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

سفالومتری لترال: اصول تکنیک، خطای موقعیت‌دهی و پایایی لندمارک‌ها

سفالومتری لترال با دوز مؤثر حدود ۵ تا ۸٫۵ میکروسیورت، کم‌دوزترین تصویر پایه ارتودنسی است. با این حال، چرخش ۱۴ درجه سر اندازه‌های خطی و زاویه‌ای افقی را ۱۶٫۱ تا ۴۴٫۷٪ تغییر داد، پایایی میان مشاهده‌گران کمتر از پایایی درون مشاهده‌گر است و مرور سیستماتیک، شواهد سودمندی این تکنیک را در طرح درمان ارتودنسی ناکافی و متناقض دانست.

نکات کلیدی این مقاله

- مرور سیستماتیک از میان بیش از ۲۰۰۰ رکورد تنها ۱۷ مقاله را واجد شرایط یافت و شواهد سودمندی سفالومتری لترال را در طرح درمان ناکافی دانست.[۱]
- چرخش ۱۴ درجه سر، اندازه‌های افقی سفالومتری لترال را ۱۶٫۱ تا ۴۴٫۷٪ تغییر داد.[۳]
- پایایی درون مشاهده‌گر بالا (ICC بیش از ۰٫۹) و پایایی میان مشاهده‌گران خوب (ICC بیش از ۰٫۸۳) گزارش شد.[۲]
- در فراتحلیل هوش مصنوعی، ۷۹٪ لندمارک‌ها در آستانه ۲ میلی‌متر و ۹۰٪ در آستانه ۳ میلی‌متر با تعیین دستی توافق داشتند.[۶]
- محافظ تیروئید ویژه سفالومتری همراه با کولیماسیون آناتومیک، دوز مؤثر را ۵۸٫۸٪ کاهش داد.[۹]

سفالومتری لترال ده‌ها سال است که برای توصیف روابط اسکلتی، دندانی و بافت نرم در ارتودنسی و جراحی ارتوگناتیک به کار می‌رود. ارزش هر عدد سفالومتری به سه عامل وابسته است: هندسه و موقعیت‌دهی سر در سفالواستات، دقت تعیین لندمارک‌ها و تکرارپذیری اندازه‌گیری. این مقاله شواهد مربوط به این سه عامل، نقش هوش مصنوعی و ملاحظات دوز را در سفالومتری لترال برای رادیولوژیست دهان و فک مرور می‌کند.[۱، ۲]

فهرست مطالب

1. سفالومتری لترال و پرسش شواهد
2. اصول تکنیک و هندسه تصویر

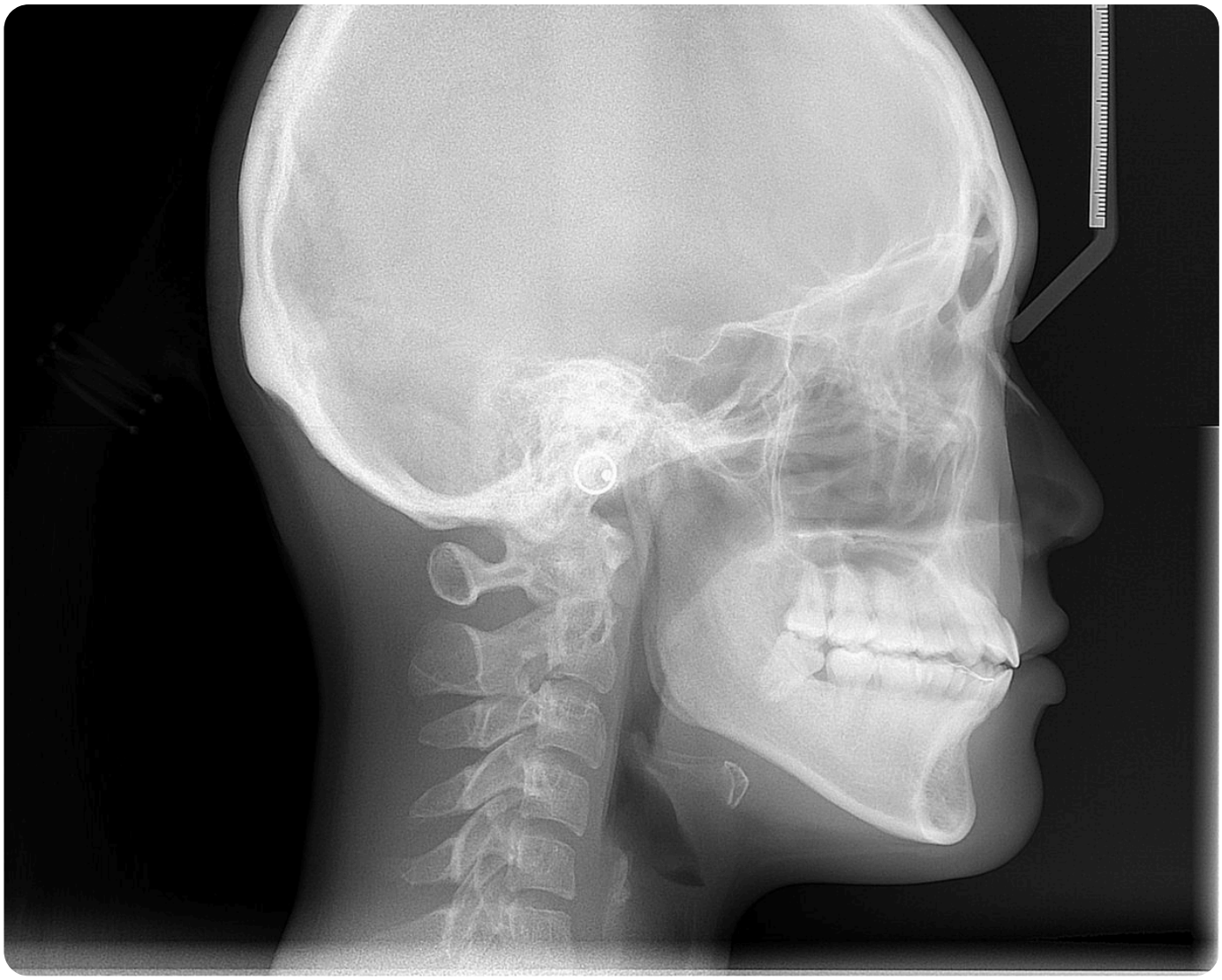
3. پایایی تعیین لندمارک و اندازه‌گیری
4. هوش مصنوعی در تعیین لندمارک سفالومتری
5. دوز سفالومتری لترال و حفاظت پرتویی
6. جدول جمع‌بندی نکات
7. پرسش‌های متداول
8. جمع‌بندی
9. مطالعه مرتبط در دانشنامه
10. منابع

سفالومتری لترال و پرسش شواهد

Durão و همکاران برای بررسی اعتبار سفالومتری لترال در طرح درمان ارتودنسی، ۷۸۴ مقاله در MEDLINE، ۱۰۳۴ مقاله در Scopus و ۲۶۴ مقاله در Web of Science یافتند، اما تنها ۱۷ مقاله معیارهای ورود را داشتند. هفت مطالعه به نقش سفالومتری در طرح درمان، هشت مطالعه به اندازه‌گیری و تعیین لندمارک و دو مطالعه به تحلیل سفالومتری پرداخته بودند.[1]

> «شگفت‌آور است که با وجود ۹۶۸ مقاله منتشرشده در مجلات داوری‌شده، شواهد علمی درباره سودمندی این تکنیک رادیوگرافی در ارتودنسی همچنان کم و نتایج آن متناقض است.»
>
> “It is surprising that, notwithstanding the 968 articles published in peer-reviewed journals, scientific evidence on the usefulness of this radiographic technique in orthodontics is still lacking, with contradictory results.”
>
> — Durão و همکاران، Prog Orthod 2013[1]

این یافته به معنای بی‌ارزش بودن سفالومتری نیست؛ بلکه نشان می‌دهد تصمیم به تجویز آن باید با پرسش بالینی مشخص و آگاهی از محدودیت‌های اندازه‌گیری همراه باشد.[1]



رادیوگرافی سفالومتری لترال؛ لندمارک‌های اسکلتی و دندانی روی همین تصویر برای تحلیل ارتودنسی تعیین می‌شوند. تصویر: ANUG، Wikimedia Commons؛ مجوز CC BY-SA 4.0، با تغییر اندازه.

اصول تکنیک و هندسه تصویر

در سفالومتری لترال، سر بیمار با میله‌های گوش و نشانگر نازیون در سفالواستات ثابت می‌شود تا صفحه میدساژیتال موازی گیرنده تصویر و صفحه افقی مرجع در وضعیت استاندارد قرار گیرد. فاصله زیاد منبع تا بیمار، بزرگنمایی را کاهش می‌دهد، اما ساختارهای دوطرفه مانند حاشیه تحتانی مندیبل و اوربیت به دلیل فاصله متفاوت از گیرنده، با بزرگنمایی اندکی متفاوت تصویر می‌شوند و ممکن است دو خط مجزا ایجاد کنند.

اثر چرخش سر بر اندازه‌ها

Malkoc و همکاران یک جمجمه خشک را از صفر تا ۱۴ درجه حول محور عمودی چرخاندند. با چرخش ۱۴ درجه، اندازه‌های خطی افقی و زاویه‌های میان صفحات افقی در سفالومتری لترال ۱۶٫۱ تا ۴۴٫۷٪ تغییر کردند. در سفالومتری خلفی‌قدامی، طول مندیبل تا ۳۴٫۹٪ خطای پروژکشن داشت، در حالی که خطا در نمای زیرچانه‌ای-رأسی در حد ۳ تا ۴٪ باقی ماند.[۳]

نتیجه عملی این مطالعه آن است که در سفالومتری لترال، اندازه‌های خطی عمودی در برابر چرخش سر پایدارترند و اندازه‌های افقی بیشتر تحت تأثیر قرار می‌گیرند.[۳]

منابع خطا در سفالومتری لترال

منبع خطا	اثر بر اندازه‌گیری	راهکار
چرخش سر حول محور عمودی	تغییر اندازه‌های افقی تا ۴۴/۷٪	تنظیم دقیق میله‌های گوش و صفحه میدساژیتال
بزرگنمایی متفاوت ساختارهای دوطرفه	ایجاد دو حاشیه برای مندیبل و اوربیت	میانگین‌گیری دو خط در ردیابی
تعیین لندمارک	خطای سیستماتیک و تصادفی	آموزش، تعریف یکسان لندمارک و ردیابی تکراری
تفاوت میان مشاهده‌گران	سوگیری معنادار در بیشتر اندازه‌ها	ردیابی پیگیری توسط یک مشاهده‌گر

منبع: جمع‌بندی تحریریه بر پایه Trpkova 1997، Malkoc 2005 و David 2017.

پایایی تعیین لندمارک و اندازه‌گیری

فراتحلیل کلاسیک Trpkova و همکاران خطای سیستماتیک و تصادفی تعیین ۱۵ لندمارک رایج سفالومتری لترال را را با ترکیب شش مطالعه بررسی کرد و تکرارپذیری درون و میان مشاهده‌گر را به‌صورت میانگین خطای استاندارد و بازه اطمینان ۹۵٪ گزارش داد. این داده‌ها نشان می‌دهند که هر لندمارک خطای مشخص خود را دارد.[۴]

David و همکاران سفالوگرام‌های ۱۰۴ بیمار را بررسی کردند که ۳۱ نفر از آن‌ها به دلیل نامناسب بودن تصویر اول، دو تصویر داشتند. سوگیری درون مشاهده‌گر کمتر از ۰/۵ درجه یا ۰/۳ میلی‌متر بود، اما سوگیری میان مشاهده‌گران برای بیشتر اندازه‌ها معنادار بود. پایایی درون مشاهده‌گر بالا (ICC بیش از ۰/۹) و پایایی میان مشاهده‌گران خوب (ICC بیش از ۰/۸۳) بود، به جز برای FMIA، FMPA و صفحه اکلوزال.[۲]

«نتیجه می‌گیریم که میانگین‌گیری موقعیت ساختارهای دوطرفه، با وجود وضعیت غیردقیق بیمار، تحلیل سفالومتری پایا را ممکن می‌کند. تکرار سفالوگرام در چنین مواردی از نظر اخلاقی محل تردید است.»

“We conclude that averaging the positions of bilateral structures enables a reliable cephalometric analysis in spite of imprecise patient posture. Retaking cephalograms is ethically questionable in such cases.”

— David و همکاران، Radiol Med 2017[۲]

پیامد برای تکرار تصویر

یافته David و همکاران با اصل توجیه همسوست: چرخش یا شیب جزئی سر، به‌تنهایی دلیل کافی برای تکرار سفالوگرام نیست، به شرط آنکه ساختارهای دوطرفه با میانگین‌گیری ردیابی شوند.[۲]

هوش مصنوعی در تعیین لندمارک سفالومتری

Schwendicke و همکاران ۱۹ مطالعه یادگیری عمیق را که بیشتر روی رادیوگرافی‌های لترال دوبعدی انجام شده بودند، بررسی کردند. خطای پیش‌بینی لندمارک حول آستانه ۲ میلی‌متر متمرکز بود و نسبت لندمارک‌های شناسایی‌شده در این آستانه ۰٫۷۹۹ بود، اما خطر سوگیری در بیشتر مطالعات بالا گزارش شد.[۵]

در فراتحلیل Mesquita و همکاران روی ۴۰ مطالعه، توافق هوش مصنوعی با تعیین دستی در آستانه ۲ میلی‌متر ۷۹٪ و در آستانه ۳ میلی‌متر ۹۰٪ بود و میانگین اختلاف ۲٫۰۵ میلی‌متر گزارش شد. تنها سه مطالعه در همه حوزه‌ها خطر سوگیری پایین داشتند و قطعیت شواهد بسیار پایین بود.[۶]

دوز مؤثر سفالومتری لترال در پروتکل‌های حفاظتی

میکروسیورت



منبع: Hoogeveen و همکاران، Dentomaxillofac Radiol 2015.

دوز مؤثر سفالومتری لترال در پروتکل‌های حفاظتی؛ نمودار تحریریه بر پایه Hoogeveen و همکاران (۲۰۱۵).

Silva و همکاران دو برنامه ردیابی مبتنی بر هوش مصنوعی را با مشاهده‌گران انسانی مقایسه کردند. تکرارپذیری یکی از برنامه‌ها و مشاهده‌گران عالی بود (ICC حداقل ۰٫۹۹۴۳)، در حالی که برنامه دیگر تکرارپذیری خوب (ICC حداقل ۰٫۷۸۶۸) داشت و در چند نقطه خطای معنادار ایجاد کرد. بنابراین عملکرد هوش مصنوعی به نرم‌افزار وابسته است و نمی‌توان آن را تعمیم داد.[۷]

شواهد هوش مصنوعی در تعیین لندمارک سفالومتری

مطالعه	دامنه	یافته اصلی
Schwendicke ۲۰۲۱	۱۹ مطالعه یادگیری عمیق	۰٫۷۹۹ لندمارک‌ها در آستانه ۲ میلی‌متر
Mesquita ۲۰۲۳	۴۰ مطالعه	توافق ۷۹٪ در ۲ و ۹۰٪ در ۳ میلی‌متر
Silva ۲۰۲۴	دو برنامه تجاری در برابر انسان	ICC حداقل ۰٫۹۹۴۳ در برابر ۰٫۷۸۶۸

منبع: چکیده‌های منتشرشده مطالعات؛ فهرست منابع همین مقاله.

دوز سفالومتری لترال و حفاظت پرتویی

Signorelli و همکاران دوز مؤثر سفالومتری لترال را ۵٫۰۳ میکروسیورت اندازه‌گیری کردند. بسته به حالت اسکن، دوز CBCT حدود ۱۵ تا ۲۶ برابر سفالومتری لترال بود و نویسندگان CBCT را جایگزین روتین مجموعه رادیوگرافی‌های متداول ارتودنسی ندانستند.[۸]

Hoogeveen و همکاران نشان دادند که دوز مؤثر سفالومتری لترال در پروتکل استاندارد ۸٫۵۱ میکروسیورت بود و استفاده از محافظ تیروئید ویژه سفالومتری آن را ۳۶٫۸٪ و ترکیب آن با کولیماسیون آناتومیک جمجمه ۵۸٫۸٪ کاهش داد. دوز تیروئید نیز ۸۵٪ کم شد.[۹]

- کولیماسیون میدان به ناحیه مورد نیاز تحلیل، بدون حذف لندمارک‌های ضروری.[۹]
- استفاده از محافظ تیروئید طراحی‌شده برای سفالومتری که لندمارک‌های گردنی لازم را نپوشاند.[۹]
- پرهیز از تکرار تصویر صرفاً به دلیل چرخش جزئی سر.[۲]
- تجویز CBCT به جای سفالومتری فقط با پرسش بالینی سه‌بعدی مشخص.[۸]

جدول جمع‌بندی نکات

نکات کاربردی سفالومتری لترال

محور	نکته کلیدی
شواهد سودمندی	۱۷ مقاله واجد شرایط با نتایج متناقض
چرخش سر	تغییر ۱۶٫۱ تا ۴۴٫۷٪ اندازه‌های افقی
پایایی	درون مشاهده‌گر بالاتر از میان مشاهده‌گران
هوش مصنوعی	۷۹٪ لندمارک‌ها در آستانه ۲ میلی‌متر
دوز	۵ تا ۸٫۵ میکروسیورت؛ کاهش با محافظ و کولیماسیون

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

پرسش‌های متداول

سفالومتری لترال چه کاربردی دارد؟

توصیف روابط اسکلتی، دندانی و بافت نرم برای تشخیص و طرح درمان ارتودنسی و جراحی فک؛ هرچند شواهد سودمندی آن در طرح درمان ناهمسوست.[۱]

چرخش سر چه اثری بر اندازه‌های سفالومتری دارد؟

چرخش ۱۴ درجه اندازه‌های افقی را ۱۶٫۱ تا ۴۴٫۷٪ تغییر داد و اندازه‌های عمودی پایدارتر بودند.[۳]

آیا باید سفالوگرام با وضعیت ناقص سر را تکرار کرد؟

مطالعه‌ای نشان داد میانگین‌گیری ساختارهای دوطرفه تحلیل پایا را ممکن می‌کند و تکرار تصویر از نظر اخلاقی محل تردید است.[۲]

هوش مصنوعی لندمارک‌ها را چقدر دقیق تعیین می‌کند؟

حدود ۷۹٪ لندمارک‌ها در آستانه ۲ میلی‌متر با تعیین دستی توافق داشتند، اما کیفیت شواهد بسیار پایین است.[۵، ۶]

دوز سفالومتری لترال چقدر است؟

دوز مؤثر در مطالعات بین ۵٫۰۳ و ۸٫۵۱ میکروسیورت گزارش شده است.[۸، ۹]

آیا محافظ تیروئید در سفالومتری مفید است؟

محافظ ویژه سفالومتری دوز مؤثر را ۳۶٫۸٪ و همراه با کولیماسیون آناتومیک ۵۸٫۸٪ کاهش داد.[۹]

جمع‌بندی

سفالومتری لترال کم‌دوز و در دسترس است، اما اعداد آن تنها به اندازه کیفیت موقعیت‌دهی و ردیابی قابل اعتمادند. اندازه‌های افقی به چرخش سر حساس‌اند، پایایی میان مشاهده‌گران محدودتر از پایایی درون مشاهده‌گر است و ابزارهای هوش مصنوعی، با وجود عملکرد امیدوارکننده، به نرم‌افزار و داده وابسته‌اند. برای رادیولوژیست دهان و فک، رعایت هندسه استاندارد، کولیماسیون و حفاظت تیروئید، پرهیز از تکرار غیرضروری و تفسیر کل تصویر، پایه یک سفالومتری مسئولانه است.

مطالعه مرتبط در دانشنامه

- CBCT در ارتودنسی: شواهد توجیه
- ارزیابی راه هوایی با CBCT
- حفاظ بیمار: یقه تیروئید و پیش‌بند سربی
- رادیولوژی دندان کودکان و گایدلاین‌ها
- نیش نهفته ماگزیلا: پانورامیک یا CBCT
- هوش مصنوعی در 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. Durão AR, Pittayapat P, Rockenbach MI, Olszewski R, Ng S, Ferreira AP, et al. Validity of 2D lateral cephalometry in orthodontics: a systematic review. Prog Orthod. 2013;14(1):31. DOI PubMed PMC

2. David OT, Tuce RA, Munteanu O, Neagu A, Panainte I. Evaluation of the influence of patient positioning on the reliability of lateral cephalometry. Radiol Med. 2017;122(7):520-529. DOI PubMed

3. Malkoc S, Sari Z, Usumez S, Koyuturk AE. The effect of head rotation on cephalometric radiographs. Eur J Orthod. 2005;27(3):315-21. DOI PubMed

4. Trpkova B, Major P, Prasad N, Nebbe B. Cephalometric landmarks identification and reproducibility: a meta analysis. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1997;112(2):165-70. DOI PubMed

5. Schwendicke F, Chaurasia A, Arsiwala L, Lee JH, Elhennawy K, Jost-Brinkmann PG, et al. Deep learning for cephalometric landmark detection: systematic review and meta-analysis. Clin Oral Investig. 2021;25(7):4299-4309. DOI PubMed PMC

6. de Queiroz Tavares Borges Mesquita G, Vieira WA, Vidigal MTC, Travençolo BAN, Beaini TL, Spin-Neto R, et al. Artificial Intelligence for Detecting Cephalometric Landmarks: A Systematic Review and Meta-analysis. J Digit Imaging. 2023;36(3):1158-1179. DOI PubMed PMC

7. Silva TP, Pinheiro MCR, Freitas DQ, Gaêta-Araujo H, Oliveira-Santos C. Assessment of accuracy and reproducibility of cephalometric identification performed by 2 artificial intelligence-driven tracing applications and human examiners. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2024;137(4):431-440. DOI PubMed

8. Signorelli L, Patcas R, Peltomäki T, Schätzle M. Radiation dose of cone-beam computed tomography compared to conventional radiographs in orthodontics. J Orofac Orthop. 2016;77(1):9-15. DOI PubMed

9. Hoogeveen RC, Rottke D, van der Stelt PF, Berkhout WE. Dose reduction in orthodontic lateral cephalography: dosimetric evaluation of a novel cephalographic thyroid protector (CTP) and anatomical cranial collimation (ACC). Dentomaxillofac Radiol. 2015;44(4):20140260. 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.