مشخصات فنی CBCT: تفسیر علمی پارامترهای فنی سامانه‌های تصویربرداری

تیم تحریریه علمی چاوش طب آذین · آخرین به‌روزرسانی: ۱۴۰۵/۰۸/۰۷ · chavoshteb.ir/cbct-technical-specifications

پاسخ کوتاه: مشخصات فنی CBCT شامل اندازه FOV، اندازه وکسل، ولتاژ و جریان لوله، اندازه کانونی، زمان اسکن و پرتودهی، قوس چرخش و نوع آشکارساز است. هر پارامتر بر وضوح، نویز، آرتیفکت و دوز اثر مشخصی دارد: بزرگ‌تر شدن FOV دوز و پراکندگی را افزایش می‌دهد، افزایش mAs نویز را کم و دوز را زیاد می‌کند و وکسل کوچک‌تر وضوح بیشتر اما نویز بالاتر به همراه دارد. تفسیر علمی برگه مشخصات یعنی خواندن این اعداد در چارچوب وظیفه تشخیصی.

خلاصه در یک نگاه (TL;DR)

- FOV مستقیم‌ترین پارامتر بهینه‌سازی است؛ FOV بزرگ‌تر دوز، پراکندگی، نویز و آرتیفکت را افزایش می‌دهد [۶].
- تغییر اندازه وکسل به‌خودی‌خود دوز را تغییر نمی‌دهد، اما پروتکل‌های «وضوح بالا» اغلب mAs بیشتری دارند [۶].
- اندازه کانونی معمول در CBCT حدود ۰٫۵ میلی‌متر است و چرخش ۱۸۰ درجه در برخی سامانه‌ها دوز را حدود ۵۰ درصد کاهش می‌دهد [۶].
- میانگین دوز مؤثر دستگاه‌های FOV کوچک ۵۴، متوسط ۱۰۱ و بزرگ ۱۴۹ میکروسیورت گزارش شده است [۷].
- وکسل ۰٫۰۷۵ تا ۰٫۱۲۵ میلی‌متر برای اندو و ۰٫۲۰ تا ۰٫۴۰ میلی‌متر برای ارتودنسی و راه هوایی پیشنهاد می‌شود [۱].

این مقاله ستون خوشه «پارامترهای فنی سامانه‌های CBCT» در فصل پنجم دانشنامه تخصصی چاوش طب آذین است. مبانی فیزیکی هر پارامتر در مقاله فیزیک CBCT آمده است و این مقاله بر تفسیر علمی اعداد برگه مشخصات تمرکز دارد.

مهم‌ترین مشخصات فنی CBCT کدام‌اند؟

پارامترهای فنی CBCT را می‌توان در سه گروه دسته‌بندی کرد: پارامترهای هندسی و حجمی (اندازه و شکل FOV، قوس چرخش، فاصله‌های منبع-شیء-آشکارساز)، پارامترهای پرتودهی (ولتاژ لوله، جریان، زمان اسکن و زمان پرتودهی، فیلتراسیون، اندازه کانونی) و پارامترهای تصویر (اندازه وکسل، نوع آشکارساز، الگوریتم بازسازی، کاهش آرتیفکت فلز). هیچ‌یک به‌تنهایی کیفیت را تعیین نمی‌کند و تفسیر آن‌ها باید همزمان باشد.

مرور Pauwels و همکاران تأکید می‌کند که وضوح فضایی CBCT به عوامل متعددی از جمله اندازه کانونی، اندازه عنصر آشکارساز، فیلتر هموارکننده و اندازه وکسل بازسازی وابسته است و تفاوت‌های بزرگی بین مدل‌ها و حتی درون یک مدل گزارش شده است [۶]. بنابراین عدد «وضوح» در بروشور بدون دانستن شرایط اندازه‌گیری قابل مقایسه نیست.

جدول ۱ — اثر پارامترهای تصویربرداری بر کیفیت تصویر و دوز

افزایش پارامتر	وضوح فضایی	کنتراست	نویز	آرتیفکت	دوز
اندازه FOV	بدون تغییر	کاهش	افزایش	افزایش	افزایش
ولتاژ لوله (kV)	بدون تغییر	کاهش	کاهش	بدون تغییر (سخت‌شدگی پرتو اندکی کمتر)	افزایش
mAs	بدون تغییر	بدون تغییر	کاهش	بدون تغییر	افزایش
اندازه وکسل	کاهش	بدون تغییر	کاهش	بدون تغییر	بدون تغییر

منبع: Pauwels R, et al. Dentomaxillofac Radiol ۲۰۱۵, Table ۱ [۶]

اثر پارامترهای اکسپوژر و بازسازی بر کیفیت تصویر و دوز

ترجمه و بازترسیم جدول ۱ مقاله Pauwels و همکاران (DMFR ۲۰۱۵)

افزایش پارامتر	وضوح فضایی	کنتراست	نویز	آرتیفکت	دوز بیمار
↑ FOV	–	↓	↑	↑	↑
↑ kV	–	↓	↓	– *	↑
↑ mAs	–	–	↓	–	↑
↑ اندازه وکسل	↓	–	↓	–	–

* سخت‌شدگی پرتو در kV بالاتر اندکی کاهش می‌یابد. در عمل، برخی سازندگان برای وکسل کوچک‌تر mAs را افزایش می‌دهند تا نویز ثابت بماند.

منبع: Pauwels R, et al. Dentomaxillofac Radiol ۲۰۱۵;۴۴:۲۰۱۴۰۲۲۴, Table ۱ — دانشنامه تخصصی چاوش طب آذین · chavoshteb.ir

شکل ۱ — اثر پارامترهای تصویربرداری بر کیفیت و دوز (بر اساس Pauwels و همکاران، ۲۰۱۵)

میدان دید (FOV) چگونه انتخاب و تفسیر می‌شود؟

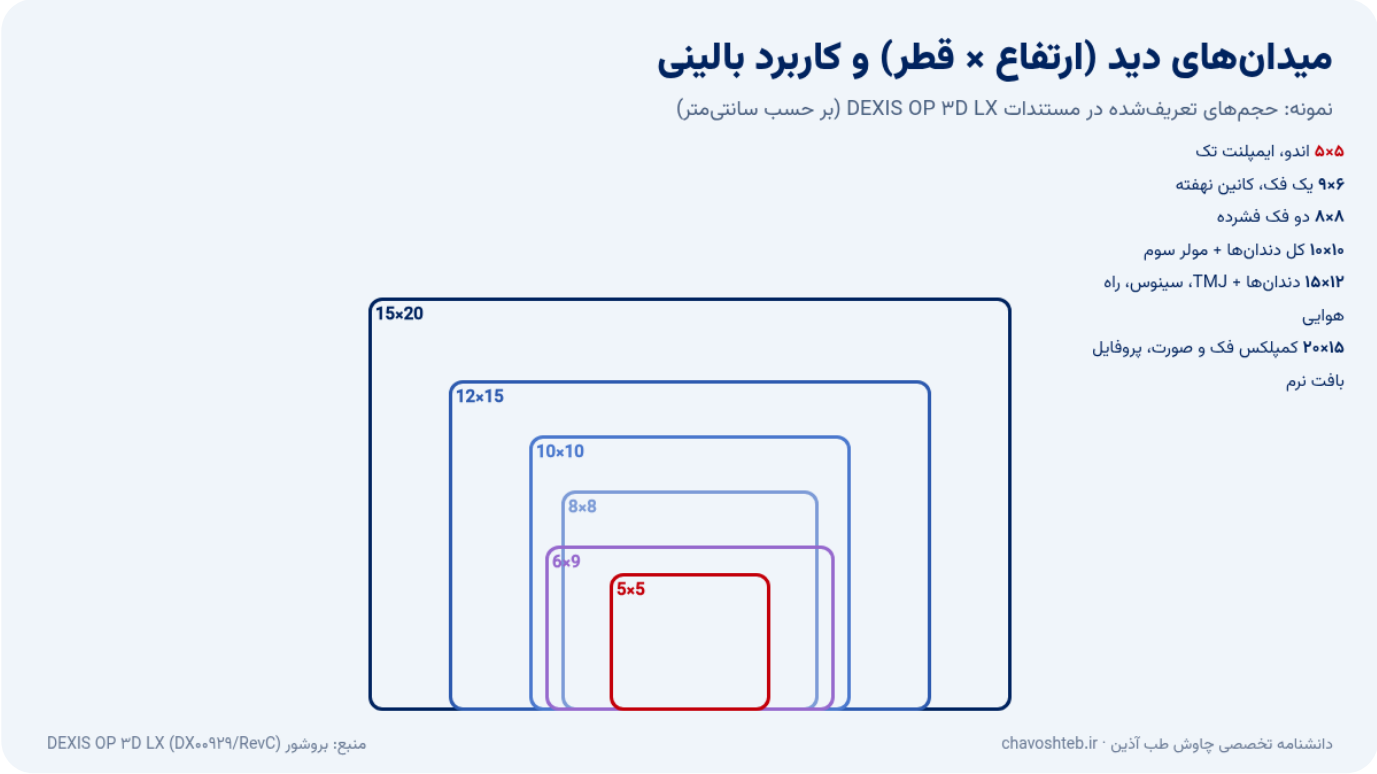
FOV حجم استوانه‌ای بازسازی‌شده است و با قطر و ارتفاع بیان می‌شود. به گفته Pauwels و همکاران، FOV ساده‌ترین پارامتر بهینه‌سازی است، زیرا FOV بزرگ‌تر دوز و نسبت پرتو پراکنده رسیده به آشکارساز را افزایش می‌دهد. از سوی دیگر FOV با قطر کوچک اثر «توموگرافی موضعی» یا برش داده را تشدید می‌کند. نتیجه نهایی این مرور آن است که FOV همیشه باید تا حد امکان کوچک و محدود به ناحیه موردنظر باشد.

> *“Therefore, FOVs should always be kept as small as possible, covering only the ROI.”*
>
> «بنابراین FOV همیشه باید تا حد امکان کوچک نگه داشته شود و فقط ناحیه موردنظر را پوشش دهد.»
>
> — Pauwels و همکاران، Dentomaxillofacial Radiology، ۲۰۱۵ [۶]

در راهنمای Dental Technology Integrators (Dental TI)، FOVها به سه گروه تقسیم شده‌اند: کوچک (حدود ۴×۴ تا ۵×۵ سانتی‌متر)، متوسط (حدود ۸×۸ تا ۱۰×۱۰ سانتی‌متر) و بزرگ (حدود ۱۰×۱۰ تا ۱۶×۱۷ سانتی‌متر) [۱]. David A. Scardella در راهنمای خرید CBCT منتشرشده در انجمن دندان‌پزشکی عمومی آمریکا (AGD) همین منطق را از دید بالینی بیان می‌کند:

> *“My suggestion is to choose the smallest FOV for what you want to accomplish.”*
>
> «پیشنهاد من این است که کوچک‌ترین FOV متناسب با هدفی که می‌خواهید به آن برسید را انتخاب کنید.»
>
> — David A. Scardella, DMD، Academy of General Dentistry، ۲۰۲۰ [۲]

اصل نهم گایدلاین SEDENTEXCT نیز الزام می‌کند که تجهیزات CBCT امکان انتخاب حجم را فراهم کنند و معاینه با کوچک‌ترین حجم سازگار با وضعیت بالینی انجام شود، به شرط آنکه دوز کمتری ایجاد کند [۷]. برای کاربرد اندودانتیک، Scardella اشاره می‌کند که در بیشتر موارد FOV پنج در پنج سانتی‌متر کافی است [۲].



شکل ۲ — اندازه‌های FOV بر حسب قطر و ارتفاع (شماتیک آموزشی)

تنوع FOV در دستگاه‌های امروزی چگونه بیان می‌شود؟

سازندگان معمولاً چند FOV استاندارد و امکان تنظیم ارتفاع یا قطر را ارائه می‌کنند. برای مثال، صفحه محصول DEXIS OP ۳D حجم‌های ۵×۵، ۶×۹ و ۹×۱۱ سانتی‌متر و گزینه ۹×۱۴ را ذکر می‌کند و ارتفاع قابل تنظیم با گام ۵ میلی‌متر بین ۵ تا ۹ سانتی‌متر را تا ۳۶ اندازه FOV توصیف می‌کند. بروشور OP ۳D LX نیز حجم‌هایی از ۵۰×۵۰ تا ۱۵۰×۲۰۰ میلی‌متر (ارتفاع×قطر) را فهرست می‌کند.

از دید رادیولوژیست، اهمیت این تنوع در امکان اجرای اصل «کوچک‌ترین FOV کافی» است، نه در تعداد گزینه‌ها به‌خودی‌خود. FOVهایی که ارتفاع آن‌ها مستقل از قطر قابل تنظیم است، اجازه می‌دهند برای مثال در ارزیابی یک فک، فک مقابل از پرتو اولیه خارج شود [۳][۴]. نمونه‌ای از این خانواده در صفحه دستگاه CBCT OP ۳D و سایر سامانه‌ها در دسته دستگاه‌های CBCT معرفی شده‌اند.

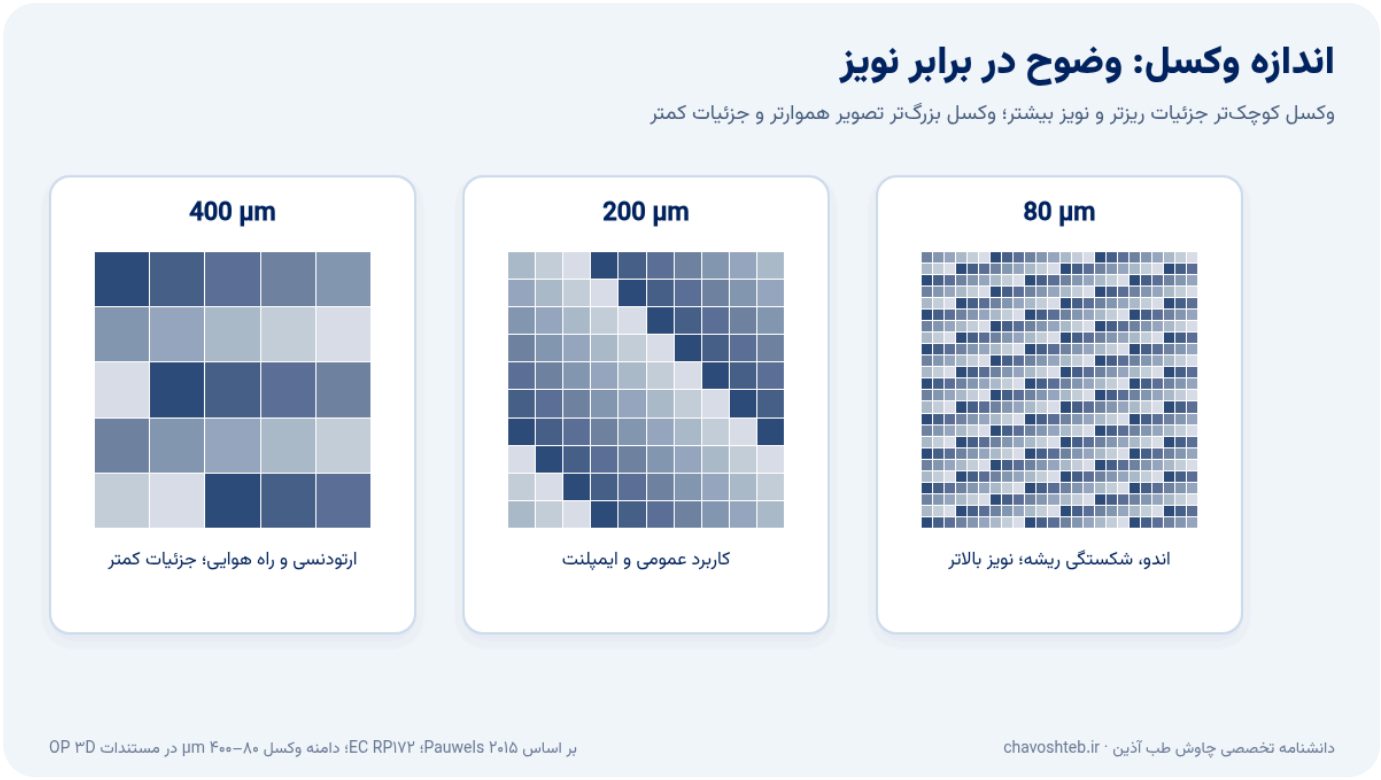
اندازه وکسل چه رابطه‌ای با وضوح، نویز و دوز دارد؟

وکسل کوچک‌ترین واحد حجمی تصویر بازسازی‌شده است. کوچک‌تر شدن وکسل وضوح بالقوه را افزایش می‌دهد اما نویز را نیز زیاد می‌کند. Pauwels و همکاران تصریح می‌کنند که تغییر اندازه وکسل، به‌عنوان یک پارامتر بازسازی، به‌طور دقیق دوز را تغییر نمی‌دهد؛ اما برخی سازندگان پروتکل‌های «وضوح» از پیش تعریف‌شده دارند که در آن‌ها وکسل کوچک‌تر با mAs بیشتر همراه است تا نویز تقریباً ثابت بماند.

بنابراین وقتی برگه مشخصات «وکسل ۸۰ میکرومتر» را اعلام می‌کند، باید پرسید این وکسل با کدام FOV، کدام mAs و چه دوزی به دست می‌آید. بروشور OP ۳D LX بازه وکسل ۸۰ تا ۴۰۰ میکرومتر را ذکر می‌کند [۴] و صفحه محصول OP ۳D چهار حالت وضوح شامل کم‌دوز (LDT)، استاندارد، بالا و اندو را معرفی می‌کند [۳]. همچنین اندازه وکسل با حجم داده رابطه مستقیم دارد؛ حجم فایل‌های DICOM از حدود ۵۰ مگابایت تا بیش از یک گیگابایت متغیر است [۱].

جدول ۲ — بازه‌های وکسل پیشنهادی بر حسب کاربرد

کاربرد بالینی	وکسل پیشنهادی (میلی‌متر)	FOV معمول	منبع
اندودانتیکس	۰٫۰۷۵ تا ۰٫۱۲۵	کوچک (حدود ۵×۵ سانتی‌متر)	[۱][۲]
برنامه‌ریزی ایمپلنت	۰٫۳ تا ۰٫۴ (کیفیت تشخیصی کافی)	کوچک تا متوسط	[۸]
ارتودنسی و راه هوایی	۰٫۲۰ تا ۰٫۴۰	بزرگ	[۱]



شکل ۳ — مصالحه وضوح و نویز با تغییر اندازه وکسل (شماتیک آموزشی)

آیا بازسازی زوم بدون تابش اضافه وضوح را افزایش می‌دهد؟

بله، در سامانه‌هایی که این قابلیت را دارند. Pauwels و همکاران توضیح می‌دهند که در بازسازی زوم، کاربر ناحیه کوچکی از یک اسکن FOV بزرگ را انتخاب می‌کند و آن را با وکسل کوچک‌تر از داده‌های خام اصلی بازسازی می‌کند. این کار وضوح را به بهای نویز بیشتر افزایش می‌دهد و نیازی به تابش دوباره بیمار ندارد. در مثال آن‌ها اسکن اصلی با وکسل ۰٫۲۵ و بازسازی زوم با وکسل ۰٫۰۸ میلی‌متر انجام شد.

نکته مرتبط دیگر، نقش نمایشگر است: در همان مرور نشان داده شده که نمایش یک اسکن ۱۷۰×۱۷۰×۱۲۰ میلی‌متری با وکسل ۰٫۲۵ روی نمایشگر ۱۹۲۰×۱۰۸۰ در حالت چندصفحه‌ای، تنها حدود ۰٫۴ پیکسل نمایشگر به ازای هر پیکسل تصویر اختصاص می‌دهد و نمایشگر به عامل محدودکننده وضوح تبدیل می‌شود [۶].

ولتاژ، جریان، زمان و قوس چرخش چگونه دوز و کیفیت را تعیین می‌کنند؟

جریان لوله (mA) و زمان پرتودهی با تعداد فوتون‌ها و دوز رابطه مستقیم و خطی دارند و حاصل‌ضرب آن‌ها (mAs) انرژی پرتو را تغییر نمی‌دهد. ولتاژ لوله (kV) هم دوز و هم انرژی پرتو را تغییر می‌دهد و بر کنتراست، پراکندگی و سخت‌شدگی پرتو اثر دارد. در دستگاه‌های با پرتودهی پالسی، زمان اسکن و زمان واقعی پرتودهی متفاوت‌اند و دوز به زمان پرتودهی وابسته است، نه زمان اسکن.

Pauwels و همکاران مثالی عددی می‌زنند: زمان کل اسکن ممکن است ۲۰ ثانیه باشد، اما با پالس‌های ۱۰ میلی‌ثانیه‌ای و ۲۰۰ تصویر، زمان پرتودهی کل فقط ۲ ثانیه است [۶]. به همین دلیل بروشورهای جدید هر دو عدد را ذکر می‌کنند؛ برای نمونه بروشور OP ۳D LX زمان اسکن ۸ تا ۳۰ ثانیه و زمان پرتودهی ۰٫۹ تا ۱۹٫۴ ثانیه را اعلام می‌کند [۴] و بروشور OP ۳D EX زمان اسکن ۵٫۵ تا ۱۹٫۴ ثانیه را برای بیمار با جثه متوسط ذکر می‌کند [۵]. زمان اسکن کوتاه‌تر از نظر حرکت بیمار اهمیت دارد، زیرا حرکت می‌تواند از تاری خفیف تا آرتیفکت شدید ایجاد کند [۶].

جدول ۳ — نمونه مشخصات اعلام‌شده سازنده برای دو سامانه CBCT هم‌خانواده

پارامتر	OP ۳D LX	OP ۳D EX
ولتاژ و جریان لوله	۶۰ تا ۹۵ کیلوولت؛ ۲ تا ۱۶ میلی‌آمپر	۶۰ تا ۹۵ کیلوولت؛ ۲ تا ۱۶ میلی‌آمپر
اندازه کانونی	۰٫۵ میلی‌متر (IEC ۶۰۳۳۶/۲۰۲۰)	۰٫۵ میلی‌متر (IEC ۶۰۳۳۶/۲۰۲۰)
FOV استاندارد	تا ۱۲×۱۵ سانتی‌متر؛ حجم‌ها از ۵۰×۵۰ تا ۱۵۰×۲۰۰ میلی‌متر	۵×۵ تا ۱۰×۱۱ سانتی‌متر؛ ۱۰×۱۵ اختیاری
اندازه وکسل	۸۰ تا ۴۰۰ میکرومتر	۸۰ تا ۴۰۰ میکرومتر
زمان اسکن / پرتودهی	۸ تا ۳۰ ثانیه / ۰٫۹ تا ۱۹٫۴ ثانیه	۵٫۵ تا ۱۹٫۴ ثانیه / ۰٫۹ تا ۱۹٫۴ ثانیه
آشکارساز	صفحه مسطح با فناوری TFT از نوع IGZO	صفحه مسطح با فناوری TFT از نوع IGZO

منابع: بروشورهای سازنده DEXIS [۴][۵]. مقادیر اعلام‌شده سازنده است و در شرایط آزمون مستقل مقایسه نشده است.

چرخش نیمه‌کامل چه اثری بر دوز و کیفیت دارد؟

برای بازسازی کامل FOV، چرخش ۱۸۰ درجه به‌علاوه زاویه پرتو کافی است. به گفته Pauwels و همکاران، در سامانه‌هایی که چرخش کوتاه‌تر با mAs کمتر همراه است، کاهش دوز متناسب با قوس چرخش است و چرخش ۱۸۰ درجه حدود ۵۰ درصد دوز را کاهش می‌دهد. هزینه آن، افزایش نویز و اندکی افزایش آرتیفکت ناشی از نمونه‌برداری کمتر است که بسته به mA ممکن است ناچیز یا محسوس باشد.

زاویه شروع چرخش نیز به دلیل توزیع نامتقارن اندام‌های حساس در سر و گردن پیامد دوزی دارد، هرچند اثر کلی آن کوچک گزارش شده است [۶]. کنترل خودکار پرتودهی (ADC/AEC) که بر اساس تصویر پیش‌نگر mAs را تنظیم می‌کند، از دیگر

قابلیت‌هایی است که در برگه مشخصات برخی دستگاه‌ها دیده می‌شود [۵][۶].

اندازه کانونی، هندسه و آشکارساز چه اثری بر وضوح دارند؟

اندازه کانونی معمول در CBCT حدود ۰٫۵ میلی‌متر است و یکی از عوامل تعیین‌کننده وضوح است. تاری نیم‌سایه (Penumbra) با کانون کوچک‌تر، فاصله منبع تا شیء بیشتر و فاصله شیء تا آشکارساز کمتر کاهش می‌یابد. اندازه عنصر آشکارساز و فیلتر بازسازی نیز بر وضوح نهایی اثر دارند؛ بنابراین وکسل کوچک بدون هندسه و کانون مناسب به وضوح واقعی بالاتر منجر نمی‌شود.

در گزارش مشخصات، ذکر استاندارد اندازه‌گیری کانون (مانند IEC ۶۰۳۳۶) نشانه شفافیت فنی است [۴]. همچنین تکنیک‌های کاهش آرتیفکت فلز (MAR) اکنون در برخی دستگاه‌ها ارائه می‌شوند؛ Pauwels و همکاران یادآور می‌شوند که این فناوری هنوز تا حدی کامل نیست و باید با احتیاط استفاده شود و افزایش mA یا تعداد تصاویر نیز آرتیفکت فلز را به اندازه‌ای که افزایش دوز را توجیه کند بهبود نمی‌دهد [۶].

شکل ۴ — دو سامانه CBCT هم‌خانواده با مشخصات متفاوت (تصاویر از بروشورهای سازنده DEXIS)

دوز مؤثر در برگه مشخصات چگونه باید خوانده شود؟

دوز مؤثر CBCT به دستگاه، FOV و پروتکل بستگی دارد و یک عدد واحد برای هر دستگاه معنادار نیست. داده‌های گردآوری‌شده در گایدلاین SEDENTEXCT میانگین دوز را برای دستگاه‌های FOV بزرگ ۱۴۹، متوسط ۱۰۱ و کوچک ۵۴

میکروسیورت نشان می‌دهد. راهنمای Dental TI بازه معمول دوز CBCT را حدود ۳۰ تا ۲۰۰ میکروسیورت ذکر می‌کند. مقایسه دوز دستگاه‌ها فقط در FOV و پروتکل معادل معتبر است.

اصل دهم SEDENTEXCT نیز تصریح می‌کند که در صورت امکان انتخاب وضوح، باید وضوحی استفاده شود که با تشخیص کافی و کمترین دوز ممکن سازگار باشد [۷]. از این رو، وجود پروتکل‌های کم‌دوز تأییدشده در برگه مشخصات، برای رادیولوژیست ارزشی بیش از حداکثر وضوح اعلام‌شده دارد. پیوند میان این اصول و کاربرد بالینی در مقاله CBCT برای ایمپلنت و پیشینه تاریخی تحول سامانه‌ها در مقاله تاریخچه رادیولوژی دهان و فک بررسی شده است.

پرسش‌های متداول

آیا وکسل کوچک‌تر همیشه به معنای تصویر بهتر است؟

خیر. وکسل کوچک‌تر وضوح بالقوه را افزایش می‌دهد اما نویز را نیز زیاد می‌کند و وضوح واقعی به اندازه کانونی، آشکارساز و فیلتر بازسازی هم وابسته است. در برخی دستگاه‌ها پروتکل وکسل کوچک با mAs و دوز بیشتر همراه است؛ بنابراین وکسل باید متناسب با وظیفه تشخیصی انتخاب شود.

چرا FOV مهم‌ترین پارامتر بهینه‌سازی دوز است؟

بر اساس مرور Pauwels و همکاران، افزایش FOV مستقیماً دوز بیمار را افزایش می‌دهد و نسبت پرتو پراکنده رسیده به آشکارساز را نیز بالا می‌برد که به نویز و آرتیفکت بیشتر منجر می‌شود. داده‌های SEDENTEXCT میانگین ۵۴ میکروسیورت برای FOV کوچک در برابر ۱۴۹ برای FOV بزرگ را نشان می‌دهد.

تفاوت زمان اسکن و زمان پرتودهی چیست؟

زمان اسکن فاصله میان نخستین و آخرین تصویر در چرخش است، در حالی که زمان پرتودهی مجموع زمان‌هایی است که پرتو واقعاً تابیده می‌شود. در دستگاه‌های پالسی این دو تفاوت زیادی دارند؛ برای مثال اسکن ۲۰ ثانیه‌ای با ۲۰۰ پالس ۱۰ میلی‌ثانیه‌ای فقط ۲ ثانیه پرتودهی دارد.

چرا نمی‌توان دوز دو دستگاه را فقط با عدد بروشور مقایسه کرد؟

دوز مؤثر به FOV، وضوح، mAs، kV، قوس چرخش و روش دزیمتری بستگی دارد. اعداد بروشور معمولاً برای پروتکل‌های خاص گزارش می‌شوند. مقایسه معتبر فقط در FOV و پروتکل معادل و با روش اندازه‌گیری یکسان امکان‌پذیر است و بازه گزارش‌شده برای CBCT دندانی-آلوئولی بسیار گسترده است.

برای اندودانتیکس چه FOV و وکسلی مناسب است؟

راهنمای خرید AGD اشاره می‌کند که در بیشتر موارد اندودانتیک، FOV پنج در پنج سانتی‌متر کافی است و راهنمای Dental TI وکسل ۰٫۰۷۵ تا ۰٫۱۲۵ میلی‌متر را برای این کاربرد ذکر می‌کند. انتخاب نهایی باید بر اساس وظیفه تشخیصی و اصل

کمترین دوز ممکن انجام شود.

آیا قابلیت کاهش آرتیفکت فلز (MAR) قابل‌اتکاست؟

MAR در برخی دستگاه‌های دندانی ارائه می‌شود و می‌تواند ظاهر آرتیفکت‌ها را بهبود دهد، اما Pauwels و همکاران آن را هنوز تا حدی توسعه‌نیافته می‌دانند و استفاده محتاطانه را توصیه می‌کنند. تصاویر اصلاح‌شده ممکن است جزئیات را تغییر دهند؛ بنابراین مقایسه با بازسازی بدون MAR توصیه می‌شود.

جمع‌بندی

تفسیر علمی مشخصات فنی CBCT یعنی خواندن هر عدد در ارتباط با سایر پارامترها و وظیفه تشخیصی. FOV مهم‌ترین اهرم بهینه‌سازی دوز است؛ اندازه وکسل باید متناسب با کاربرد و با آگاهی از پیامد نویز و پروتکل mAs انتخاب شود؛ زمان پرتودهی در دستگاه‌های پالسی معیار دقیق‌تری از زمان اسکن برای دوز است؛ و اندازه کانونی، هندسه و آشکارساز سقف وضوح واقعی را تعیین می‌کنند. مقایسه دستگاه‌ها تنها در شرایط معادل معتبر است. برای مطالعه آشکارسازهای مکمل در رادیوگرافی دوبعدی، مقاله آشکارسازهای دیجیتال داخل دهانی را ببینید.

شکل ۵ — نکات کلیدی مقاله در یک نگاه

خلاصه مقاله

مشخصات فنی CBCT در سه گروه هندسی-حجمی، پرتودهی و تصویر قرار می‌گیرند. افزایش FOV دوز، نویز و آرتیفکت را افزایش می‌دهد؛ mAs با دوز رابطه خطی دارد؛ وکسل به‌خودی‌خود دوز را تغییر نمی‌دهد ولی پروتکل‌های وضوح بالا اغلب پردوزترند. میانگین دوز برای FOV کوچک ۵۴ و برای FOV بزرگ ۱۴۹ میکروسیورت است و انتخاب کوچک‌ترین FOV کافی اصل اساسی است.

جدول نکات کلیدی

محور	نکته کلیدی
FOV	کوچک‌ترین FOV پوشش‌دهنده ناحیه موردنظر؛ مستقیم‌ترین اهرم کاهش دوز.
وکسل	وضوح بیشتر با نویز بیشتر؛ دوز به پروتکل mAs وابسته است.
پرتودهی	mAs خطی با دوز؛ kV بر انرژی، کنتراست و سخت‌شدگی پرتو اثر دارد.
زمان	در دستگاه‌های پالسی، زمان پرتودهی از زمان اسکن کوتاه‌تر است.
قوس چرخش	چرخش ۱۸۰ درجه در برخی سامانه‌ها حدود ۵۰ درصد دوز را کم می‌کند.
هندسه	کانون حدود ۰٫۵ میلی‌متر؛ SOD بیشتر و ODD کمتر نیم‌سایه را کم می‌کند.

منابع

۱. Dental Technology Integrators (Dental TI). The Complete Guide to Dental CBCT (buying & implementation). dentalti.com

۲. Scardella DA. CBCT purchasing guide: how to choose the perfect machine. Academy of General Dentistry (AGD) News; ۱۷ Feb ۲۰۲۰. agd.org

۳. DEXIS. ORTHOPANTOMOGRAPH OP ۳D — product page and specifications. dexis.com

۴. Dental Imaging Technologies Corporation (DEXIS). ORTHOPANTOMOGRAPH OP ۳D LX — technical specifications brochure, DX۰۰۹۲۹/RevC; ۲۰۲۳. dexis.com

۵. Dental Imaging Technologies Corporation (DEXIS). ORTHOPANTOMOGRAPH OP ۳D EX — technical specifications brochure (manufacturer document). dexis.com

۶. Pauwels R, Araki K, Siewerdsen JH, Thongvigitmanee SS. Technical aspects of dental CBCT: state of the art. Dentomaxillofac Radiol. ۲۰۱۵;۴۴(۱):۲۰۱۴۰۲۲۴. doi:۱۰.۱۲۵۹/dmfr.۲۰۱۴۰۲۲۴

۷. European Commission. Radiation Protection No ۱۷۲: Cone beam CT for dental and maxillofacial radiology — Evidence-based guidelines (SEDENTEXCT). Luxembourg: Publications Office of the EU; ۲۰۱۲. doi:۱۰.۲۷۶۸/۲۱۸۷۴

۸. Fokas G, Vaughn VM, Scarfe WC, Bornstein MM. Accuracy of linear measurements on CBCT images related to presurgical implant treatment planning: A systematic review. Clin Oral Implants Res. ۲۰۱۸;۲۹ Suppl ۱۶:۳۹۳-۴۱۵. doi:۱۰.۱۱۱۱/clr.۱۳۱۴۲

درباره نویسنده

این مقاله توسط **تیم تحریریه علمی چاوش طب آذین** تهیه شده است؛ تیمی که محتوای دانشنامه تخصصی رادیولوژی دهان، فک و صورت را بر پایه مقالات داوری‌شده، گایدلاین‌های بین‌المللی و مستندات فنی سازندگان تدوین و به‌روزرسانی می‌کند. چاوش طب آذین از سال ۲۰۱۴ در حوزه خدمات و تجهیزات تصویربرداری دندان‌پزشکی فعالیت دارد (درباره ما). سایر مقالات این دانشنامه در وبلاگ چاوش طب آذین در دسترس است. این محتوا جنبه آموزشی دارد و جایگزین قضاوت بالینی متخصص نیست.

آخرین به‌روزرسانی: ۱۴۰۵/۰۸/۰۷