دیجیتـال سـه بعـدی یعنـی CBCT)) انجام می شـود و اطلاعات به دسـت آمـده در قالب فرمـت DICOM برای تشـخیص و برنامـه ریـزی درمان اسـتفاده می شـود. سـپس از منابـع دیجیتال بـرای تجزیـه و تحلیل این تصاویـر DICOM، ادغـام آنها با فایـل هـای سـطح سـه بعـدی از دنـدان، قـرار دادن ایمپلنـت هـای مجـازی و طراحی اسـپلینت جراحی اسـتفاده می شـود کـه در نهایت با اسـتفاده از فنـاوری CAM تولیـد مـی شـود. هنگامـی کـه ایمپلنـت ها قـرار داده می شـوند، قالب هـای دیجیتالـی را می توان با اسـتفاده از اسـکنرهای داخـل دهانـی و حتـی ادغـام ایـن فایـل هـای سـطحی سـه بعـدی با فایـل های گرفتـه شـده قبـل از جراحی به دسـت آورد تـا emergence profiles (نمایـه هـای اولیـه)، انـدازه و شـکل دنـدان هـا را ، در صورت ایـده آل بودن موقعیت ، بازسـازی کـرد. متعاقباً مجـدداً از فنـاوری هـای دیجیتـال بـرای طراحـی و سـاخت (CAD-CAM) ترمیم نهایی اسـتفاده خواهد شـد.

۲-۳ عکاسی دیجیتال دندانپزشکی

عکاسـی یـک ابزار اساسـی در دندانپزشـکی اسـت. به ویژه برای تشـخیص، برنامه ریـزی، مسـتندسـازی، ارتباطات و پشـتیبانی اطلاعات مفیـد اسـت. عکاسـی دندانپزشـکی بـه تشـخیص دقیق‌تر از طریق سـوابق عکاسـی کمـک می‌کند که امـکان ارزیابـی خارج و داخـل دهانی بیمـار را فراهـم می‌کنـد. عـلاوه بـر این، برنامه‌ریزی درمان و خود انعکاسـی روی روش‌های انجام شـده را تسـهیل می‌کنـد و در نتیجه امکان

رویکـرد دقیق‌تـری را فراهـم می‌کنـد. همچنیـن ارتبـاط بصـری بـا بیمار را در مـورد گزینه‌هـا و امکانـات درمانی و بـا لابراتوار دندانپزشـکی در خصـوص ویژگی‌هـای پروتـزی بیمـار از نظـر رنـگ، شـکل، بافـت، اندازه دنـدان، خط لبخنـد و فرم صورت بهبـود می‌بخشـد. همچنین به راهنمایـی سـایر اعضـای تیـم چند رشـته ای در مـورد اهداف درمان کمـک می کند. عکاسـی دیجیتـال همچنین امکان تصویرسـازی واضح از درمـان هـای دندانپزشـکی را بـرای اهـداف آموزشـی و آکادمیـک فراهم می کنـد. از نقطه نظر حقوقی، بـه عنوان پشـتیبان الزامات قضایی عمـل مـی کنـد. در نهایـت، عکاسـی دندان یک هـدف بازاریابی خارجـی و داخلی را بـرای کلینیک انجام مـی دهد. عکاسـی دیجیتال مدرن بـه دلیـل بهبـود قابلیت‌هـای ذخیره‌سـازی و در عیـن حـال حذف بار محیطی پردازش فیلم سـنتی، در دسـترس‌تر شـده اسـت.

در عکاسـی دیجیتـال، یـک حسـگر الکترونیکـی جایگزیـن فیلـم مـی شـود کـه تصویـر را ثبت می کنـد. این حسـگر از هزاران فتوسـل تشـکیل شـده اسـت کـه فوتـون ها را به سـیگنال هـای الکتریکـی تبدیل می کنند. هر فتوسـل منفـرد نور نقطـه ای از تصویر را بـه الکترون تبدیـل مـی کنـد و یـک تفسـیر دیجیتالـی دو بعـدی از تصویـر اصلـی ایجـاد مـی کنـد. سنسـورهای مـورد اسـتفاده در اکثر دوربیـن های دیجیتـال (charge-coupled device) CCD یـا (complementary metal-oxide semiconductor) CMOS هسـتند. عکس‌هـای دیجیتـال را می‌تـوان بلافاصلـه روی یـک نمایشـگر دیجیتـال یـا یـک نمایشـگر خارجی بـا کیفیت بالا مشـاهده کـرد و به‌عنوان فایل‌هـای تصویـر دیجیتـال کامپیوتـری بـا فرمت‌هـای مختلف ذخیـره کرد:

• RAW: ایـن فرمـت تصویـر بومـی اسـت کـه توسـط سنسـور دوربین گرفته شـده اسـت. این یـک فرمت فقـط خواندنی اسـت و تمام داده هـای تصویـر را بـدون فشـرده سـازی یـا از دسـت دادن اطلاعـات در خـود دارد. برای عکاسـی از دنـدان و بـرای اهداف قانونـی ایده آل اسـت. بـا ایـن حـال، حتـی اگـر این فرمـت بالاتریـن کیفیت تصویـر ممکـن را ارائه می دهـد، فایل های تولید شـده بسـیار بزرگ هسـتند و بـه فضـای ذخیـره سـازی افزایـش یافتـه و همچنین نـرم افزار ویـژه ای برای مشـاهده ، پـردازش و تغییرات نیـاز دارند (جـدول ۲،۱)

• JPEG (گروه مشـترک کارشناسـان عکاسـی) (Joint Photographic Experts Group) : فرمتی فشـرده با محدوده دینامیکی پاییـن اسـت. ایـن تنظیمـات حجـم فایـل هـا را کاهـش می دهد امـا باعث از دسـت رفتـن اطلاعات نیز می شـود. ایـن فایل هـای تصویری را مـی تـوان در خـود دوربیـن پـردازش کرد و بـدون نیاز به پس پردازش مسـتقیماً به اشـتراک گذاشـت.

• PNG (Portable Network Graphics): ایـن یـک فرمـت فشـرده سـازی اسـت کـه بـرای تولیـد فایل های تصویـری کوچک با پشـتیبانی از طـرح هـای رنگـی RGB (قرمـز، سـبز و آبی) و مقیاس های خاکسـتری اسـتفاده می شـود.

• GIF (فرمـت تبـادل گرافیکـی) (Graphics Interchange Format) : ایـن فرمت از فشـرده سـازی تصویر بـرای تولید فایل های بسـیار کوچـک محـدود به تنهـا ۲۵۶ رنگ اسـتفاده می کند.

• TIFF (فرمـت فایـل تصویـر برچسـب گـذاری شـده) (Tagged Image File Format) : یک فرمت ذخیره سـازی تصویر فشـرده سـازی بـدون حذفیـات اسـت کـه مـی توانـد مسـتقیماً توسـط دوربیـن قبـل از ذخیـره سـازی خارجـی پردازش شـود. حجـم تصاویـر تا ۴ گیگابایت اسـت.

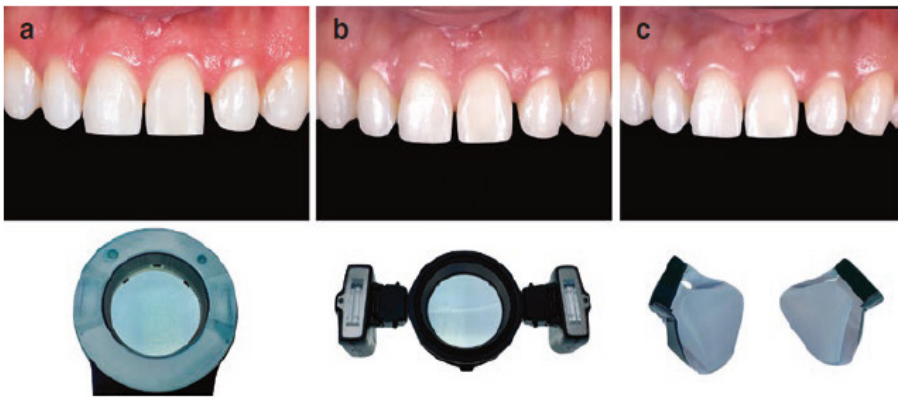
• BMP (Bit-Mapped Picture): ایـن فرمـت فایـل هـای بزرگـی را تولیـد مـی کنـد کـه می توانـد حداکثر ۲ تـا ۱۶ میلیون رنگ داشـته باشد.

عکاسـی به ابزاری ضروری در دندانپزشـکی تبدیل شـده اسـت که برای هر دندانپزشـکی مجهز به گوشـی هوشـمند یا دوربین کامپکت در دسـترس اسـت، اگرچـه دوربین‌هـای حرفـه‌ای SLR (تک لنز رفلکـس) کیفیت تصویر بهتـری را حتی بدون پـس پـردازش (post-processing) تولیـد مـی کننـد. نـور، نوردهی(اکسـپوژر)، عمـق میـدان، پس‌زمینـه، موقعیـت دهـی بیمار و دیـد صحیـح میدانـی کـه بایـد عکس‌بـرداری شـود، عوامـل کلیـدی برای به دسـت آوردن یـک رکورد خوب عکاسـی هسـتند (شـکل ۲،۱).

جدول ۲,۱ فایل خام (Raw) بسته به هر نوع برند نام تجاری

Brand	File extension
Fuji	.raf
Canon	.crw .cr2
Kodak	.tif .k25 .dcr. drf
Panasonic, Lumix	.rw2
Nikon	.nef .nrw
Olimpus	.orf
Pentax	.ptx .pef
Minolta	.mrw
Casio	.bay

عکاسی مناسب از دندان نیاز به منبع نور مناسب و لنزهای مناسب بر حسب هر مورد دارد. هدف از لنز بزرگ‌نمایی نواحی مورد نظر از جمله دندان‌ها، بافت‌های پریودنتال و ساختارهای اطراف با استفاده از فاصله فوکوس مناسب و راحت برای بیمار است. برای عکاسی خارج از دهان، یک لنز ۵۰ میلی متری توصیه می شود تا دیافراگم بیشتر و عکس ها روشن تر باشد. لنزهای ۱۰۰ تا ۱۰۵ میلی‌متری به دلیل شعاع بزرگنمایی بهینه (optimal magnification radius) (شعاع تصویری که بر روی سنسور دوربین در مقایسه با اندازه اصلی جسم نمایش داده می‌شود) برای عکاسی از دندان داخل دهان کاملاً مناسب هستند. هر چه بزرگنمایی استفاده شده بیشتر باشد، تصویر جسمی که روی سنسور نمایش داده می شود بزرگتر است. بنابراین لنزها برای عکاسی دندان معمولاً در یک پیکربندی از ۱:۱ برای به دست آوردن دندان های خاص (مانند دندان های قدامی) تا ۱:۱۰ برای عکس های تمام صورت تنظیم می شوند. معمولاً برای عکاسی از نواحی تاریک دهان، به ویژه در عکس‌های داخل دهانی، نور اضافی لازم است (شکل ۲,۲). اشکال و ترتیبات مختلف منابع نور برای عکاسی از دندان در دسترس است. فلاش دایره ای سیستم نور جهانی برای سناریوهای مختلف عکاسی از دندان در نظر گرفته می شود، اگرچه در برخی موارد می توان از فلاش های جانبی (*side flashes*) نصب شده در کناره های لنز یا روی پایه های خارجی نیز استفاده کرد.



شکل ۲,۲ تصاویر با منابع نوری مختلف. (الف) فلاش حلقه ای. (ب) فلاش های جانبی (لترال). (ج) فلاش‌های جانبی با جهش کننده‌ها (bouncers) و اصلاح‌کننده‌های نور (light modifiers)

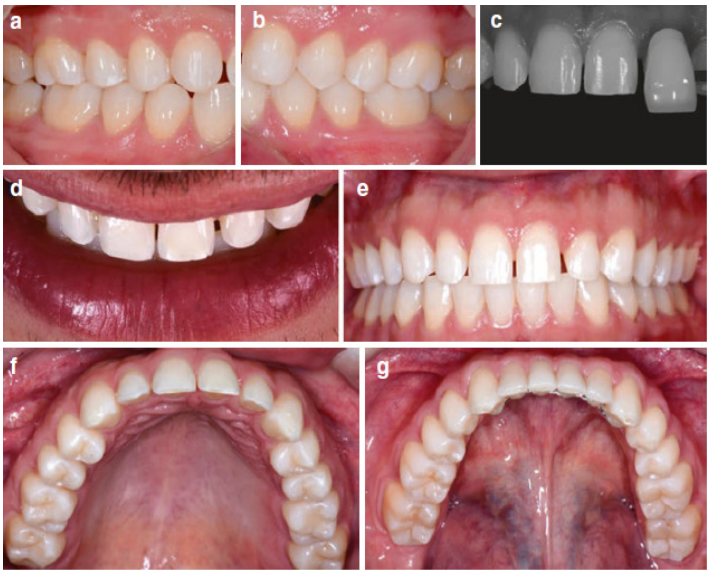
اصلاح‌کننده‌های جهت نور برای جلوگیری از تابش مستقیم نور استفاده می‌شوند، در حالی که جهش‌کننده‌ها (bouncers) تابش نور صاف‌تر (smoother) و یکنواخت‌تری را بر روی جسم ایجاد می‌کنند. بسته به نوع نور مورد استفاده می توان بافت های سطحی و خطوط مورفولوژیکی مختلفی را بدست آورد. از عکاسی دندانی برای گرفتن تصاویر خارج و داخل دهان استفاده می شود (شکل ۲,۳).

عکاسی خارج دهانی شامل:

- عکس های از جلو، با یا بدون جداکننده
- لبخند ، هنگام ارزیابی خط لبخند بسیار مفید است
- پروفایل راست و چپ، هنگام ارزیابی خط لبخند و با لب‌های در حالت استراحت بسیار مفید است

عکاسی داخل دهانی شامل:

- دندان های قدامی بالا و پایین به صورت جدا شده با کنتراست تصویر
- دندان های بالا و پایین در اکلوژن
- بخش باکال خلفی هم در اکلوژن و هم در حالت استراحت
- بخش زبانی خلفی با استفاده از آینه
- قوس اکلوزال بالا و پایین



شکل ۲،۳ تصاویر اساسی در عکاسی دندان: (الف) نمای لترال اکلوژن راست. (ب) نمای لترال اکلوژن چپ. (ج) تصویر سیاه و سفید برای ارزیابی والیو، در مقایسه با راهنمای رنگی. (د) تصویر برای ارزیابی خط لبخند با مرجع لب پایین. (ه) نمای اکلوژن جلو. (و) نمای اکلوزال قوس بالایی. (ز) نمای اکلوزال قوس تحتانی

برای گرفتن سوابق عکاسی باید موارد زیر را در نظر گرفت: منطقه ای که باید از آن عکس گرفته شود را تعیین و تجسم کنید. این ناحیه باید کاملاً خشک و بدون بزاق، آب، خون یا دبری باشد. رترکتور گونه باید استفاده شود تا اجازه بیشترین دید را از ناحیه ای که باید عکاسی شود بدهد. آینه ها باید تمیز، خشک و بدون خط و خش باشند. توصیه می شود از آینه هایی که با کروم، رودیوم یا تیتانیوم پوشانده شده اند استفاده کنید تا حداکثر بازتاب را داشته باشد و از اعوجاج و تصاویر تکراری (duplicate image) جلوگیری شود. هنگام عکس گرفتن از دندان های قدامی بالا، از عکاسی از سوراخ های بینی و همچنین از ریش اجتناب کنید. در قوس پایینی زبان باید جمع شود تا ناحیه لینگوال و اکلوزال بهتر دیده شود. انگشتان، لبه‌های آینه و رترکتورها باید خارج از ناحیه عکس‌برداری شده باشند یا حداقل آن‌ها را در یک ناحیه بزرگ‌تر قرار دهند تا برش آن‌ها امکان‌پذیرتر شود. پارامترهای استاندارد ثبت تصویر را در فاصله مناسب برای هر لنز و فلاش خاص انتخاب کنید. برای ناحیه خلفی (پرمولرها و مولرها)، استفاده از فلاش دایره ای با قدرت ۱/۲ و دیافراگم ۲۹ (F-stop) توصیه می شود: سرعت شاتر (S) ۱۲۵ و مقدار ۱۰۰ ISO. یا ۲۰۰. برای عکس های داخل دهانی سگمان قدامی استفاده از فلاش های جانبی با توان ۱/۲ و ۲۹ F-stop و مقدار ۱۰۰ ISO یا ۲۰۰ توصیه می شود. لازم به ذکر است که در مقدار ISO بالاتر ممکن است نویز تصویر بالاتر به دلیل آرتیفکت حرکتی ایجاد شود. بنابراین، کمترین مقدار ISO مناسب برای نوردهی انتخاب شده باید انتخاب شود.

علاوه بر این، اکثر دوربین‌ها در حال حاضر دارای گزینه ویدیو هستند که قادر به تولید فرمت با وضوح بالا (فول اچدی) هستند. با فیلم برداری، رابطه دینامیکی عملکردی موقعیت لبه انسیزال در رابطه با لب پایین را می توان با توجه به آواسازی و زیبایی شناسی بررسی کرد. بسیاری از دستگاه های تلفن همراه قادر به فیلم برداری با فرمت فول اچ دی یا 4K هستند که امکان استخراج تصاویر فوری با کیفیت بالا از دنباله ویدیو را فراهم می کند.

پس از جمع‌آوری تصویر، می‌توان از نرم‌افزارهای پس‌پردازش مانند Lightroom و Photoshop برای بهبود و تنظیم عکس‌ها بدون تغییر محتوا استفاده کرد. توجه به این نکته مهم است که تصویر نشان داده شده در صفحه LCD دوربین، تصویر ثبت شده در فایل RAW را نشان نمی دهد، زیرا صفحه نمایش LCD تنها نسخه JPG فایل را با اطلاعات بسیار محدود نشان می دهد. اگر فایل را به هر نرم افزار پس پردازش غیر اختصاصی که از تمام اطلاعات موجود در فایل خام پشتیبانی نمی کند، وارد کنید، همین مشکل اتفاق می افتد.

۲-۴ رادیولوژی دیجیتال

استقبال گسترده از رادیوگرافی دیجیتال در دو دهه گذشته، حرفه دندانپزشکی را انقلابی کرده است. این فناوری چندین مشکل مرتبط با رادیوگرافی معمولی از جمله پردازش شیمیایی و دفع زباله های خطرناک را از بین برده و در عین حال چندین مزیت تعیین کننده از نظر ذخیره سازی دیجیتال و پرداخت کامپیوتری (computer post-processing) (بهبود دیجیتال) ارائه کرد. در رادیوگرافی پرتو اشعه ایکس ساطع شده در اثر برهمکنش با بافت های بدن ضعیف می شود (جذب و پراکنده شدن) و پرتو حاصل روی یک آشکارساز(دتکتور) پخش می شود. بیشتر آشکارسازهای دیجیتالی مورد استفاده در دندانپزشکی یا غیرمستقیم هستند مانند صفحات فسفری قابل تحریک نوری(photostimulable phosphor plates) (PSP) یا آشکارسازهای مستقیم حالت جامد (solid-state) که شامل سه نوع فرعی هستند: دستگاه های همراه با شارژ (charge-coupled devices) (CCD)، نیمه هادی های اکسید فلزی مکمل (complementary metal-oxide semiconductors) (CMOS) وآشکارساز صفحه تخت (flat panel detectors) (FPD)

گیرنده های دیجیتال غیر مستقیم (PSP) بر اساس اصل نورتابی (photoluminescence) کار می کنند. اشعه ایکس که به آشکارساز می رسد صفحه ای حاوی فسفر قابل تحریک با نور را تحریک می کند که این انرژی را جذب و ذخیره می کند تا تصویری نهفته تشکیل دهد. سپس این صفحه در یک دستگاه خواننده دیجیتال قرار داده می شود تا این انرژی به عنوان فوتون های نور در فرآیندی به نام (فسفرسانس) وقتی که در معرض منبع نوری با طول موج متفاوت قرار می گیرد آزاد شود. فوتون های نور متعاقباً به انرژی الکتریکی تبدیل می شوند که به نوبه خود با استفاده از مبدل آنالوگ/دیجیتال کمی سازی شده و به عنوان یک تصویر دیجیتال ذخیره و نمایش داده می شوند. آشکارسازهای PSP نازک و منعطف هستند و می‌توانند به راحتی و بدون ناراحتی بیش از حد بیمار به داخل دهان وارد شوند (شکل ۲،۵). با این حال، آنها نیاز به یک مرحله میانی برای خواندن تصویر نهفته از سنسور دارند و مستعد سایش و ایجاد خراش ناشی از استفاده مکرر و گسترده هستند.

در میان آشکارسازهای حالت جامد، CCD و CMOS برای رادیوگرافی‌های داخل دهانی استفاده می‌شوند، در حالی که FPD برای استفاده خارج دهانی در نظر گرفته شده است. یک آشکارساز CCD از یک ویفر سیلیکونی نازک با یک مدار الکترونیکی با ماتریسی از میلیون‌ها سلول حساس به نور تشکیل شده است که در یک آرایه مستطیلی روی صفحه سنسور قرار گرفته‌اند. ناحیه حسگر فعال تقریباً با اندازه فیلم داخل دهانی مطابقت دارد. فوتون های اشعه ایکس که بر روی مواد موجود در حسگر می افتند، بار الکتریکی ایجاد می کنند که به سیگنال دیجیتالی تبدیل می شود که مقادیر خاکستری بافت های مختلف را نشان می دهد. آشکارسازهای CCD هم چنین برای دستگاه‌های اشعه ایکس پانورامیک و سفالومتریک به‌عنوان گیرنده‌های شکاف نازک (در عرض باریک اما در طول طولانی) برای استفاده خارج از دهان در دسترس بودند. گیرنده های CMOS نیز مبتنی بر سیلیکون هستند، با این حال تفاوت اساسی با گیرنده های CCD دارند زیرا هر پیکسل به صورت جداگانه توسط یک ترانزیستور جفت شده برای تشکیل بار الکتریکی خوانده می شود. تولید آشکارسازهای CMOS ارزان‌تر از CCD است و به طور فزاینده‌ای در مطب دندانپزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از مزایای آشکارسازهای حالت جامد داخل دهانی می توان به نمایش تصویر دیجیتالی در لحظه (real-time) و کیفیت تصویر ثابت اشاره کرد. با این حال، این آشکارسازها به طور معمول حجیم و سفت (rigid) هستند و نمی‌توانند به راحتی در داخل دهان استفاده شوند.