دانشنامه علمی چاوش طب آذین · chavoshteb.ir · به‌روزرسانی ۲۳ آبان ۱۴۰۵

دوز عدسی چشم در تصویربرداری دندانی: CBCT، پانورامیک و آستانه جدید ICRP

عدسی چشم در بیشتر آزمون‌های CBCT خارج از پرتو اولیه یا در لبه آن قرار دارد، اما دوز آن به هندسه اسکن بسیار حساس است: در یک مطالعه فانتومی، دوز عدسی بین ۹۵ تا ۶۸۶۱ میکروگری متغیر بود. ICRP آستانه آب‌مروارید را به ۰٫۵ گری کاهش داده است. کاهش ارتفاع FOV، استفاده از چرخش ۱۸۰ درجه در صورت امکان و در برخی پروتکل‌ها عینک سربی، دوز چشم را به‌طور معنادار کم می‌کنند.

نکات کلیدی این مقاله

- ICRP آستانه آب‌مروارید ناشی از پرتو را ۰٫۵ گری تعیین کرد؛ شواهد بعدی افزایش خطر در دوزهای کمتر را نیز در برخی کوهورت‌ها گزارش کرده‌اند.[۲، ۳]
- در یک مطالعه فانتومی CBCT، دوز عدسی چشم بین ۹۵ تا ۶۸۶۱ میکروگری بود و ارتفاع FOV اثر غالب داشت.[۴]
- چرخش ۱۸۰ درجه به‌طور میانگین ۴۵٪ دوز مؤثر را نسبت به ۳۶۰ درجه کاهش داد.[۴]
- عینک سربی همراه با یقه تیروئید دوز عدسی را در یک پروتکل CBCT از ۰٫۳۹۶ به ۰٫۱۵۳ سانتی‌گری (۶۱٪) کاهش داد.[۷]
- در پانورامیک دیجیتال، دوز معادل چشم تنها ۰٫۸۸ تا ۴٫۲۴ میکروسیورت اندازه‌گیری شد.[۸]

عدسی چشم یکی از حساس‌ترین بافت‌های بدن به پرتو است. ICRP در بیانیه ۲۰۱۱ درباره واکنش‌های بافتی، آستانه دوز جذبی برای عدسی چشم را ۰٫۵ گری در نظر گرفت که بسیار پایین‌تر از مقادیر پیشین بود.[۱، ۲] اگرچه دوز یک آزمون دندانی با این آستانه فاصله زیادی دارد، تکرار تصویربرداری در طول زندگی و حساسیت بیشتر کودکان، بهینه‌سازی دوز چشم را به بخشی از عمل روزمره رادیولوژی دهان و فک تبدیل کرده است.

فهرست مطالب

1. دوز عدسی چشم و آستانه جدید ICRP
2. دوز چشم در CBCT: نقش FOV و زاویه چرخش

3. حفاظ چشم و کولیماسیون
4. حد دوز شغلی عدسی چشم
5. جدول جمع‌بندی نکات
6. پرسش‌های متداول
7. جمع‌بندی
8. مطالعه مرتبط در دانشنامه
9. منابع

دوز عدسی چشم و آستانه جدید ICRP

پیش از ۲۰۱۱، آستانه آب‌مروارید ناشی از پرتو بسیار بالاتر فرض می‌شد. بیانیه ICRP درباره واکنش‌های بافتی، با بازبینی شواهد اپیدمیولوژیک، آستانه دوز جذبی عدسی را ۰٫۵ گری تعیین کرد.[۱] Vañó و همکاران تأکید کردند که این آستانه‌های جدید باید در راهبردهای بهینه‌سازی، به‌ویژه برای بیمارانی که به آزمون‌های مکرر نیاز دارند، و در حفاظت شغلی کارکنان لحاظ شوند.[۲]

مرور Hamada در ۲۰۲۳ نشان داد که در برخی کوهورت‌ها، از جمله تابش‌های طولانی‌مدت یا مزمن، افزایش خطر آب‌مروارید در دوزهای کمتر از ۰٫۵ گری نیز گزارش شده و وجود آستانه با پیگیری طولانی‌تر کمتر آشکار است.[۳] برداشت تحریریه: برای تصویربرداری دندانی، پیام عملی نه نگرانی از یک آزمون منفرد، بلکه کاهش نظام‌مند دوز چشم در طول عمر بیمار است.

دوز چشم در آزمون‌های دندانی در برابر آستانه ICRP

آزمون یا مرجع	دوز گزارش‌شده	منبع
آستانه آب‌مروارید ICRP	۰٫۵ گری (۵۰۰ میلی‌گری)	ICRP 118؛ Vañó ۲۰۱۵
CBCT، شش FOV با چرخش ۱۸۰ و ۳۶۰ درجه	۹۵ تا ۶۸۶۱ میکروگری	Pauwels ۲۰۱۴
CBCT، مرور سیستماتیک پنج مطالعه فانتومی	۰٫۱۰۳ تا ۸٫۳ میلی‌سیورت	Khafaji ۲۰۲۳
پانورامیک دیجیتال، چهار دستگاه	۰٫۸۸ تا ۴٫۲۴ میکروسیورت	Schindler ۲۰۲۵

منبع: ICRP 118؛ Vañó و همکاران Ann ICRP 2015؛ Pauwels و همکاران Br J Radiol 2014؛ Khafaji و Albadawi، Cureus 2023؛ Schindler و همکاران DMFR 2025.

دوز چشم در CBCT: نقش FOV و زاویه چرخش

Pauwels و همکاران با ۱۴۸ دزیمتر ترمولومینسانس در فانتوم انسان‌نما، شش FOV را با چرخش کامل و نیم‌چرخش روی یک دستگاه CBCT بررسی کردند. دوز مؤثر در پروتکل‌های ۳۶۰ درجه از ۵۴ میکروسیورت برای FOV ۴×۴ سانتی‌متر تا ۳۰۳ میکروسیورت برای FOV ۱۷×۱۲ سانتی‌متر متغیر بود. چرخش ۱۸۰ درجه به‌طور میانگین ۴۵٪ کاهش دوز ایجاد کرد و دوز عدسی چشم بین ۹۵ تا ۶۸۶۱ میکروگری قرار داشت.[۴]

> «دوز عدسی چشم باید با کاهش ارتفاع FOV کم شود، نه با جابه‌جایی FOV به سمت پایین؛ زیرا روش دوم دوز مؤثر را به‌طور قابل‌توجهی افزایش می‌دهد.»
>
> “Eye lens doses should be reduced by decreasing the height of the FOV rather than using inferior FOV positioning, as the latter would increase the effective dose considerably.”
>
> — Pauwels و همکاران، Br J Radiol 2014[۴]

Mutalik و همکاران نیز در فانتوم نشان دادند که دوز جذبی و دوز مؤثر در اسکن‌های ۱۸۰ درجه به‌طور معنادار کمتر از ۳۶۰ درجه است و دوز عدسی چشم با چرخش ۱۸۰ درجه و FOV کوچک‌تر کاهش می‌یابد. آن‌ها توصیه کردند این پارامترها هر زمان ممکن است استفاده و در همه دستگاه‌ها در دسترس قرار گیرند.[۵]



دستگاه CBCT دندانی؛ ارتفاع و موقعیت FOV تعیین‌کننده قرارگیری چشم نسبت به پرتو است. تصویر: Ptrump16، Wikimedia Commons؛ مجوز CC BY-SA 4.0، با تغییر اندازه.

تنوع زیاد دوز در مطالعات

مرور سیستماتیک Khafaji و Albadawi از ۶۵۳ مقاله، پنج مطالعه فانتومی با دزیمتر OSL یا TLD را وارد کرد و دوز پراکنده به چشم در CBCT را ۰٫۱۰۳ تا ۸٫۳ میلی‌سیورت گزارش داد. این تنوع به تفاوت FOV، فانتوم، نوع دزیمتر، زاویه چرخش و دستگاه نسبت داده شد و نویسندگان بر لزوم سطوح مرجع تشخیصی تأکید کردند.[۶]

حفاظ چشم و کولیماسیون

Goren و همکاران در فانتوم زن بزرگسال، اثر عینک سربی و یقه تیروئید را بر دوز CBCT بررسی کردند. در یکی از اسکن‌ها، دوز عدسی چشم از ۰٫۳۹۶ سانتی‌گری بدون حفاظ به ۰٫۱۵۳ سانتی‌گری با عینک و یقه تیروئید رسید؛ یعنی ۶۱٪ کاهش. کولیماسیون به‌تنهایی دوز مغز را تا ۹۱٪ کاهش داد.[۷]



کاهش دوز با عینک سربی و یقه تیروئید در یک پروتکل CBCT؛ نمودار تحریریه بر پایه Goren و همکاران (۲۰۱۳).

برداشت تحریریه: کولیماسیون و انتخاب FOV متناسب با پرسش بالینی، پیش از هر حفاظی، مؤثرترین ابزار کاهش دوز چشم است. استفاده از حفاظ باید با در نظر گرفتن خطر قرارگیری آن در میدان تصویر و ایجاد آرتیفکت سنجیده شود.

دوز چشم در پانورامیک دیجیتال

Schindler و همکاران با اتاقک یونش در فانتوم Alderson-Rando و چهار دستگاه پانورامیک دیجیتال، دوز معادل چشم را ۰٫۸۸ تا ۴٫۲۴ میکروسیورت و دوز تیروئید را ۰٫۳۰ تا ۱٫۴۶ میکروسیورت اندازه‌گیری کردند. تفاوت میان دستگاه‌ها معنادار بود، اما مقادیر در کل در محدوده میکروسیورت قرار داشتند.[۸]

راهکارهای کاهش دوز عدسی چشم در تصویربرداری دندانی

راهکار	شواهد	ملاحظه عملی

راهکار	شواهد	ملاحظه عملی
کاهش ارتفاع FOV	اثر غالب ارتفاع FOV بر دوز	جابه‌جایی FOV به پایین دوز مؤثر را بالا می‌برد
چرخش ۱۸۰ درجه	میانگین ۴۵٪ کاهش دوز مؤثر	تنها وقتی کیفیت برای پرسش بالینی کافی است
کولیماسیون	کاهش دوز مغز تا ۹۱٪ در فانتوم	محدود کردن میدان به ناحیه مورد نیاز
عینک سربی	۶۱٪ کاهش دوز عدسی همراه با یقه تیروئید	نباید در میدان تصویر قرار گیرد
انتخاب آزمون دوبعدی در صورت کفایت	دوز چشم پانورامیک در حد میکروسیورت	بر پایه توجیه و پرسش بالینی

منبع: جمع‌بندی تحریریه بر پایه Goren ۲۰۱۳، Mutalik ۲۰۲۰، Pauwels ۲۰۱۴ و Schindler ۲۰۲۵.

حد دوز شغلی عدسی چشم

کاهش آستانه آب‌مروارید به حدود دوز شغلی نیز راه یافت. دستورالعمل Euratom 2013/59 در ماده ۹، حد دوز معادل عدسی چشم برای کارکنان را تعیین کرده است.[۹] Vañó و همکاران نیز یادآور شدند که برخی کاربران از چشم خود به‌درستی محافظت نمی‌کنند و نیاز به دزیمتری اختصاصی عدسی باید در برنامه‌های حفاظت پرتویی و آموزش کارکنان لحاظ شود.[۲]

> «حد دوز معادل برای عدسی چشم، ۲۰ میلی‌سیورت در یک سال یا ۱۰۰ میلی‌سیورت در هر پنج سال متوالی است، مشروط به حداکثر ۵۰ میلی‌سیورت در یک سال، طبق قانون ملی.»
>
> “the limit on the equivalent dose for the lens of the eye shall be 20 mSv in a single year or 100 mSv in any five consecutive years subject to a maximum dose of 50 mSv in a single year, as specified in national legislation.”
>
> — دستورالعمل Euratom 2013/59، ماده ۹[۹]

جدول جمع‌بندی نکات

نکات کلیدی دوز عدسی چشم در تصویربرداری دندانی

محور	نکته کلیدی
آستانه ICRP	۰٫۵ گری برای آب‌مروارید
CBCT	۹۵ تا ۶۸۶۱ میکروگری در یک مطالعه فانتومی
عامل غالب	ارتفاع FOV
کاهش دوز	چرخش ۱۸۰ درجه، کولیماسیون، عینک سربی
کارکنان	حد ۲۰ میلی‌سیورت در سال طبق Euratom

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

پرسش‌های متداول

آستانه آب‌مروارید ناشی از پرتو چقدر است؟

ICRP آستانه دوز جذبی عدسی چشم را ۰٫۵ گری تعیین کرده است.[۱، ۲]

دوز عدسی چشم در CBCT دندانی چقدر است؟

در یک مطالعه فانتومی بین ۹۵ تا ۶۸۶۱ میکروگری، بسته به FOV و زاویه چرخش.[۴]

مؤثرترین راه کاهش دوز چشم در CBCT چیست؟

کاهش ارتفاع FOV؛ جابه‌جایی FOV به پایین توصیه نمی‌شود زیرا دوز مؤثر را افزایش می‌دهد.[۴]

آیا چرخش ۱۸۰ درجه دوز چشم را کم می‌کند؟

بله؛ دوز عدسی با چرخش ۱۸۰ درجه و FOV کوچک‌تر کمتر بود.[۵]

عینک سربی چقدر مؤثر است؟

در یک پروتکل CBCT، همراه با یقه تیروئید دوز عدسی را ۶۱٪ کاهش داد.[۷]

دوز چشم در پانورامیک چقدر است؟

در چهار دستگاه پانورامیک دیجیتال، ۰٫۸۸ تا ۴٫۲۴ میکروسیورت.[۸]

حد دوز شغلی عدسی چشم چقدر است؟

طبق Euratom، ۲۰ میلی‌سیورت در یک سال یا ۱۰۰ میلی‌سیورت در پنج سال با حداکثر ۵۰ میلی‌سیورت در یک سال.[۹]

جمع‌بندی

دوز عدسی چشم در یک آزمون دندانی با آستانه آب‌مروارید فاصله زیادی دارد، اما به‌شدت به هندسه اسکن وابسته است و در طول زندگی تجمع می‌یابد. کاهش ارتفاع FOV، چرخش ۱۸۰ درجه در صورت کفایت کیفیت، کولیماسیون دقیق و در موارد مناسب حفاظ چشم، ابزارهای مبتنی بر شواهد بهینه‌سازی هستند. برای کارکنان نیز رعایت حد دوز شغلی عدسی و پایش آن بخشی از برنامه حفاظت پرتویی است.

مطالعه مرتبط در دانشنامه

- ICRP 113: حفاظت پرتویی در رادیولوژی دندان
- دوزیمتری رادیولوژی دندان و فک
- حفاظ بیمار: یقه تیروئید و پیش‌بند سربی
- FOV در OP 3D LX و EX
- پارامترهای اکسپوژر CBCT
- دستورالعمل Euratom 2013/59 در دندانپزشکی

منابع

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

ICRP; Stewart FA, Akleyev AV, Hauer-Jensen M, Hendry JH, Kleiman NJ, Macvittie TJ, et al. ICRP Statement on Tissue Reactions and Early and Late Effects of Radiation in Normal Tissues and Organs – Threshold

Doses for Tissue Reactions in a Radiation Protection Context. ICRP Publication 118. Ann ICRP. 2012;41(1-2):1-322. DOI PubMed

Vañó E, Miller DL, Dauer L. Implications in medical imaging of the new ICRP thresholds for tissue reactions. Ann ICRP. 2015;44(1 Suppl):118-28. DOI PubMed

Hamada N. Noncancer Effects of Ionizing Radiation Exposure on the Eye, the Circulatory System and beyond: Developments made since the 2011 ICRP Statement on Tissue Reactions. Radiat Res. 2023;200(2):188-216. DOI PubMed

Pauwels R, Zhang G, Theodorakou C, Walker A, Bosmans H, Jacobs R, et al. Effective radiation dose and eye lens dose in dental cone beam CT: effect of field of view and angle of rotation. Br J Radiol. 2014;87(1042):20130654. DOI PubMed متن کامل PMC

Mutalik S, Tadinada A, Molina MR, Sinisterra A, Lurie A. Effective doses of dental cone beam computed tomography: effect of 360-degree versus 180-degree rotation angles. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2020;130(4):433-446. DOI PubMed

Khafaji M, Albadawi GH. Assessment of Scattered Dose to the Eye in Dentistry: A Systematic Review. Cureus. 2023;15(8):e43113. DOI PubMed متن کامل PMC

Goren AD, Prins RD, Dauer LT, Quinn B, Al-Najjar A, Faber RD, et al. Effect of leaded glasses and thyroid shielding on cone beam CT radiation dose in an adult female phantom. Dentomaxillofac Radiol. 2013;42(6):20120260. DOI PubMed متن کامل PMC

Schindler F, Müller-Winter D, Karle H, Schulze R. Measurement of radiation dose and analysis of dose distribution in the thyroid and eye lens during digital panoramic tomography. Dentomaxillofac Radiol. 2025;54(7):605-612. DOI PubMed

Council of the European Union. Council Directive 2013/59/Euratom of 5 December 2013 laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation, Article 9 (Dose limits for occupational exposure). Official Journal of the European Union L 13, 17 January 2014:1-73. متن ماده ۹

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: ۲۳ آبان ۱۴۰۵.