دانشنامه علمی چاوش طب آذین · chavoshteb.ir · به‌روزرسانی ۲۰ آبان ۱۴۰۵

تشخیص خودکار تحلیل استخوان پریودنتال با یادگیری عمیق در رادیوگرافی

در متاآنالیز ۲۰۲۵، مدل‌های یادگیری عمیق برای تحلیل استخوان پریودنتال حساسیت ۸۷٪، ویژگی ۷۶٪ و دقت ۸۴٪ داشتند، اما هیچ مطالعه‌ای کیفیت بسیار بالا نداشت. شبکه عصبی در یک مطالعه دقتی مشابه دندانپزشکان نشان داد؛ بنابراین این ابزارها کمک‌تشخیصی‌اند و نتیجه آن‌ها باید با معاینه بالینی و تفسیر تخصصی تأیید شود.

نکات کلیدی این مقاله

- در متاآنالیز ۲۰۲۵، حساسیت ۸۷٪، ویژگی ۷۶٪ و دقت ۸۴٪ برای مدل‌های تشخیص تحلیل استخوان گزارش شد.[۲]
- از ۳۰ مقاله بررسی‌شده، هیچ‌کدام کیفیت بسیار بالا نداشت و ۲۳٫۳٪ کیفیت بالا داشتند.[۲]
- شبکه عصبی کانولوشنی روی ۲,۰۰۱ برش پانورامیک دقت ۰٫۸۱ در برابر ۰٫۷۶ دندانپزشکان داشت؛ تفاوت معنادار نبود.[۳]
- مدل ترکیبی مرحله‌بندی پریودنتیت با رادیولوژیست‌ها همبستگی ۰٫۷۳ و ICC برابر ۰٫۹۱ داشت.[۴]
- مدل ترکیبی جدیدتر روی ۸,۴۶۲ دندان، دقت کلی ۸۹٫۴۵٪ در برابر تشخیص پریودنتیست‌ها نشان داد.[۵]

ارزیابی رادیوگرافیک سطح استخوان مارژینال بخش اصلی تشخیص و مرحله‌بندی پریودنتیت است و اندازه‌گیری دستی آن زمان‌بر و وابسته به مشاهده‌گر است. مرورهای هوش مصنوعی در رادیوگرافی دندانی، تشخیص تحلیل استخوان پریودنتال را یکی از کاربردهای اصلی یادگیری عمیق می‌دانند و هم‌زمان بر نبود قالب گزارش‌دهی استاندارد تأکید می‌کنند.[۱]

فهرست مطالب

1. تحلیل استخوان پریودنتال در رادیوگرافی
2. مدل‌های ترکیبی و مرحله‌بندی پریودنتیت
3. متاآنالیز و کیفیت شواهد
4. جدول جمع‌بندی نکات

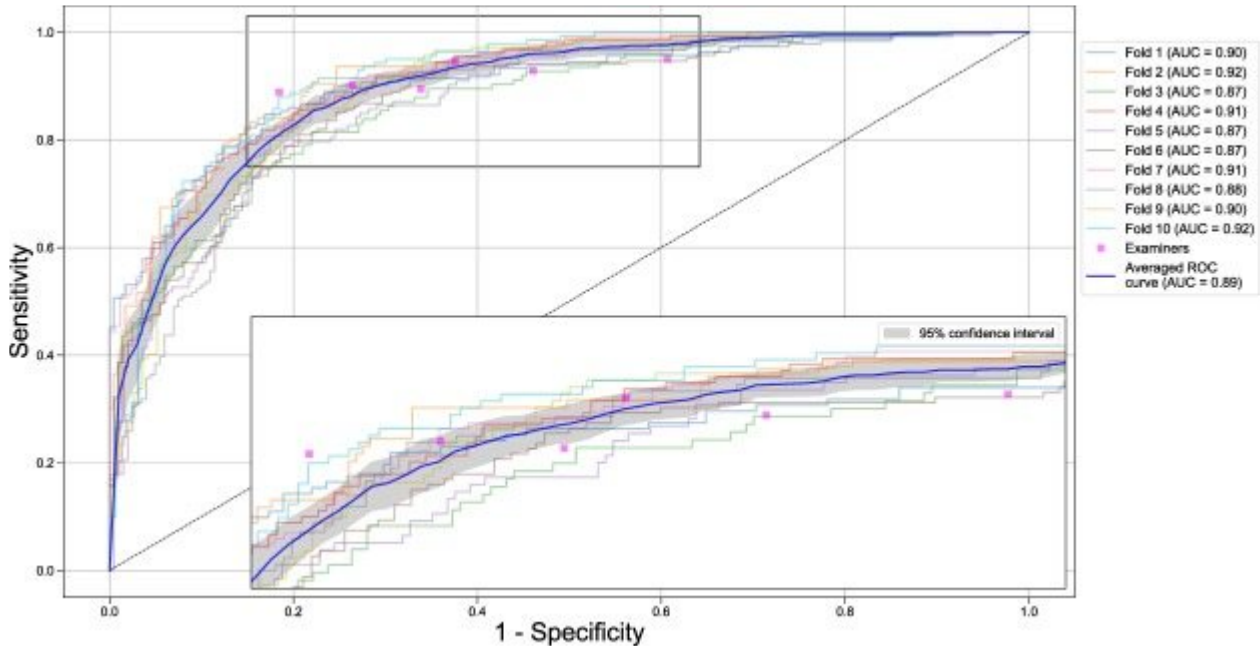
5. پرسش‌های متداول
6. جمع‌بندی
7. مطالعه مرتبط در دانشنامه
8. منابع

تحلیل استخوان پریودنتال در رادیوگرافی

تحلیل استخوان پریودنتال در رادیوگرافی معمولاً به‌صورت درصد از دست رفتن استخوان نسبت به طول ریشه یا فاصله CEJ تا کرست بیان می‌شود. این همان معیاری است که مدل‌های هوش مصنوعی برای یادگیری و ارزیابی به کار می‌برند؛ برای مثال، کرویس و همکاران درصد اندازه‌گیری‌شده تحلیل را آزمون مرجع قرار دادند.[۳]

نخستین شواهد شبکه عصبی کانولوشنی

کرویس و همکاران ۲٬۰۰۱ برش تصویری از رادیوگرافی‌های پانورامیک ساختند و یک شبکه هفت‌لایه را آموزش دادند. دقت طبقه‌بندی شبکه ۰٫۸۱ با حساسیت و ویژگی ۰٫۸۱ بود؛ شش دندانپزشک دقت ۰٫۷۶، حساسیت ۰٫۹۲ و ویژگی ۰٫۶۳ داشتند و برتری شبکه معنادار نبود (p برابر ۰٫۰۶۷).[۳]

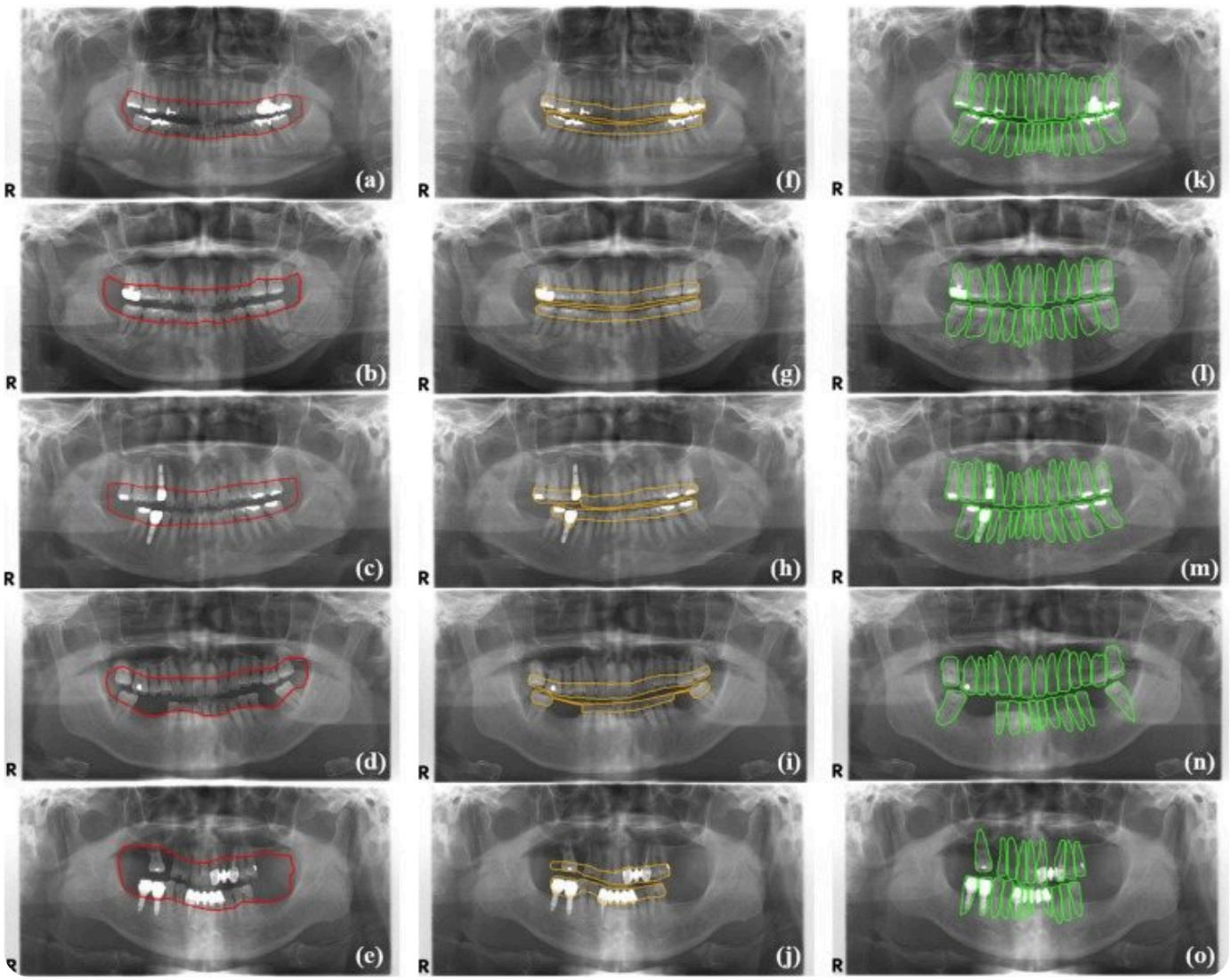


منحنی‌های ROC مدل پایه CNN برای تحلیل استخوان پریودنتال (آستانه ۲۰٪). شکل ۱ از Krois و همکاران، Sci Rep 2019؛ مجوز CC BY 4.0، با تغییر اندازه.

> «یک CNN که با تعداد محدودی برش تصویر رادیوگرافی آموزش دیده بود، دست‌کم توانایی تمایز مشابه دندانپزشکان در ارزیابی تحلیل استخوان پریودنتال روی رادیوگرافی‌های پانورامیک نشان داد.»
>
> “A CNN trained on a limited amount of radiographic image segments showed at least similar discrimination ability as dentists for assessing PBL on panoramic radiographs.”
>
> — کرویس و همکاران، Sci Rep 2019[۳]

مدل‌های ترکیبی و مرحله‌بندی پریودنتیت

چانگ و همکاران چارچوبی ترکیبی ساختند که با یادگیری عمیق سطح استخوان و CEJ را در کل فک تشخیص می‌دهد و سپس با پردازش متداول و محور طولی دندان، درصد تحلیل را محاسبه و بر اساس طبقه‌بندی ۲۰۱۷ مرحله‌بندی می‌کند. همبستگی پیرسون با تشخیص رادیولوژیست‌ها ۰٫۷۳ و ICC برابر ۰٫۹۱ بود.[۴]



تشخیص سطح استخوان، سطح CEJ و دندان‌ها و ایمپلنت‌ها با CNN در مدل ترکیبی. شکل ۲ از Chang و همکاران، Sci Rep 2020؛ مجوز CC BY 4.0، با تغییر اندازه.

شوئه و همکاران مدلی ترکیبی از Mask R-CNN، YOLOv8 و TransUNet را روی پانورامیک‌های ۳۲۰ بیمار و ۸,۴۶۲ دندان آزمودند. انحراف درجه تحلیل نسبت به مرجع سه پریودنتیست ۵٫۲۸٪، همبستگی ۰٫۸۳۲، ICC برابر ۰٫۸۰۶ و دقت کلی ۸۹٫۴۵٪ بود.[۵]

عملکرد مدل‌های منتخب یادگیری عمیق در تحلیل استخوان پریودنتال

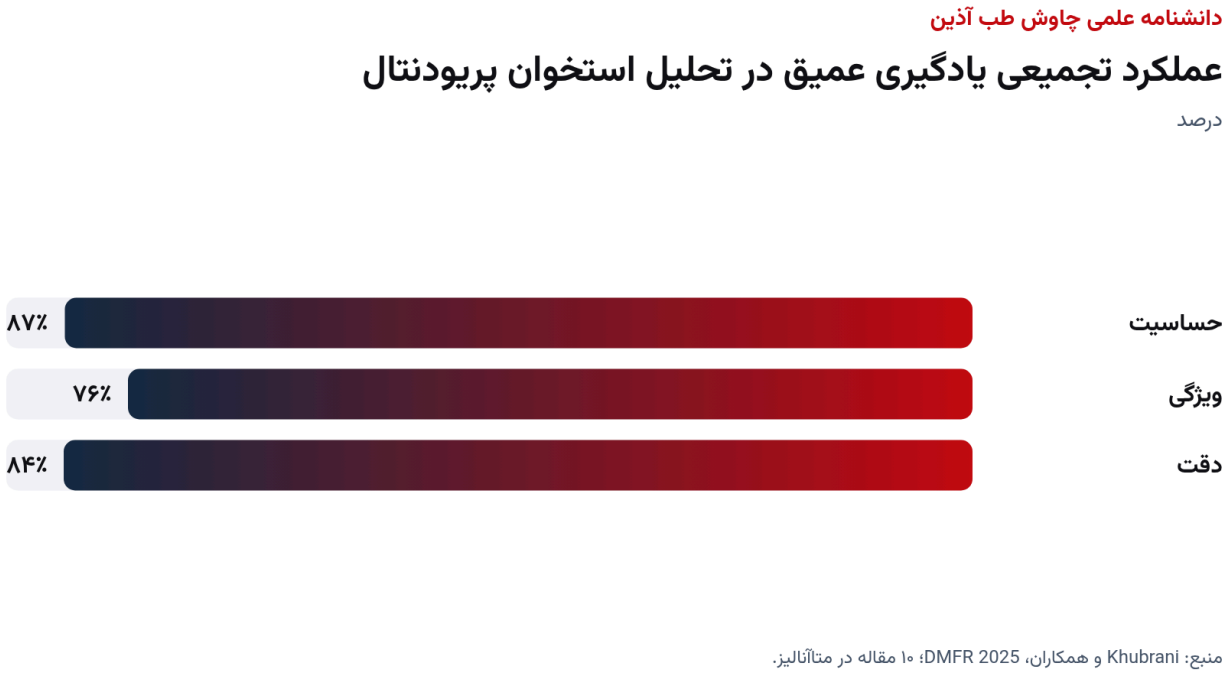
مطالعه	داده	شاخص اصلی
کرویس ۲۰۱۹	۲٬۰۰۱ برش پانورامیک	دقت ۰٫۸۱ در برابر ۰٫۷۶ دندانپزشکان
چانگ ۲۰۲۰	پانورامیک کل فک	همبستگی ۰٫۷۳؛ ICC برابر ۰٫۹۱

مطالعه	داده	شاخص اصلی
شوئه ۲۰۲۴	۳۲۰ بیمار، ۸,۴۶۲ دندان	دقت کلی ۸۹٫۴۵٪؛ ICC برابر ۰٫۸۰۶
خبرانی ۲۰۲۵ (متاآنالیز)	۳۰ مقاله، ۱۰ در متاآنالیز	حساسیت ۸۷٪، ویژگی ۷۶٪، دقت ۸۴٪

منبع: مقالات ذکرشده در فهرست منابع. طراحی و مرجع مطالعات متفاوت است.

متاآنالیز و کیفیت شواهد

خبرانی و همکاران ۳۰ مقاله درباره هوش مصنوعی در ارزیابی تحلیل استخوان و پریودنتیت در پانورامیک و پری‌اپیکال را با ابزار APPRAISE-AI ارزیابی کردند و ۱۰ مقاله را وارد متاآنالیز کردند. عملکرد کلی مدل‌ها خوب بود: حساسیت ۸۷٪، ویژگی ۷۶٪ و دقت ۸۴٪.[۲]



منبع: Khubrani و همکاران، DMFR 2025؛ ۱۰ مقاله در متاآنالیز.

شاخص‌های تجمیعی عملکرد در متاآنالیز ۲۰۲۵؛ نمودار تحریریه بر پایه خبرانی و همکاران.

توزیع کیفیت ۳۰ مطالعه هوش مصنوعی با ابزار APPRAISE-AI

رده کیفیت	تعداد	درصد

رده کیفیت	تعداد	درصد
بسیار پایین	۱	۳٫۳٪
پایین	۳	۱۰٫۰٪
متوسط	۱۹	۶۳٫۳٪
بالا	۷	۲۳٫۳٪
بسیار بالا	۰	۰٪

منبع: Khubrani و همکاران، DMFR 2025.

محدودیت‌ها و مسیر پیاده‌سازی

نویسندگان متاآنالیز اشاره کردند که مطالعات هوش مصنوعی ممکن است شفافیت کافی نداشته باشند و استانداردهای گزارش‌دهی باید بهتر شود.[۲] مرور پوترا و همکاران نیز نبود توجیه اندازه مجموعه داده و قالب گزارش‌دهی غیراستاندارد را مانع استفاده روتین بالینی دانست.[۱] برداشت تحریریه: پیش از به‌کارگیری، عملکرد مدل را روی داده همان مرکز، دستگاه و جمعیت بسنجید و خروجی را به‌عنوان نظر دوم ثبت کنید.

جدول جمع‌بندی نکات

نکات کاربردی یادگیری عمیق در تحلیل استخوان پریودنتال

محور	نکته کلیدی
عملکرد تجمیعی	حساسیت ۸۷٪، ویژگی ۷۶٪، دقت ۸۴٪
مقایسه با انسان	در حد دندانپزشکان، نه برتر معنادار
مرحله‌بندی	مدل‌های ترکیبی با ICC بالا
کیفیت شواهد	بدون مطالعه با کیفیت بسیار بالا

محور	نکته کلیدی
پیاده‌سازی	اعتبارسنجی محلی و استفاده به‌عنوان نظر دوم

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

پرسش‌های متداول

دقت یادگیری عمیق در تشخیص تحلیل استخوان پریودنتال چقدر است؟

در متاآنالیز ۲۰۲۵، حساسیت ۸۷٪، ویژگی ۷۶٪ و دقت ۸۴٪.[۲]

آیا هوش مصنوعی از دندانپزشک بهتر است؟

در یک مطالعه، دقت شبکه ۰٫۸۱ و دندانپزشکان ۰٫۷۶ بود، اما تفاوت معنادار نبود.[۳]

آیا هوش مصنوعی می‌تواند پریودنتیت را مرحله‌بندی کند؟

مدل ترکیبی چانگ با رادیولوژیست‌ها ICC برابر ۰٫۹۱ داشت و بر اساس طبقه‌بندی ۲۰۱۷ مرحله‌بندی کرد.[۴]

کیفیت مطالعات هوش مصنوعی پریودنتال چگونه است؟

از ۳۰ مقاله، هیچ‌کدام کیفیت بسیار بالا نداشت و بیشتر در رده متوسط بودند.[۲]

چه چیزی مانع استفاده روتین است؟

نبود توجیه اندازه داده و قالب گزارش‌دهی استاندارد.[۱]

مدل‌های جدیدتر چه عملکردی دارند؟

یک مدل ترکیبی روی ۸,۴۶۲ دندان دقت کلی ۸۹٫۴۵٪ داشت.[۵]

جمع‌بندی

یادگیری عمیق در تشخیص تحلیل استخوان پریودنتال عملکرد خوب و در حد دندانپزشکان نشان داده و مدل‌های ترکیبی می‌توانند مرحله‌بندی پریودنتیت را خودکار کنند. با این حال، کیفیت و شفافیت مطالعات هنوز کافی نیست؛ این ابزارها باید پس از اعتبارسنجی محلی و به‌عنوان نظر دوم، در کنار معاینه بالینی و تفسیر تخصصی به کار روند.

مطالعه مرتبط در دانشنامه

- هوش مصنوعی در رادیولوژی دهان و فک
- تشخیص پوسیدگی با هوش مصنوعی
- تصویربرداری اندودنتیک: از پری‌اپیکال تا CBCT
- آشکارسازهای دیجیتال داخل دهانی
- توجیه تصویربرداری دهان و فک
- تفسیر کامل حجم CBCT و یافته‌های اتفاقی

منابع

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

Putra RH, Doi C, Yoda N, Astuti ER, Sasaki K. Current applications and development of artificial intelligence for digital dental radiography. Dentomaxillofac Radiol. 2022;51(1):20210197. DOI PubMed

Khubrani YH, Thomas D, Slator PJ, White RD, Farnell DJJ. Detection of periodontal bone loss and periodontitis from 2D dental radiographs via machine learning and deep learning: systematic review employing APPRAISE-AI and meta-analysis. Dentomaxillofac Radiol. 2025;54(2):89-108. DOI PubMed

Krois J, Ekert T, Meinhold L, Golla T, Kharbot B, Wittemeier A, et al. Deep Learning for the Radiographic Detection of Periodontal Bone Loss. Sci Rep. 2019;9(1):8495. DOI PubMed

Chang HJ, Lee SJ, Yong TH, Shin NY, Jang BG, Kim JE, et al. Deep Learning Hybrid Method to Automatically Diagnose Periodontal Bone Loss and Stage Periodontitis. Sci Rep. 2020;10(1):7531. DOI PubMed

Xue T, Chen L, Sun Q. Deep learning method to automatically diagnose periodontal bone loss and periodontitis stage in dental panoramic radiograph. J Dent. 2024;150:105373. DOI PubMed

---

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: ۲۰ آبان ۱۴۰۵.