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

از ALARA تا ALADAIP: سیر تحول اصل بهینه‌سازی دوز در تصویربرداری دندان و فک

ALADAIP یعنی «تا حد کمترین دوز قابل قبول از نظر تشخیصی، اندیکاسیون‌محور و بیمارمحور». این اصل که در پروژه اروپایی DIMITRA برای CBCT کودکان مطرح شد، به جای کاهش کلی دوز، کیفیت تصویر لازم برای هر پرسش بالینی را معیار قرار می‌دهد. در یک دستگاه CBCT، کوچک کردن FOV دوز مؤثر را از ۳۰۳ به ۵۴ میکروسیورت رساند و چرخش ۱۸۰ درجه به‌طور میانگین ۴۵٪ دوز را کاهش داد.

نکات کلیدی این مقاله

- ALARA از سال ۱۹۷۳ برای بهینه‌سازی دوز به کار رفته و برای دندانپزشک یعنی کمینه کردن دوز بیمار و اطرافیان تا حد معقول.[۲]
- ALADA معیار را از «معقول» به «قابل قبول از نظر تشخیصی» منتقل کرد.[۱، ۲]
- ALADAIP دو جزء «اندیکاسیون‌محور» و «بیمارمحور» را می‌افزاید و در پروژه DIMITRA برای CBCT کودکان پیشنهاد شد.[۳، ۴]
- سند EAPD ۲۰۲۰ بهینه‌سازی رادیوگرافی کودکان را صراحتاً بر اصل ALADAIP استوار کرد.[۵]
- در یک دستگاه CBCT، دوز مؤثر از ۵۴ تا ۳۰۳ میکروسیورت با FOV تغییر کرد و ارتفاع FOV اثر غالب داشت.[۶]

بهینه‌سازی دوز یکی از سه اصل بنیادین حفاظت پرتویی، در کنار توجیه و محدودیت دوز، است. در رادیولوژی دندان این اصل ابتدا با شعار ALARA شناخته شد، سپس ALADA و در سال‌های اخیر ALADAIP جای آن را گرفتند. تفاوت این سه، تنها در واژه‌ها نیست؛ هر کدام نقطه مرجع متفاوتی برای «کم بودن» دوز تعریف می‌کنند.[۱، ۲]

فهرست مطالب

1. اصل ALARA و پیشینه بهینه‌سازی
2. ALADA: کیفیت تشخیصی به‌عنوان معیار
3. منشأ ALADAIP و پروژه DIMITRA

4. اجرای عملی ALADAIP در CBCT
5. ارتباط با بیمار و ترس از پرتو
6. جدول جمع‌بندی نکات
7. پرسش‌های متداول
8. جمع‌بندی
9. مطالعه مرتبط در دانشنامه
10. منابع

اصل ALARA و پیشینه بهینه‌سازی

مرور Berkhout توضیح می‌دهد بهینه‌سازی حفاظت پرتویی کمی پس از کشف اشعه ایکس آغاز شد و از سال ۱۹۷۳ با سرواژه ALARA، یعنی «تا حد معقول قابل دستیابی کم»، شناخته می‌شود. برای دندانپزشک، ALARA به معنای تعهد به کمینه کردن دوز بیمار و محیط تا حد معقول است.[۲]

پشتوانه نظری ALARA، مدل خطی بدون آستانه (LNT) است که برای هر دوز کوچک نیز احتمال اثر تصادفی فرض می‌کند. مرور انتقادی Mendonça و همکاران یادآور می‌شود درباره خطر واقعی دوزهای پایین توافق وجود ندارد، اما توصیه‌های ALADA، ALARA و ALADAIP همچنان غالب‌اند و هدف آن‌ها توازن میان ارزش تشخیصی و کم نگه داشتن دوز است.[۱]

محدودیت ALARA در عمل

واژه «معقول» در ALARA نقطه پایانی روشنی ندارد. این ابهام می‌تواند به دو خطا منجر شود: کاهش دوز تا جایی که تصویر کیفیت تشخیصی خود را از دست بدهد و نیاز به تکرار پیش آید، یا استفاده از پروتکل پیش‌فرض با دوز بالاتر از نیاز. برداشت تحریریه: همین ابهام انگیزه حرکت به سمت معیارهای تشخیص‌محور بود.

ALADA: کیفیت تشخیصی به‌عنوان معیار

در رادیولوژی امروز سرواژه ALADA، یعنی «تا حد کمترین دوز قابل قبول از نظر تشخیصی»، نیز به کار می‌رود. Berkhout برای تحقق اهداف ALARA و ALADA به سطوح مرجع تشخیصی اشاره می‌کند و اقدامات عملی را آگاهی از میدان دید در همه انواع تصویربرداری از جمله CBCT، زمان اکسپوژر، رابطه با آناتومی، توجیه تشخیصی و حفاظگذاری می‌داند.[۲]

مقایسه سه اصل بهینه‌سازی دوز

اصل	معنای سرواژه	نقطه مرجع	تأکید اصلی
ALARA	تا حد معقول قابل دستیابی کم	ملاحظات معقول فنی و اقتصادی	کمینه کردن کلی دوز
ALADA	تا حد کمترین دوز قابل قبول تشخیصی	کیفیت تصویر کافی برای تشخیص	پرهیز از دوز اضافه بر نیاز تشخیصی
ALADAIP	کمترین دوز قابل قبول تشخیصی، اندیکاسیون‌محور و بیمارمحور	پرسش بالینی و ویژگی‌های بیمار	پروتکل فردی برای هر اندیکاسیون

منبع: Berkhout ۲۰۱۵؛ Oenning و همکاران ۲۰۱۸ و ۲۰۲۱؛ Mendonça و همکاران ۲۰۲۵.

منشأ ALADAIP و پروژه DIMITRA

پروژه DIMITRA یک پروژه چندمرکزی و چندرشته‌ای اروپایی برای بهینه‌سازی اکسپوژر CBCT در کودکان و نوجوانان است. بیانیه موضع این پروژه یادآور شد شواهد اندیکاسیون‌های CBCT در کودکان محدود است و توصیه‌های کاهش دوز ناهمگون‌اند؛ هدف آن ارائه توصیه‌های اندیکاسیون‌محور و بیمارمحور برای کاربردهای اصلی CBCT در کودکان بود.[۳]

Oenning، Jacobs و Salmon در سال ۲۰۲۱ در یادداشتی با عنوان «ALADAIP، فراتر از ALARA و به سوی بهینه‌سازی شخصی‌سازی‌شده برای CBCT کودکان» بر همین رویکرد تأکید کردند.[۴] برداشت تحریریه: یعنی پروتکل مناسب برای یک دندان نهفته در نوجوان با پروتکل ارزیابی شکاف کام یا تروما یکسان نیست و اندازه بدن، سن و همکاری بیمار نیز در انتخاب آن نقش دارد.

> «هنگامی که رادیوگرافی دندانی لازم است، کاربرد آن باید بهینه شود و هدف، محدود کردن مواجهه بیمار با پرتو یونیزان طبق اصل ALADAIP باشد.»
>
> “When a dental radiograph is required, its application needs to be optimized, aiming at limiting the patient's exposure to ionising radiation according to the ALADAIP principle (As Low As Diagnostically Achievable being Indication-oriented and Patient-specific).”
>
> — Kühnisch و همکاران، سند سیاستی EAPD، Eur Arch Paediatr Dent 2020[۵]

جایگاه ALADAIP در راهنماهای کودکان

سند EAPD با چهار مرور سیستماتیک درباره حفاظت پرتویی، رادیوگرافی داخل دهانی، پانورامیک و CBCT تهیه شد. این سند می‌گوید شواهد اثربخشی آزمون‌های رادیوگرافیک در جمعیت جوان وجود ندارد یا ضعیف است و توصیه‌ها باید به‌عنوان راهنمای بهترین عملکرد بالینی فهمیده شوند؛ احترام به توجیه فردی و بیمارمحور ضروری است.[۵]

اجرای عملی ALADAIP در CBCT

یکی از ملموس‌ترین ابزارهای بهینه‌سازی، انتخاب اندازه میدان دید و زاویه چرخش است. Pauwels و همکاران با ۱۴۸ دزیمتر ترمولومینسانس در فانتوم انسان‌نما نشان دادند در پروتکل‌های ۳۶۰ درجه، دوز مؤثر از ۵۴ میکروسیورت برای FOV چهار در چهار سانتی‌متر تا ۳۰۳ میکروسیورت برای FOV هفده در دوازده سانتی‌متر متغیر بود. چرخش ۱۸۰ درجه به‌طور میانگین ۴۵٪ دوز را کاهش داد و ارتفاع FOV اثر غالب داشت.[۶]

دانشنامه علمی چاوش طب آذین

اندازه FOV و دوز مؤثر CBCT

دوز مؤثر در پروتکل ۳۶۰ درجه (میکروسیورت)؛ یک دستگاه، فانتوم انسان‌نما



منبع: Pauwels R و همکاران، Br J Radiol 2014;87:20130654. چرخش ۱۸۰ درجه به‌طور میانگین ۴۵٪ دوز را کاهش داد.

اثر اندازه FOV بر دوز مؤثر در یک دستگاه CBCT؛ نمودار تحریریه بر پایه Pauwels و همکاران (۲۰۱۴).

گام‌های عملی اجرای ALADAIP در یک مرکز تصویربرداری

گام	اقدام	پشتوانه
توجیه	پرسش بالینی مشخص و بررسی تصاویر موجود پیش از تجویز	EAPD ۲۰۲۰

گام	اقدام	پشتوانه
انتخاب FOV	کوچک‌ترین FOV پوشاننده ناحیه موردنظر؛ کاهش ارتفاع FOV	Pauwels ۲۰۱۴
زاویه چرخش	استفاده از ۱۸۰ درجه در اندیکاسیون‌های مناسب	Pauwels ۲۰۱۴
پروتکل کودک	پروتکل جداگانه بر اساس اندیکاسیون و اندازه بیمار	DIMITRA ۲۰۱۸
پایش	مقایسه با سطوح مرجع تشخیصی محلی	Berkhout ۲۰۱۵

منبع: منابع شماره‌دار همین مقاله؛ جدول جمع‌بندی تحریریه است.

ارتباط با بیمار و ترس از پرتو

بهینه‌سازی تنها یک مسئله فنی نیست. مرور روایی ۲۰۲۶ درباره «رادیوفوبیای دندانی» نشان داد میانگین نمره ترس از رادیوگرافی دندان پایین اما با واریانس زیاد است و پیامدهای آن شامل امتناع بیمار از رادیوگرافی، اجتناب از درمان و تأخیر در تشخیص است. همین مرور، نگرانی بی‌پایه درمانگر از پرتو کم‌دوز را مانعی برای استفاده از CBCT دانست.[۷]

توضیح شفاف این که پروتکل بر اساس پرسش بالینی و ویژگی‌های بیمار انتخاب شده، همان پیام اصلی ALADAIP است و می‌تواند هم از تصویربرداری غیرضروری و هم از امتناع نابجای بیمار جلوگیری کند.[۴،۷]

جدول جمع‌بندی نکات

نکات کاربردی ALADAIP در رادیولوژی دهان و فک

محور	نکته کلیدی
ALARA	کمینه کردن دوز تا حد معقول
ALADA	کیفیت تشخیصی به‌عنوان معیار
ALADAIP	اندیکاسیون‌محور و بیمارمحور

محور	نکته کلیدی
FOV	ارتفاع FOV اثر غالب بر دوز
کودکان	توجیه فردی و پروتکل جداگانه

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

پرسش‌های متداول

ALADAIP مخفف چیست؟

As Low As Diagnostically Acceptable (یا Achievable) Indication-oriented and Patient-specific being؛ یعنی کمترین دوز قابل قبول تشخیصی، اندیکاسیون‌محور و بیمارمحور.[۱،۵]

تفاوت ALARA و ALADA چیست؟

ALARA بر کمینه کردن دوز تا حد معقول تأکید دارد و ALADA معیار را کیفیت تشخیصی قابل قبول قرار می‌دهد.[۲]

ALADAIP نخستین بار در چه زمینه‌ای مطرح شد؟

در پروژه اروپایی DIMITRA برای بهینه‌سازی CBCT در کودکان و نوجوانان.[۳،۴]

آیا شواهد قوی برای اثربخشی رادیوگرافی در کودکان وجود دارد؟

سند EAPD شواهد را ناموجود یا ضعیف دانست و توجیه فردی را ضروری شمرد.[۵]

مؤثرترین اقدام فنی برای کاهش دوز CBCT چیست؟

کوچک کردن FOV و به‌ویژه ارتفاع آن؛ چرخش ۱۸۰ درجه نیز به‌طور میانگین ۴۵٪ دوز را کاهش داد.[۶]

آیا خطر دوزهای پایین قطعی است؟

خیر؛ درباره خطر واقعی دوزهای پایین توافق وجود ندارد، اما اصول بهینه‌سازی همچنان توصیه می‌شوند.[۱]

جمع‌بندی

سیر ALARA به ALADA و ALADAIP، حرکت از «کمترین دوز ممکن» به «دوز مناسب برای پاسخ به یک پرسش بالینی مشخص در یک بیمار مشخص» است. ALADAIP به‌ویژه در کودکان اهمیت دارد و ابزارهای عملی آن روشن است: توجیه فردی، کوچک‌ترین FOV لازم، زاویه چرخش مناسب، پروتکل‌های اندیکاسیون‌محور و پایش با سطوح مرجع تشخیصی.

مطالعه مرتبط در دانشنامه

- ICRP 113: اصول حفاظت پرتویی در رادیولوژی دندان
- توجیه تصویربرداری در دهان و فک
- بهینه‌سازی دوز CBCT در عمل: نظرسنجی EADMFR
- رادیولوژی دندان کودکان و گایدلاین‌ها
- DRL در CBCT: روش‌شناسی و محدودیت‌ها
- پارامترهای اکسپوژر CBCT

منابع

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

Mendonça RP, Estrela C, Bueno MR, Carvalho TCASG, Estrela LRA, Chilvarquer I. Principles of radiological protection and application of ALARA, ALADA, and ALADAIP: a critical review. Braz Oral Res. 2025;39:e14. DOI PubMed متن کامل PMC

Berkhout WE. [The ALARA-principle. Backgrounds and enforcement in dental practices]. Ned Tijdschr Tandheelkd. 2015;122(5):263-70. DOI PubMed

Oenning AC, Jacobs R, Pauwels R, Stratis A, Hedesiu M, Salmon B. Cone-beam CT in paediatric dentistry: DIMITRA project position statement. Pediatr Radiol. 2018;48(3):308-316. DOI PubMed

Oenning AC, Jacobs R, Salmon B. ALADAIP, beyond ALARA and towards personalized optimization for paediatric cone-beam CT. Int J Paediatr Dent. 2021;31(5):676-678. DOI PubMed

Kühnisch J, Anttonen V, Duggal MS, Spyridonos ML, Rajasekharan S, Sobczak M, et al. Best clinical practice guidance for prescribing dental radiographs in children and adolescents: an EAPD policy document. Eur Arch Paediatr Dent. 2020;21(4):375-386. 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

Pourmohammadi-Nejad F, Nourizadeh N, Mehdipour A, Yousefi-Ahmadipour A. Dental Radiophobia: A Narrative Review of Prevalence, Associated Factors, and Public Health Consequences of Dental Radiography Fear in the Community - With a Focus on Both Patient and Clinician-Level Fear. Clin Cosmet Investig Dent. 2026;18:631460. DOI PubMed متن کامل 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: ۲۳ آبان ۱۴۰۵.