
دندانپزشکی ترمیمی دیجیتال

راهنمای مواد، تجهیزات و روش های بالینی

فصول منتخب آزمون

مترجمین:

دکتر زهرا شویدی

دکتر هاله داودی

(دستیاران ترمیمی و زیبایی دانشگاه علوم پزشکی یزد)

زیر نظر:

دکتر فرناز فراهت

دکتر طیبه السادات بقایی اردکانی

(اعضای هیئت علمی گروه ترمیمی و زیبایی دانشگاه علوم پزشکی یزد)

فهرست

۶ پیشگفتار
۷ فصل ۲: دیجیتال سازی در دندانپزشکی ترمیمی
۴۷ فصل ۳: طراحی به کمک کامپیوتر در دندان پزشکی رستوریتیو
۶۳ فصل ۷: رستوریشن های ثابت در دندان پزشکی دیجیتال
۹۵ واژه یاب

پیشگفتار

امروزه استفاده از نرم افزارها و دستگاه‌های دیجیتال در شبیه‌سازی و ساخت رستوریشن‌های دندانی در حال گسترش می‌باشد. کتاب «Digital Restorative Dentistry» به معرفی این ابزارها و روش کاربرد آنها می‌پردازد. از آنجا که سه فصل این کتاب مرجع آزمون خورد تخصصی رشته دندانپزشکی ترمیمی می‌باشد و نیز مطالعه آن می‌تواند راهگشای بسیاری از همکاران باشد، بر آن شدیم که با دقت نظر فراوان به ترجمه فصول منتخب کتاب مذکور بپردازیم. فصل ۲ کتاب وسایل دیجیتال سازی دندانپزشکی ترمیمی و خصوصیات آنها را شرح می‌دهد. فصل ۳ به تشریح نرم افزارهای طرح درمان و طراحی پروتزها می‌پردازد. در فصل ۷ مراحل کلینیکی و لابراتواری مربوط به دیجیتال سازی ساخت رستوریشن‌های ثابت توضیح داده می‌شود.

امید است این ترجمه مورد رضایت همکاران محترم واقع گردد. گروه ترجمه پذیرای نظرات و پیشنهادات ارزشمند همکاران و اساتید گرانقدر خواهد بود.

در پایان بر خود لازم می‌دانم از دستیاران تخصصی ترمیمی که ترجمه دقیق و نگارش این کتاب را به انجام رسانده‌اند تشکر نمایم. همچنین مراتب سپاس خود را از همکاری انتشارات رویان پژوه ابراز می‌دارم.

دکتر فرناز فراهت

فصل ۲

دیجیتال سازی در دندان پزشکی ترمیمی

Guillermo Pradíes Ramiro, Bassam Hassan, Alberto Ferreiroa Navarro
Cristian Abad Coronel, Arthur Rodriguez Gonzalez Cortes
Otavio Henrique Pinhata Baptista, and Nataly Rabelo Mina Zambrana

چکیده

در مراحل چرخه دندان پزشکی ترمیمی دیجیتال، دیجیتال سازی (digitalization) اولین گام است. اگرچه فرآیند دیجیتال سازی در ابتدا به روش های دندان پزشکی CAD / CAM (طراحی به کمک کامپیوتر / تولید به کمک کامپیوتر) محدود می شد، امروزه طیف وسیع تری از پروسه های دندان پزشکی با دیجیتال سازی که در حال پیشرفت است، متحول شده اند. دیجیتال سازی اساساً شامل تبدیل هر حجم فیزیکی دوبعدی یا سه بعدی به یک زبان اطلاعاتی الکترونیکی است که به طور معمول به صورت تنها دو رقم ممکن (۰ یا ۱) در یک فایل اطلاعاتی کدگذاری شده است. تعداد روش ها و دستگاه های دیجیتالی که در دندان پزشکی ترمیمی گنجانده شده اند، به طور قابل توجهی در حال افزایش است. دوربین های عکاسی دیجیتال، اسپکتروفتومترها برای تطابق shade دندان، اسکنرهای داخل و خارج دهانی و دستگاه های رادیوگرافی دو بعدی / سه بعدی، اسپکتروفتوگرامتری، اسکنرهای facial و سیستم های مسیر حرکت فکی از ابزارهای اصلی برای کسب اطلاعات دیجیتال در دندان پزشکی ترمیمی هستند. هدف این فصل توصیف ویژگی های هر خانواده از ابزارها و همچنین توضیح درباره ی نام گذاری، خصوصیات و انواع فایل های مورد استفاده، برای خواننده است.

۲-۱ مقدمه ای بر مفاهیم فن آوری دیجیتال

یک ریاضیدان و فیلسوف آلمانی به نام Gottfried Wilhelm Leibniz، در قرن هفدهم، یک سیستم محاسباتی دوگانه را پیشنهاد کرد که مفاهیم "Yang و Yin" را که توسط فرهنگ چینی منتشر شده بود، به طور ضمنی مورد توجه قرار می داد. کلمه "digital" از ریشه لاتین "digitus" به معنی انگشت می آید که به طور معمول برای شمارش گسسته استفاده می شود که شباهت هایی با این واقعیت دارد که فن آوری

دیجیتال تنها مقادیر گسسته را می‌پذیرد. Wilhelm Leibni تا حد زیادی به عنوان اولین انفورماتیشن^۱ در نظر گرفته می‌شود. فن‌آوری دیجیتال در واقع یک binary code^۲ از ترکیبات ۰ و ۱، به عنوان تنها مقادیر ممکن کدگذاری، می‌باشد [۱]. این سیستم در اواسط قرن بیستم توسط مهندسان آمریکایی که محاسبات خود را براساس دو حالت ممکن بنا نهاده بودند، توسعه یافت: ۰ یا خاموش و ۱ یا روشن. ترکیبات بین ۰ و ۱، بیت نامیده می‌شود. به موازات آن، نوآوری دیگری الهام گرفته از این کدهای عددی، کد استاندارد آمریکایی برای تبادل اطلاعات (ASCII)^۳ بود که اشیاء را با ارقام توصیف می‌کرد [۲].

فن‌آوری دیجیتال مبتنی بر مقادیر گسسته^۴ است؛ با این حال، اطلاعات ارائه شده می‌تواند گسسته (اعداد و حروف) یا پیوسته (تصاویر، امواج صوتی و غیره) باشد. سیگنال‌های دیجیتال به طور کلی با سیستم‌های دیجیتال الکترونیک binary که در الکترونیک و محاسبات مدرن به کار می‌روند، مرتبط است؛ با این حال، لازم نیست binary یا الکترونیک باشد. یک مثال جالب از فناوری دیجیتال در طبیعت، کدگذاری گسسته ی کد ژنتیکی DNA است، که به عنوان یک شکل طبیعی از ذخیره‌سازی داده‌های دیجیتال در نظر گرفته می‌شود. در دندان پزشکی، فن‌آوری‌های دیجیتال به دو روش استفاده می‌شوند: از یک سو، تمام دستگاه‌های الکترونیک که در حال حاضر به کار می‌روند، دارای اجزای کامپیوتری هستند و از سوی دیگر، این فن‌آوری سخت‌افزاری، فایل‌های دیجیتالی را تولید می‌کند که قابل خواندن، ویرایش و دستکاری بوده و با دیگر انواع فایل‌های دیجیتال ادغام می‌شوند. به همین دلیل، این فصل به مفاهیم اساسی در مورد هر دو فن‌آوری دیجیتال و فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات^۵ (ICT) می‌پردازد.

۲-۲ فن‌آوری‌های دیجیتال در ICT

از دهه ۱۹۸۰ فناوری دیجیتال به‌طور پیوسته جایگزین سیگنال‌های آنالوگ شده‌است. در مقایسه با انتقال آنالوگ (analog transmissions)، سیگنال دیجیتال کم‌تر مخدوش می‌شود و تکرار آن آسان‌تر است. در حال حاضر، سیگنال‌های آنالوگ با استفاده از PCM (pulse code modulation) به سیگنال‌های دیجیتال تبدیل می‌شوند، در حالی که فن‌آوری فیبر نوری مبتنی بر مخابرات (telecommunication-) based) کاملاً دیجیتال است [۳]. سیگنال‌های آنالوگ همواره حساس به افزایش noise levels هستند؛ اما فن‌آوری دیجیتال، انتقال noise free را ایجاد می‌کند. در حالی که سیگنال‌های آنالوگ در تکرار شدن^۶

1. Informatics: is the science of information. Informaticians: **identify, define, and solve information problems**

2. A binary code: **represents text, computer processor instructions, or any other data using a two-symbol system.**

3. American Standard Code for Information Interchange

4. discrete values

5. information and communication technologies

6. duplication

با کاهش دقت^۱ همراه هستند، فن آوری دیجیتال اجازه تکرار با صحت بالا را می دهد. با توجه به میزان اطلاعات ممکن برای انتقال، سیگنال های آنالوگ نسبت به فناوری دیجیتال فضای کمتری را در فرمت خام اشغال می کنند، اما با توجه به ظرفیت سیگنال های دیجیتال فشرده در پایان، سیگنال دیجیتال قادر به انتقال اطلاعات بیشتر، با کیفیت و سرعت بالاتر می باشد. دندان پزشکی از تمام امکاناتی که فناوری دیجیتال به ما ارائه می دهد، اجتناب نمی کند و در واقع در بسیاری از مواقع بدون آگاهی از آن، مطب های دندان پزشکی بیش از آنکه بتوان تصور کرد، دیجیتالی هستند. به عنوان مثال، مسیر نرمالی که بیمار برای اولین ویزیت طی می کند، شامل ثبت داده های شخصی و دموگرافیک در یک پایگاه داده دیجیتال است. در شیوه های مدرن، یک تبلت برای تکمیل پرسشنامه ها و امضای دیجیتال در اختیار بیمار قرار می گیرد. پس از آن، فتوگرافی های بالینی و رادیوگرافی های مربوطه با استفاده از فن آوری دیجیتال تهیه می گردد. داخل مطب معمولاً یک سری فتوگرافی استاندارد با دوربین دیجیتال گرفته می شود. در بسیاری از موارد، برخی از این تصاویر برای ساخت یک (DSD^۲ طراحی لبخند دیجیتال) پایه یا پیشرفته با استفاده از نرم افزارهای ارائه مانند پاورپوینت یا Keynote یا حتی نرم افزارهای اختصاصی مانند Digital Smile Designer Pro مورد استفاده قرار می گیرند. در تمام این موارد، به طریقی، دستکاری دیجیتال تصاویر انجام می شود. با ادامه ی یک گردش کار استاندارد در موارد ایمپلنت، تشخیص دیجیتال با استفاده از یک دستگاه رادیوگرافی دیجیتال سه بعدی یعنی (CBCT) انجام شده، و اطلاعات به دست آمده در قالب DICOM برای تشخیص و برنامه ریزی درمان استفاده می شود. سپس منابع دیجیتال برای آنالیز تصاویر DICOM، ادغام آن ها با فایل های سطح سه بعدی از سیستم دندانی، قرار دادن ایمپلنت های مجازی، و طراحی اسپلنت جراحی که در نهایت با استفاده از فناوری CAM تولید خواهد شد، مورد استفاده قرار می گیرد. پس از قرار دادن ایمپلنت ها، قالب های دیجیتال را می توان با استفاده از اسکنرهای داخل دهانی و حتی ادغام این فایل های سطح سه بعدی با آن هایی که قبل از جراحی گرفته شده اند، به منظور بازسازی emergence profile. اندازه و شکل دندان ها در صورتی که در موقعیت ایده آل باشند، به دست آورد. متعاقباً فناوری های دیجیتال بار دیگر برای طراحی و ساخت (CAD - CAM) رستوریشن نهایی مورد استفاده قرار می گیرد.

۲-۳ فتوگرافی دندانی دیجیتال

فتوگرافی یک ابزار اساسی در دندان پزشکی است؛ این روش به ویژه برای تشخیص، برنامه ریزی، مستندسازی، ارتباطات و پشتیبانی اطلاعات مفید است [۴ - ۹]. فتوگرافی دندانی به تشخیص دقیق تر از طریق ثبت تصاویر کمک می کند که به بیمار اجازه ارزیابی خارج و داخل دهانی را می دهد. علاوه بر این، ارائه طرح درمان و تفکر و تامل و self-reflection را در روند انجام شده تسهیل می کند، در نتیجه اجازه یک رویکرد دقیق تر را می دهد. همچنین ارتباط بصری با بیمار را با توجه به گزینه ها و امکانات درمان،

1. fidelity

2. Digital Smile Design

و ارتباط با لابراتوار دندانانی با توجه به مشخصات پروتز بیمار از نظر رنگ، شکل، بافت، اندازه دندان، خط لبخند و شکل صورت بهبود می‌بخشد. همچنین به هدایت دیگر اعضای تیم چند رشته‌ای در رابطه با اهداف درمان کمک می‌کند. فتوگرافی دیجیتال به علاوه اجازه می‌دهد تا تصاویر واضحی از درمان‌های دندان پزشکی برای آموزش و اهداف آکادمیک به دست آید. از نقطه نظر قانونی نیز، به عنوان یک پشتیبان برای الزامات قضایی عمل می‌کند. در نهایت، فتوگرافی دندانانی یک هدف بازاریابی خارجی و داخلی را برای کلینیک برآورده می‌کند. فتوگرافی دیجیتال مدرن به دلیل بهبود قابلیت‌های ذخیره‌سازی و در عین حال حذف مشکلات پردازش فیلم سنتی، بیش تر در دسترس واقع شده است. در فتوگرافی دیجیتال، فیلم با یک سنسور الکترونیکی جایگزین می‌شود که تصویر را ثبت می‌کند. این سنسور از هزاران سلول نوری تشکیل شده است که فوتون‌ها را به سیگنال‌های الکتریکی تبدیل می‌کند. هر سلول نوری منفرد، نور یک نقطه از تصویر را به الکترون‌ها تبدیل کرده و تفسیر دیجیتالی دو بعدی از تصویر اصلی را ایجاد می‌کند. سنسورهای مورد استفاده در اکثر دوربین‌های دیجیتال CCD (charge-coupled device) یا CMOS (complementary metal-oxide semiconductor) هستند. فتوگرافی‌های دیجیتال را می‌توان بلافاصله بر روی یک صفحه نمایش دیجیتال یا یک مانیتور خارجی با کیفیت بالا مشاهده و به عنوان فایل‌های تصویر دیجیتال کامپیوتری با جزئیات با فرمت‌های مختلف که در این قسمت توضیح داده می‌شود، ذخیره کرد:

- RAW: این یک فرمت تصویر native (خام) است که توسط سنسور دوربین گرفته می‌شود. صرفاً خواندنی است، و شامل تمام داده‌های تصویر بدون هیچ گونه فشرده‌سازی یا از دست دادن اطلاعات است. برای فتوگرافی دندانانی و اهداف قانونی ایده‌آل است. با این حال، حتی اگر این فرمت بالاترین کیفیت تصویر ممکن را فراهم کند، فایل‌های تولید شده بسیار بزرگ هستند و نیاز به افزایش فضای ذخیره‌سازی و همچنین نرم‌افزارهای خاص برای به نمایش در آوردن، پردازش و اصلاحات دارند (جدول ۱-۲).

جدول ۱-۲ فایل خام بسته به هر نوع برند

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

- JPEG (Joint Photographic Experts Group): این یک فرمت فشرده با محدوده دینامیکی پایین^۱ است. این تنظیمات اندازه فایل‌ها را کاهش می‌دهند اما باعث از دست رفتن اطلاعات هم می‌شوند.

1. with a low dynamic range.

این فایل های تصویر می توانند در خود دوربین پردازش شوند و به طور مستقیم بدون نیاز به پردازش بعدی^۱، به اشتراک گذاشته شوند.

- (Portable Network Graphics) PNG: این یک فرمت فشرده سازی است که برای تولید فایل های تصویری کوچک پشتیبانی شده توسط طرح های رنگ^۲ RGB (قرمز، سبز و آبی) و مقیاس های خاکستری مورد استفاده قرار می گیرد.
 - (Graphics Interchange Format) GIF: این فرمت از فشرده سازی تصویر برای تولید فایل های بسیار کوچک که محدود به ۲۵۶ رنگ می باشد، استفاده می کند.
 - (Tagged Image File Format) TIFF: این یک فرمت ذخیره سازی تصویر فشرده بدون اتلاف است که می تواند به طور مستقیم توسط دوربین قبل از ذخیره سازی خارجی پردازش شود. این تصاویر اندازه بزرگی تا ۴ گیگابایت دارند.
 - (Bit-Mapped Picture) BMP: این فرمت فایل های بزرگی تولید می کند که می توانند تا ۲ تا ۱۶ میلیون رنگ را شامل شوند.
- فتوگرافی به یک ابزار ضروری در دندان پزشکی تبدیل شده است که برای هر دندان پزشک مجهز به یک گوشی هوشمند، یا یک دوربین جمع و جور در دسترس است، اگرچه دوربین های حرفه ای (single-SLR (lens reflex) کیفیت تصویر بهتری را حتی بدون پردازش بعدی فراهم می کنند. نور، اکسپوزر، عمق میدان، پس زمینه، موقعیت قرارگیری بیمار، و دید صحیح از سوژه و صحنه ای که قرار است از آن عکس گرفته شود، عوامل کلیدی برای به دست آوردن یک فتوگرافی خوب هستند (شکل ۲.۱).



شکل ۲-۱ فتوگرافی از دندان برای مشاهده جزئیات دندان های طبیعی قدامی بالا

فتوگرافی دندان مناسب بسته به هر مورد، به یک منبع نور و لنزهای مناسب نیاز دارد. هدف از این لنز، بزرگ کردن نواحی مورد نظر از جمله سیستم دندان، بافت های پر یودنتال و ساختارهای اطراف با استفاده از میدان فوکوس (focusing distance) معقول و راحت برای بیمار است. برای فتوگرافی خارج دهانی، یک

1. post-processing

2. color schemes