دانشنامه علمی چاوش طب آذین · chavoshteb.ir · به‌روزرسانی ۱۷ آبان ۱۴۰۵

شکستگی عمودی ریشه در CBCT: وضعیت شواهد تشخیص رادیولوژیک

در دندان‌های درمان ریشه‌شده، CBCT به‌تنهایی آزمون قطعی شکستگی عمودی ریشه نیست. مرورهای سیستماتیک حساسیت CBCT را بیش از رادیوگرافی پری‌اپیکال گزارش کرده‌اند، اما آرتیفکت گوتاپرکا و پست فلزی دیدن مستقیم خط شکستگی را دشوار می‌کند. ارزشمندترین یافته رادیولوژیک، الگوی تحلیل استخوان (به‌ویژه نقص ل شکل و از دست رفتن کورتکس) است که باید در کنار پروبینگ عمیق و معاینه بالینی تفسیر شود.

نکات کلیدی این مقاله

- CBCT خط شکستگی را به‌طور قابل‌اتکا نشان نمی‌دهد، اما الگوی تحلیل استخوان مرتبط با آن را بهتر از تصویر دوبعدی نمایش می‌دهد.
- در فراتحلیل شکری و همکاران، حساسیت CBCT ۰٫۷۰ و رادیوگرافی پری‌اپیکال ۰٫۵۱ برآورد شد؛ اختلاف ویژگی معنادار نبود.
- نقص ل شکل، پروبینگ عمیق بیش از ۶ میلی‌متر و از دست رفتن پلیت کورتیکال با VRF همراهی بیشتری داشتند.
- وکسل کوچک‌تر و FOV محدود در مطالعات بالینی با دقت بالاتر همراه بوده‌اند؛ انتخاب پروتکل باید وظیفه‌محور باشد.
- گزارش رادیولوژیک باید یافته را «سازگار با» VRF توصیف کند و تأیید نهایی را به مشاهده مستقیم ارجاع دهد.

شکستگی عمودی ریشه (Vertical Root Fracture یا VRF) از علل شایع کشیدن دندان‌های درمان ریشه‌شده است و تشخیص آن به دلیل علائم بالینی مبهم و رادیوگرافی‌های غیرقطعی دشوار است.[1] این مقاله برای رادیولوژیست‌های دهان، فک و صورت تهیه شده و شواهد را در سه سطح مرور می‌کند: دقت تشخیصی CBCT، الگوهای غیرمستقیم استخوانی و اثر پارامترهای اکتساب بر نتیجه.

فهرست مطالب

1. شکستگی عمودی ریشه و چالش تشخیص
2. دقت تشخیصی CBCT در مطالعات بالینی
3. الگوی تحلیل استخوان؛ نشانه غیرمستقیم
4. اثر پارامترهای اکتساب بر تشخیص
5. هوش مصنوعی و مدل‌های پیش‌بینی
6. گزارش‌نویسی و تصمیم‌گیری بالینی
7. جدول جمع‌بندی نکات
8. پرسش‌های متداول
9. جمع‌بندی
10. مطالعه مرتبط در دانشنامه
11. منابع

شکستگی عمودی ریشه و چالش تشخیص

شکستگی عمودی ریشه یک شکستگی طولی است که از ریشه آغاز می‌شود و در دندان‌های درمان ریشه‌شده بسیار شایع‌تر از دندان‌های زنده است. پاتل و همکاران در مرور خود توضیح می‌دهند که از دست رفتن ساختار دندان، وجود ترک‌های قبلی و تغییرات ناشی از فقدان حیات پالپ در کنار هم این استعداد را افزایش می‌دهند.[۱]

مسئله اصلی برای رادیولوژیست این است که پهنای خط شکستگی اغلب از توان تفکیک سیستم کمتر است. بیانیه مشترک AAE و AAOMR یادآوری می‌کند که تشخیص در اندودانتیکس به دیدن تغییراتی در فضای لیگامان پریودنتال با پهنای حدود ۲۰۰ میکرومتر وابسته است؛ بنابراین هر عاملی که رزولوشن مؤثر را کاهش دهد، مستقیماً بر تشخیص اثر می‌گذارد.[۲]

محدودیت رادیوگرافی دوبعدی

در رادیوگرافی پری‌اپیکال، خط شکستگی تنها زمانی دیده می‌شود که پرتو تقریباً موازی صفحه شکستگی عبور کند. هم‌پوشانی ساختارها و جهت باکولینگوالی بیشتر شکستگی‌ها باعث می‌شود تصویر دوبعدی اغلب غیرقطعی باشد.[۱]

دقت تشخیصی CBCT در مطالعات بالینی

مرور سیستماتیک چانگ و همکاران تنها چهار مطالعه بالینی با مجموع ۱۳۰ بیمار را واجد شرایط یافت. حساسیت گزارش‌شده بین ۸۴ تا ۱۰۰ درصد و ویژگی بین ۶۴ تا ۱۰۰ درصد بود، اما همه مطالعات چند حوزه با خطر سوگیری بالا یا نامشخص داشتند و نویسندگان شواهد را برای معرفی CBCT به‌عنوان آزمون قابل‌اتکا ناکافی دانستند.[۳]

فراتحلیل جدیدتر شکری و همکاران با ورود ۲۳ مقاله به مرور و ۱۶ مقاله به فراتحلیل، حساسیت و ویژگی رادیوگرافی پری‌اپیکال را به ترتیب ۰٫۵۱ و ۰٫۸۷ و برای CBCT به ترتیب ۰٫۷۰ و ۰٫۸۴ برآورد کرد. حساسیت CBCT بالاتر بود، ولی تفاوت ویژگی دو روش از نظر آماری معنادار نبود.[۴]

مقایسه شواهد دقت تشخیصی در VRF

منبع	طراحی و حجم شواهد	یافته اصلی
چانگ و همکاران (۲۰۱۶)	مرور سیستماتیک؛ ۴ مطالعه بالینی، ۱۳۰ بیمار	حساسیت ۸۴ تا ۱۰۰٪ و ویژگی ۶۴ تا ۱۰۰٪؛ شواهد ناکافی به دلیل سوگیری
شکری و همکاران (۲۰۲۴)	مرور سیستماتیک و فراتحلیل؛ ۱۶ مطالعه در فراتحلیل	CBCT: حساسیت ۰٫۷۰، ویژگی ۰٫۸۴؛ پری‌اپیکال: ۰٫۵۱ و ۰٫۸۷
د لیما و همکاران (۲۰۲۳)	مرور سیستماتیک؛ ۶۰ مطالعه (۵۴ برون‌تنی، ۶ بالینی)	وکسل و FOV کوچک‌تر با دقت بالاتر همراه بود

منبع: چانگ و همکاران، شکری و همکاران و د لیما و همکاران؛ اعداد عیناً از چکیده مقالات نقل شده‌اند.

محدودیت تعمیم نتایج

بخش بزرگی از شواهد برون‌تنی است و در آن شکستگی‌ها به‌صورت مصنوعی ایجاد می‌شوند. در مرور د لیما و همکاران از ۶۰ مطالعه، ۵۴ مطالعه برون‌تنی و تنها ۶ مطالعه بالینی بود.[۵] بنابراین نتایج آزمایشگاهی را نباید مستقیماً به بیماری با پست فلزی، حرکت و بافت نرم واقعی تعمیم داد.

الگوی تحلیل استخوان؛ نشانه غیرمستقیم

پاتل و همکاران تأکید می‌کنند که هرچند CBCT خود شکستگی را به‌طور قابل‌اتکا نشان نمی‌دهد، الگوی تحلیل استخوانی که معمولاً با VRF همراه است به‌طور کامل قابل ارزیابی است و احتمال تشخیص درست را افزایش می‌دهد.[۱]

در مطالعه آلاوگایلی و عظیم، احتمال شناسایی نقص استخوانی مطرح‌کننده شکستگی طولی در CBCT ۴/۴ برابر رادیوگرافی پری‌اپیکال بود. دندان‌های دارای VRF بیشتر با رستوریشن غیرمستقیم، پروبینگ عمیق بیش از ۶ میلی‌متر، از دست رفتن پلیت کورتیکال و نقص ل شکل همراه بودند؛ در مقابل، دندان ترک‌خورده بیشتر با نقص زاویه‌دار و کورتکس سالم همراهی داشت.[۶]



مسیر پیشنهادی ارزیابی رادیولوژیک شکستگی عمودی ریشه؛ طراحی اختصاصی تحریریه چاوش طب آذین، بدون تصویر بیمار.

الگوهای تصویری و همبستگی بالینی در شکستگی طولی

الگو در CBCT	همراهی گزارش‌شده	نکته تفسیری
نقص ل شکل	بیشتر در VRF	در کنار پروبینگ عمیق و موضعی ارزیابی شود
از دست رفتن پلیت کورتیکال	بیشتر در VRF	در مقاطع آگزیال و کراس‌سکشنال پیوسته بررسی شود
نقص زاویه‌دار با کورتکس سالم	بیشتر در دندان ترک‌خورده	تفکیک از بیماری پریودنتال ضروری است

الگو در CBCT	همراهی گزارش‌شده	نکته تفسیری
بدون نقص استخوانی	هر دو حالت ممکن است	نبود نقص، شکستگی را رد نمی‌کند

منبع: آلاوگایلی و عظیم، ۲۰۲۲ J Endod؛ ستون نکته تفسیری جمع‌بندی تحریریه است.

اثر پارامترهای اکتساب بر تشخیص

د لیما و همکاران اثر وکسل، FOV، kVp و mA را بر دقت تشخیص VRF مرور کردند. در فراتحلیل شش مطالعه بالینی، حساسیت و ویژگی کلی برای وکسل‌های ۰٫۰۸ و ۰٫۱ میلی‌متر به ترتیب ۰٫۸۴ و ۰٫۷۹ بود، در حالی که برای وکسل‌های ۰٫۱۲۵ و ۰٫۲ میلی‌متر این مقادیر به ۰٫۷۰ و ۰٫۵۵ رسید. در مطالعات برون‌تنی نیز FOV کوچک‌تر با دقت بالاتر همراه بود.[۵]

این یافته با توصیه بیانیه AAE و AAOMR هم‌خوان است که برای وظایف اندودانتیک، کوچک‌ترین FOV ممکن، کوچک‌ترین اندازه وکسل، کمترین mA و کوتاه‌ترین زمان اکسپوژر را پیشنهاد می‌کند.[۲] کاهش وکسل معمولاً با افزایش نویز همراه است؛ بنابراین پروتکل باید برای همان دستگاه و همان وظیفه تشخیصی بهینه شود.

آرتیفکت مواد پرکردگی و پست

گوتاپرکا و پست فلزی با سخت‌شدگی پرتو و آرتیفکت خطی می‌توانند خطوطی شبیه شکستگی ایجاد کنند یا شکستگی واقعی را بپوشانند. چانگ و همکاران همین آرتیفکت‌ها را یکی از موانع اصلی تشخیص VRF در دندان‌های درمان ریشه‌شده ذکر کرده‌اند.[۳] خط تیره‌ای که تنها در یک مقطع دیده می‌شود و در مقاطع مجاور تداوم ندارد، باید با احتیاط تفسیر شود.

هوش مصنوعی و مدل‌های پیش‌بینی

ران و همکاران در مطالعه‌ای گذشته‌نگر روی ۹۴۱ دندان از ۸۸۷ بیمار، ویژگی‌های بالینی و اطلاعات نقص استخوانی در CBCT را با مدل‌های یادگیری ماشین ترکیب کردند. از این دندان‌ها، ۱۱۲ مورد (۱۱٫۹ درصد) در جراحی یا پس از کشیدن، VRF تأییدشده داشتند. مدل‌های XGBoost و LightGBM در اعتبارسنجی متقاطع پنج‌بخشی سطح زیر منحنی ۰٫۹۸ نشان دادند و نقص استخوان لینگوال یا باکال، نسبت ارتفاع نقص و عرض آن از مهم‌ترین متغیرها بودند.[۷]

این نتایج به معنای آمادگی ابزار برای استفاده روتین نیست؛ اعتبارسنجی در یک مرکز انجام شده و به آزمون خارجی در جمعیت و دستگاه‌های دیگر نیاز دارد. با این حال، مطالعه تأیید می‌کند که اطلاعات استخوانی CBCT در کنار داده بالینی، بیشترین ارزش تشخیصی را دارد.

گزارش‌نویسی و تصمیم‌گیری بالینی

گزارش رادیولوژیک باید یافته‌ها را توصیفی و سنجیده بیان کند: محل و شکل نقص استخوانی، وضعیت کورتکس، وجود پست یا مواد پرکردگی و محدودیت ناشی از آرتیفکت. عبارت «یافته‌ها سازگار با شکستگی عمودی ریشه است» دقیق‌تر از اعلام قطعی شکستگی است.

- پرسش بالینی، نتیجه پروبینگ و سابقه درمان در درخواست تصویربرداری ثبت شود.
- تمام مقاطع ریشه به‌صورت پیوسته و در سه صفحه مرور شود، نه فقط یک برش منتخب.
- در صورت تداخل آرتیفکت، محدودیت تشخیصی صریحاً در گزارش ذکر شود.
- تأیید نهایی به مشاهده مستقیم با بزرگنمایی در جراحی یا پس از کشیدن ارجاع داده شود.[۱]

بیانیه AAE و AAOMR همچنین تأکید می‌کند که CBCT نباید به‌صورت روتین یا برای غربالگری بدون علائم بالینی تجویز شود و تصمیم باید بر پایه شرح حال و معاینه هر بیمار توجیه شود.[۲]

جدول جمع‌بندی نکات

نکات کاربردی برای رادیولوژیست

محور	نکته کلیدی
جایگاه CBCT	ابزار کمکی؛ نه آزمون قطعی خط شکستگی
نشانه اصلی	الگوی تحلیل استخوان، به‌ویژه نقص ل شکل و از دست رفتن کورتکس
پروتکل	FOV محدود و وکسل کوچک با کنترل نویز
آرتیفکت	تداوم خط را در مقاطع مجاور بررسی کنید
گزارش	عبارت «سازگار با VRF» و ارجاع به تأیید مستقیم

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

پرسش‌های متداول

آیا CBCT می‌تواند شکستگی عمودی ریشه را قطعی تشخیص دهد؟

خیر. CBCT خط شکستگی را در دندان‌های درمان ریشه‌شده به‌طور قابل‌اتکا نشان نمی‌دهد؛ ارزش آن بیشتر در نمایش الگوی تحلیل استخوان است و تشخیص قطعی به مشاهده مستقیم نیاز دارد.[۱]

حساسیت CBCT در مقایسه با رادیوگرافی پری‌اپیکال چقدر است؟

در فراتحلیل شکری و همکاران، حساسیت CBCT ۰٫۷۰ و رادیوگرافی پری‌اپیکال ۰٫۵۱ برآورد شد و تفاوت ویژگی دو روش معنادار نبود.[۴]

کدام الگوی استخوانی بیشتر با VRF همراه است؟

در مطالعه آلاوگایلی و عظیم، نقص L شکل، از دست رفتن پلیت کورتیکال و پروبینگ عمیق بیش از ۶ میلی‌متر بیشتر با VRF همراه بودند.[۶]

چه اندازه وکسلی برای بررسی VRF مناسب‌تر است؟

شواهد بالینی نشان می‌دهد وکسل‌های ۰٫۰۸ و ۰٫۱ میلی‌متر دقت بالاتری از وکسل‌های ۰٫۱۲۵ و ۰٫۲ میلی‌متر داشته‌اند؛ انتخاب نهایی باید با توجه به نویز، دستگاه و وظیفه تشخیصی انجام شود.[۵]

آیا پست فلزی تفسیر را مختل می‌کند؟

بله. آرتیفکت ناشی از پست فلزی و گوتاپرکا می‌تواند خطوطی شبیه شکستگی ایجاد کند یا شکستگی واقعی را بپوشاند؛ این محدودیت باید در گزارش ذکر شود.[۳]

آیا مدل‌های هوش مصنوعی برای تشخیص VRF آماده استفاده روتین هستند؟

هنوز نه. مدل‌های گزارش‌شده عملکرد امیدوارکننده‌ای در اعتبارسنجی داخلی داشته‌اند، اما پیش از کاربرد بالینی به اعتبارسنجی خارجی در مراکز و دستگاه‌های دیگر نیاز دارند.[۷]

جمع‌بندی

شواهد فعلی نشان می‌دهد CBCT در تشخیص شکستگی عمودی ریشه ابزاری کمکی و ارزشمند است، نه آزمونی قطعی. بیشترین ارزش آن در نمایش سه‌بعدی الگوی تحلیل استخوان و تلفیق آن با پروبینگ و معاینه بالینی است. انتخاب FOV محدود و وکسل مناسب، شناخت آرتیفکت مواد پرکردگی و گزارش‌نویسی محتاطانه، سه رکن تفسیر مسئولانه در این حوزه‌اند.

مطالعه مرتبط در دانشنامه

- تصویربرداری اندودانتیکس: از رادیوگرافی پری‌اپیکال تا CBCT
- آرتیفکت CBCT: طبقه‌بندی، منشأ فیزیکی و اثر تشخیصی
- فیزیک CBCT و اصول تشکیل تصویر
- FOV در OP 3D LX و EX و ماتریس اندیکاسیون
- هوش مصنوعی در رادیولوژی دندان و فک
- توجیه تصویربرداری در دهان و فک

منابع

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

Patel S, Bhuva B, Bose R. Present status and future directions: vertical root fractures in root filled teeth. Int Endod J. 2022;55(Suppl 3):804-826. DOI PubMed

American Association of Endodontists; American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. Joint Position Statement: Use of Cone-Beam Computed Tomography in Endodontics. 2010. AAOMR PDF

Chang E, Lam E, Shah P, Azarpazhooh A. Cone-beam computed tomography for detecting vertical root fractures in endodontically treated teeth: a systematic review. J Endod. 2016;42(2):177-185. DOI PubMed

Shokri A, Salemi F, Taherpour T, et al. Is cone-beam computed tomography more accurate than periapical radiography for detection of vertical root fractures? A systematic review and meta-analysis. BMC Med Imaging. 2024;24:286. DOI PubMed

de Lima KL, Silva LR, de Paiva Prado TB, et al. Influence of the technical parameters of CBCT image acquisition on vertical root fracture diagnosis: a systematic review and meta-analysis. Clin Oral Investig. 2023;27(2):433-474. DOI PubMed

Alaugaily I, Azim AA. CBCT patterns of bone loss and clinical predictors for the diagnosis of cracked teeth and teeth with vertical root fracture. J Endod. 2022;48(9):1100-1106. DOI PubMed

Ran S, Wang Q, Wang J, et al. Diagnosis of in vivo vertical root fracture in endodontically treated teeth using machine learning techniques. J Endod. 2025;51(10):1393-1404. 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: ۱۷ آبان ۱۴۰۵.