دانشنامه علمی چاوش طب آذین · chavoshteb.ir · به‌روزرسانی ۲۵ آبان ۱۴۰۵

تضمین کیفیت پانورامیک: آزمون تجهیزات، اندازه‌گیری دوز و ممیزی کیفیت تصویر

تضمین کیفیت پانورامیک فقط سرویس دوره‌ای دستگاه نیست. در بررسی اروپایی، دستگاه‌هایی پایین‌تر از حد تحمل و گاهی با فاصله زیاد همچنان در کار بالینی بودند؛ در بریتانیا DWP در ۳۰٪ دستگاه‌ها از سطح مرجع ۶۵ mGy mm بیشتر بود، و در یک ممیزی، خطای موقعیت‌دهی در ۵۴٫۶٪ رادیوگرافی‌ها دیده شد. برنامه مؤثر آزمون دستگاه، اندازه‌گیری دوز و ممیزی تصویر را با هم ترکیب می‌کند.

نکات کلیدی این مقاله

- بررسی SENTINEL نشان داد دستگاه‌های دندانی گاهی با عملکرد پایین‌تر از حد تحمل در کار بالینی می‌مانند، حتی پس از سرویس.[۱]
- در ۲۰ دستگاه پانورامیک، میانگین DWP برابر ۶۵ mGy mm و میانگین DAP برابر ۸۹ mGy cm² بود.[۴]
- اتاقک یونیزاسیون مدادی ساده‌ترین و قابل اعتمادترین روش اندازه‌گیری DWP ارزیابی شد.[۴]
- در ممیزی ۳۱۵ رادیوگرافی، بیشتر تصاویر تشخیصی بودند اما هیچ‌یک از دو محیط به استانداردهای ملی نرسید.[۶]
- مدل یادگیری عمیق قابل قبول بودن تصویر پانورامیک را با دقت میانگین ۸۱٫۴٪ طبقه‌بندی کرد.[۷]

رادیوگرافی پانورامیک یکی از پرتکرارترین آزمون‌های تصویربرداری دندان است و همین تکرار، کیفیت پایین یا دوز بیش از حد را به مسئله‌ای جمعیتی تبدیل می‌کند. اجرای برنامه تضمین کیفیت در اروپا الزام قانونی است، اما نوع و سطح آزمون‌ها میان کشورها متفاوت است. این مقاله اجزای تضمین کیفیت پانورامیک را از آزمون تجهیزات تا ممیزی تصاویر بالینی مرور می‌کند.[۱، ۲]

فهرست مطالب

1. تضمین کیفیت پانورامیک: چرا الزامی است
2. آزمون‌های فیزیکی دستگاه
3. اندازه‌گیری دوز: DWP و DAP

4. ممیزی کیفیت تصویر بالینی
5. چارچوب عملی برای مرکز تصویربرداری
6. جدول جمع‌بندی نکات
7. پرسش‌های متداول
8. جمع‌بندی
9. مطالعه مرتبط در دانشنامه
10. منابع

تضمین کیفیت پانورامیک: چرا الزامی است

اجرای برنامه تضمین کیفیت تجهیزات پرتو ایکس در اروپا بر پایه دستورالعمل Euratom/97/43 یک الزام قانونی بوده است. Gallagher و Dowling در مرور داده‌های طرح SENTINEL دریافتند کشورهای اروپایی سطحی از آزمون کیفیت را برای دستگاه‌های دندانی اجرا می‌کنند، اما نوع و عمق آزمون‌ها متفاوت است.[1]

> «نتایج تضمین کیفیت اروپایی تأیید می‌کند که دستگاه‌ها می‌توانند پایین‌تر از حد تحمل، و در برخی موارد به‌طور قابل توجهی پایین‌تر، کار کنند و همچنان در استفاده بالینی باشند.»
>
> “The European QA results confirm that systems can be operated below tolerance, and in some cases significantly so, while still in clinical use.”
>
> — Gallagher و Dowling، Radiat Prot Dosimetry 2008[1]

به گفته همین نویسندگان، این وضعیت حتی با وجود سرویس تجهیزات رخ می‌دهد و مشارکت نزدیک‌تر فیزیک پزشکی و مهندسی در مدیریت تجهیزات رادیولوژی دندان را ضروری می‌کند.[1]



قرارگیری بیمار در دستگاه پانورامیک؛ کیفیت تصویر نهایی هم به عملکرد دستگاه و هم به موقعیت‌دهی وابسته است. عکس: cottonbro studio در Pexels؛ مجوز Pexels.

آزمون‌های فیزیکی دستگاه

Hart و Dugdale داده‌های آزمون‌های پذیرش و آزمون‌های سه‌ساله کیفیت را روی ۹۱۵ دستگاه داخل دهانی و ۱۲۴ دستگاه پانورامیک گزارش کردند. آزمون‌ها شامل kVp، فیلتراسیون، دقت و ثبات تایمر، اندازه پرتو و خروجی تابش بود که برای دستگاه‌های پانورامیک به‌صورت DAP اندازه‌گیری شد؛ بررسی‌های فیزیکی مانند پایداری مکانیکی نیز بخشی از آزمون بود.[۳]

در همین مجموعه، ۳۵٪ دستگاه‌های داخل دهانی دست‌کم در یک تنظیم از سطح مرجع تشخیصی بزرگسال بریتانیا بیشتر بودند. نویسندگان نتیجه گرفتند که مشارکت فعال مشاور حفاظت پرتو یا متخصص فیزیک پزشکی می‌تواند دوز را در بسیاری از مطب‌ها به‌طور قابل توجهی کاهش دهد.[۳]

اجزای آزمون فیزیکی دستگاه‌های رادیوگرافی دندان

پارامتر	هدف آزمون	کمیت گزارش

پارامتر	هدف آزمون	کمیت گزارش
kVp	دقت ولتاژ لوله	کیلوولت پیک
فیلتراسیون	کیفیت پرتو	ضخامت معادل آلومینیوم
تایمر	دقت و ثبات زمان تابش	ثانیه
اندازه پرتو	محدود کردن میدان	ابعاد میدان
خروجی تابش	کنترل دوز بیمار	DAP برای پانورامیک

منبع: Hart و Dugdale، Br Dent J 2013.

کنترل کیفیت گیرنده و نمایشگر

با گسترش رادیوگرافی دیجیتال، آزمون‌های کیفیت باید گیرنده دیجیتال و مانیتور مشاهده را نیز پوشش دهند. Greenall و Drage آزمون‌هایی را که در مطب قابل اجراست معرفی کردند و هدف آن را تولید پیوسته تصاویر با کیفیت بالا دانستند.[۲]

اندازه‌گیری دوز: DWP و DAP

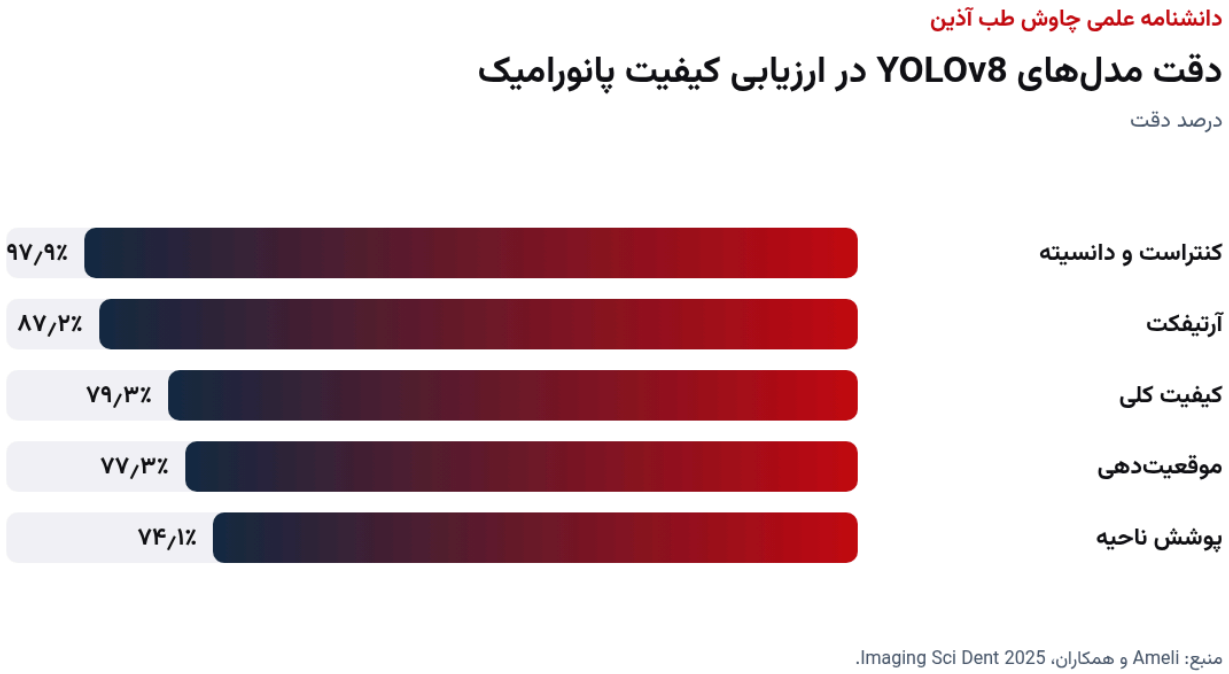
کمیت توصیه‌شده برای ارزیابی دوز بیمار در پانورامیک، حاصل‌ضرب دوز در پهنا (DWP) است که در شکاف گیرنده اندازه‌گیری می‌شود. Doyle و Martin سه روش اندازه‌گیری را در ۲۰ دستگاه مقایسه کردند: آشکارساز نیمه‌هادی همراه فیلم، اتاقک یونیزاسیون مدادی و آرایه دوزیمترهای ترمولومینسانس. میانگین نتایج سه روش در محدوده ۶±٪ با هم توافق داشت.[۴]

> «روشی که از اتاقک یونیزاسیون مدادی از نوع مورد استفاده برای ارزیابی دوز اسکنرهای CT بهره می‌گیرد، ساده‌ترین و قابل اعتمادترین روش است.»
>
> “The technique employing a pencil ionization chamber of the type used for dose assessment of CT scanners is the simplest and most reliable method.”
>
> — Doyle و Martin، Br J Radiol 2006[۴]

میانگین DWP دستگاه‌های بررسی‌شده ۶۵ mGy mm و میانگین DAP برابر ۸۹ mGy cm² بود و DWP در ۳۰٪ دستگاه‌ها از سطح مرجع ۶۵ mGy mm توصیه‌شده NRPB بیشتر بود.[۴]

اثر پراکندگی برگشتی بر اندازه‌گیری

اتاقک یونیزاسیون به تابش از همه جهات حساس است و پراکندگی برگشتی از گیرنده ممکن است دوز ثبت‌شده را افزایش دهد. Mitchell و Martin نشان دادند که قرار دادن صفحه فولادی پشت اتاقک، دوز اندازه‌گیری‌شده را به‌طور میانگین ۷٪ کاهش می‌دهد و این کاهش در دستگاه‌های دارای گیرنده نیمه‌هادی بیشتر است؛ آن‌ها اتاقک با صفحه پشتی یا آشکارساز نیمه‌هادی مناسب را توصیه کردند.[۵]



دقت طبقه‌بندی معیارهای کیفیت پانورامیک؛ نمودار تحریریه بر پایه Ameli و همکاران (۲۰۲۵).

ممیزی کیفیت تصویر بالینی

Loughlin و همکاران ۱۷۴ رادیوگرافی از بخش‌های رادیولوژی عمومی و ۱۴۱ رادیوگرافی از واحدهای رادیولوژی دندان را بر پایه استانداردهای ملی ارزیابی کردند. ۸۹٪ تصاویر رادیولوژی عمومی و ۹۲٪ تصاویر واحدهای دندانی تشخیصی بودند، اما هیچ‌یک به اهداف استاندارد نرسیدند. شایع‌ترین خطاها، خطای موقعیت‌دهی بیمار (۵۴٫۶٪ رادیوگرافی‌ها) و خطای آماده‌سازی و آموزش بیمار (۴۷٫۹٪) بود.[۶]

> «خطاها در رادیوگرافی پانورامیک نسبتاً زیاد است و برای رسیدن به اهداف، آموزش بیشتر کارکنان انجام‌دهنده این آزمون لازم است.»
>
> “Errors in panoramic radiography are relatively high and further instruction to staff undertaking these procedures is required to ensure the targets are reached.”

> — Loughlin و همکاران، Radiography 2017[۶]

نقش هوش مصنوعی در ارزیابی کیفیت

Ameli و همکاران پنج مدل YOLOv8 را روی ۱۰۰۰ تصویر پانورامیک برای ارزیابی کنتراست و دانسیته، آرتیفکت، پوشش ناحیه، موقعیت‌دهی و کیفیت کلی آموزش دادند. دقت طبقه‌بندی برای آرتیفکت ۸۷٫۲٪، پوشش ناحیه ۷۴٫۱٪، موقعیت‌دهی ۷۷٫۳٪، کنتراست و دانسیته ۹۷٫۹٪ و کیفیت کلی ۷۹٫۳٪ بود.[۷]

یافته‌های کمی مطالعات تضمین کیفیت پانورامیک

مطالعه	نمونه	یافته کلیدی
Doyle ۲۰۰۶	۲۰ دستگاه	۳۰٪ بالاتر از سطح مرجع DWP
Mitchell ۲۰۱۳	چهار روش اندازه‌گیری	کاهش ۷٪ دوز اندازه‌گیری‌شده با صفحه فولادی
Loughlin ۲۰۱۷	۳۱۵ رادیوگرافی	خطای موقعیت‌دهی در ۵۴٫۶٪
Ameli ۲۰۲۵	۱۰۰۰ تصویر	دقت میانگین ۸۱٫۴٪ در قابل قبول بودن

منبع: چکیده‌های منتشرشده مطالعات؛ فهرست منابع همین مقاله.

چارچوب عملی برای مرکز تصویربرداری

- آزمون پذیرش و آزمون‌های دوره‌ای دستگاه با مشارکت فیزیک پزشکی، مستقل از سرویس فروشنده.[۱، ۳]
- اندازه‌گیری DWP یا DAP با اتاقک مدادی دارای صفحه پشتی و مقایسه با سطح مرجع.[۴، ۵]
- آزمون‌های منظم گیرنده دیجیتال و مانیتور مشاهده.[۲]
- ممیزی دوره‌ای نمونه‌ای از تصاویر بالینی و بازخورد آموزشی به کارکنان.[۶]
- استفاده از ابزارهای خودکار فقط به‌عنوان کمک، نه جایگزین قضاوت کارشناس.[۷]

جدول جمع‌بندی نکات

نکات کاربردی تضمین کیفیت پانورامیک

محور	نکته کلیدی
آزمون دستگاه	مستقل از سرویس و با فیزیک پزشکی
کمیت دوز	DWP یا DAP در شکاف گیرنده
ابزار اندازه‌گیری	اتاقک مدادی با صفحه پشتی
ممیزی تصویر	تمرکز بر موقعیت‌دهی و آماده‌سازی بیمار
هوش مصنوعی	ابزار کمکی ارزیابی کیفیت

منبع: جمع‌بندی تحریریه بر پایه منابع فهرست‌شده در همین مقاله.

پرسش‌های متداول

آیا تضمین کیفیت دستگاه پانورامیک الزامی است؟

در اروپا اجرای برنامه تضمین کیفیت تجهیزات پرتو ایکس الزام قانونی بوده است.[۱]

آیا سرویس دوره‌ای دستگاه برای تضمین کیفیت کافی است؟

خیر؛ دستگاه‌هایی حتی پس از سرویس با عملکرد پایین‌تر از حد تحمل در کار بالینی دیده شده‌اند.[۱]

دوز پانورامیک با چه کمیتی سنجیده می‌شود؟

DWP کمیت توصیه‌شده است و DAP نیز گزارش می‌شود.[۴]

بهترین ابزار اندازه‌گیری DWP چیست؟

اتاقک یونیزاسیون مدادی ساده‌ترین و قابل اعتمادترین روش ارزیابی شد.[۴]

شایع‌ترین خطای تصاویر پانورامیک چیست؟

در یک ممیزی، خطای موقعیت‌دهی بیمار در ۵۴٫۶٪ رادیوگرافی‌ها دیده شد.[۶]

آیا هوش مصنوعی می‌تواند کیفیت تصویر را ارزیابی کند؟

یک مدل یادگیری عمیق قابل قبول بودن تصویر را با دقت میانگین ۸۱٫۴٪ طبقه‌بندی کرد.[۷]

جمع‌بندی

تضمین کیفیت پانورامیک زمانی مؤثر است که سه بخش را با هم پوشش دهد: آزمون فیزیکی مستقل دستگاه، اندازه‌گیری استاندارد دوز با DWP یا DAP، و ممیزی منظم تصاویر بالینی همراه با آموزش کارکنان. شواهد نشان می‌دهد دستگاه‌های خارج از حد تحمل، دوز بیش از سطح مرجع و خطاهای موقعیت‌دهی در عمل شایع‌اند؛ ابزارهای هوش مصنوعی می‌توانند ممیزی را سریع‌تر کنند اما جایگزین کارشناس نیستند.

مطالعه مرتبط در دانشنامه

- سطح مرجع تشخیصی محلی پانورامیک در ایران
- خطاهای موقعیت‌دهی پانورامیک
- کنترل کیفی CBCT با پروتکل EFOMP-ESTRO-IAEA
- نمایشگر تشخیصی و کنترل کیفی مانیتور
- ثبت دوز بیمار در CBCT و DAP
- دوزیمتری رادیولوژی دندان و فک

منابع

شماره‌های بالانویس در متن به همین فهرست پیوند دارند؛ هر منبع با شناسه DOI یا نشانی رسمی ناشر قابل بررسی است.

1. Gallagher A, Dowling A, Devine M, Bosmans H, Kaplanis P, Zdesar U, et al. European survey of dental X-ray equipment. Radiat Prot Dosimetry. 2008;129(1-3):284-7. DOI PubMed

2. Greenall C, Drage N, Ager M. Quality assurance tests for digital radiography in general dental practice. Dent Update. 2014;41(2):126-8, 131-4. DOI PubMed

3. Hart G, Dugdale M. Radiation protection in dental X-ray surgeries--still rooms for improvement. Br Dent J. 2013;214(6):E16. DOI PubMed

4. Doyle P, Martin CJ, Robertson J. Techniques for measurement of dose width product in panoramic dental radiography. Br J Radiol. 2006;79(938):142-7. DOI PubMed

5. Mitchell SA, Martin CJ. Comparison of ionisation chamber and semiconductor detector devices for measurement of the dose-width product for panoramic dental units. J Radiol Prot. 2013;33(2):321-8. DOI PubMed

6. Loughlin A, Drage N, Greenall C, Farnell DJJ. An investigation in to the impact of acquisition location on error type and rate when undertaking panoramic radiography. Radiography (Lond). 2017;23(4):305-309. DOI PubMed

7. Ameli N, Miri Moghaddam M, Lai H, Pacheco-Pereira C. Automated quality evaluation of dental panoramic radiographs using deep learning. Imaging Sci Dent. 2025;55(2):175-188. DOI PubMed PMC

درباره نویسنده: تیم تحریریه علمی چاوش طب آذین

این مقاله را تیم تحریریه علمی چاوش طب آذین بر پایه منابع داوری‌شده و بیانیه‌های رسمی فهرست‌شده تهیه کرده است؛ ادعای بازبینی بالینی مستقل ندارد و جایگزین قضاوت متخصص نیست. آخرین به‌روزرسانی: ۲۵ آبان ۱۴۰۵.