دانشنامه علمی چاوش طب آذین · chavoshteb.ir · به‌روزرسانی ۳۰ آبان ۱۴۰۵

رادیومیکس در رادیولوژی دهان و فک: اصول، کاربردها و محدودیت‌ها

رادیومیکس در رادیولوژی دهان و فک با استخراج ویژگی‌های کمّی از تصویر، اطلاعاتی فراتر از ارزیابی چشمی فراهم می‌کند. مرور سیستماتیک Tarakçı با ۵۱ مقاله نشان داد ویژگی‌های مرتبه دوم (بافتی) رایج‌ترین نوع‌اند، اما دقت‌های گزارش‌شده آن‌قدر ناهمگون بود که فراتحلیل ممکن نشد؛ استانداردسازی، شرط ورود به کار بالینی است.

نکات کلیدی این مقاله

- مرور سیستماتیک Tarakçı از ۳۷۸۹ مقاله، ۵۱ مطالعه رادیومیکس در رادیولوژی دهان و فک را بررسی کرد و به دلیل نبود استانداردسازی فراتحلیل ممکن نشد.[۲]
- ویژگی‌های مرتبه دوم در ۳۸ مطالعه، مرتبه اول در ۲۶، مرتبه بالاتر در ۲۰ و ویژگی‌های شکل در ۱۵ مطالعه به کار رفته بودند.[۲]
- رگرسیون لجستیک (۶ مطالعه) رایج‌ترین روش مدل‌سازی بود و پس از آن ماشین بردار پشتیبان و درخت تصمیم (هر کدام ۵ مطالعه) قرار داشتند.[۲]
- در مرور Santos از ۲۳ مقاله پاتولوژی استخوان فک، فقط ۱۳ مطالعه مرحله یادگیری ماشین را توصیف کرده بودند.[۳]
- هیچ مطالعه‌ای پیش‌بینی پیش‌آگهی یا پاسخ به درمان را گزارش نکرده بود و همه بر تشخیص یا طبقه‌بندی متمرکز بودند.[۳]

ارزیابی رادیوگرافیک سنتی بر قضاوت چشمی استوار است و ممکن است تغییرات ظریف ساختار بافت را نبیند.[۱] رادیومیکس ابزاری کمّی برای تحلیل تصویر دیجیتال است که ویژگی‌های شدت، شکل و بافت را از ناحیه مورد نظر استخراج و با روش‌های آماری یا یادگیری ماشین مدل‌سازی می‌کند.[۲] این مقاله اصول رادیومیکس، کاربردهای گزارش‌شده در رادیولوژی دهان و فک و محدودیت‌های فعلی آن را مرور می‌کند.

فهرست مطالب

1. رادیومیکس چیست
2. مراحل جریان کار رادیومیکس
3. انواع ویژگی‌های رادیومیکس
4. کاربردهای رادیومیکس در رادیولوژی دهان و فک
5. محدودیت‌ها و چالش استانداردسازی
6. نکات کاربردی برای رادیولوژیست
7. جدول جمع‌بندی نکات
8. پرسش‌های متداول
9. جمع‌بندی
10. مطالعه مرتبط در دانشنامه
11. منابع

رادیومیکس چیست

رادیومیکس تصویر را به مجموعه‌ای از اعداد تبدیل می‌کند: پس از تعیین ناحیه یا حجم مورد نظر، ویژگی‌هایی مانند توزیع شدت، شکل و روابط فضایی شدت پیکسل‌ها استخراج می‌شود و این ویژگی‌ها برای ساخت مدل تشخیصی یا طبقه‌بندی به کار می‌روند.[۱،۲] Barioni و همکاران تحلیل بافت را روشی توصیف می‌کنند که «امضای بافتی» ضایعه را به‌عنوان نشانگر تغییرات بافتی یا فرایند پاتولوژیک شناسایی می‌کند.[۱]

> «تکنیک‌های تصویربرداری سنتی عمدتاً بر ارزیابی بصری متکی‌اند که ممکن است تغییرات ظریف در ساختار بافت را نادیده بگیرد.»
>
> “The traditional imaging techniques rely primarily on visual assessment, which may overlook subtle variations in tissue structure.”
>
> — Barioni و همکاران، J Imaging 2024[۱]

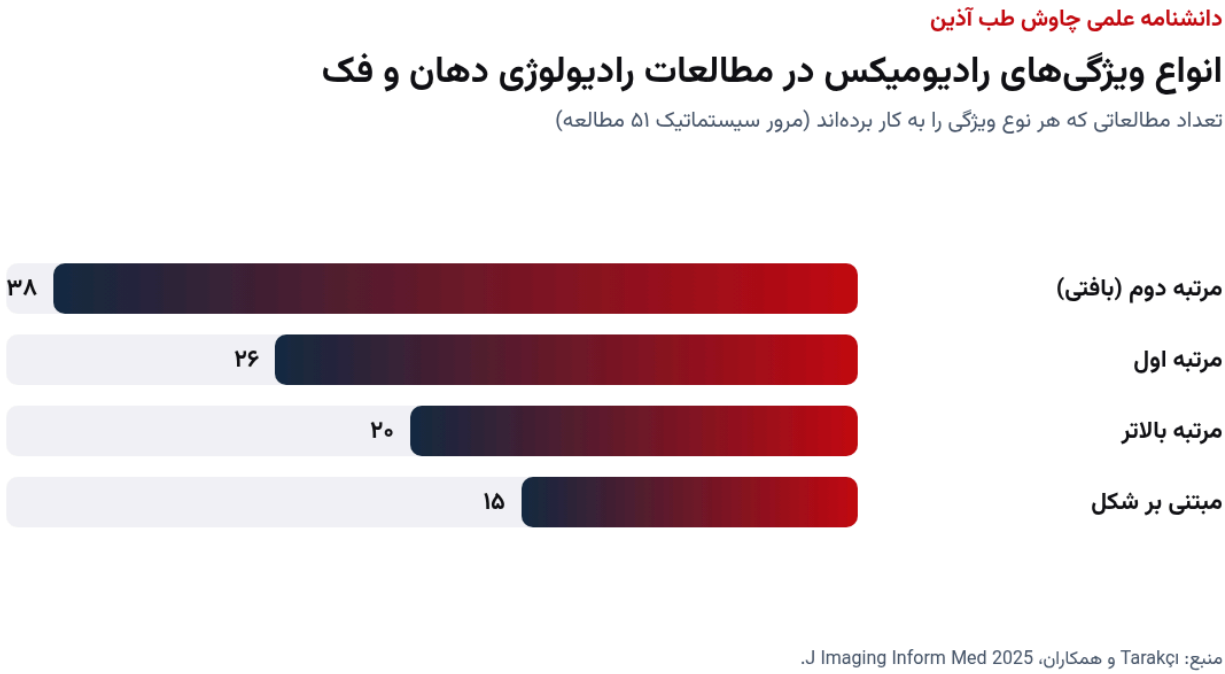
مراحل جریان کار رادیومیکس

به گفته Tarakçı و همکاران، کارکرد سامانه رادیومیکس به روش تصویربرداری، نوع ویژگی، داده‌کاوی و روش آماری وابسته است.[۲] برداشت تحریریه از جریان کار گزارش‌شده در مرورها چنین است:[۲، ۳]

- دریافت تصویر با پروتکل ثابت (رادیوگرافی پری‌اپیکال، پانورامیک، CT، CBCT یا MRI).[۳]
- تعیین ناحیه یا حجم مورد نظر به‌صورت دستی، نیمه‌خودکار یا خودکار.[۲]
- استخراج ویژگی‌های مرتبه اول، مرتبه دوم (بافتی)، مرتبه بالاتر و شکل.[۲]
- انتخاب ویژگی و مدل‌سازی با روش‌هایی مانند رگرسیون لجستیک، ماشین بردار پشتیبان یا جنگل تصادفی.[۲، ۳]
- اعتبارسنجی مدل، ترجیحاً روی داده مستقل.[۲]

انواع ویژگی‌های رادیومیکس

در مرور Tarakçı، آمار مرتبه دوم پرکاربردترین نوع ویژگی رادیومیکس بود (۳۸ مطالعه) و پس از آن آمار مرتبه اول (۲۶)، مرتبه بالاتر (۲۰) و ویژگی‌های مبتنی بر شکل (۱۵) قرار داشتند.[۲] در مرور Santos نیز ماتریس هم‌رخداد سطوح خاکستری (GLCM) پرکاربردترین ویژگی بود و پس از آن آمار مرتبه اول و ماتریس طول دنباله سطوح خاکستری (GLRLM) قرار داشتند.[۳]



انواع ویژگی‌های رادیومیکس در ۵۱ مطالعه رادیولوژی دهان و فک؛ نمودار تحریریه بر پایه مرور سیستماتیک Tarakçı.

انواع ویژگی‌های رادیومیکس

نوع ویژگی	آنچه می‌سنجد	تعداد مطالعات در مرور
مرتبه اول	توزیع شدت پیکسل‌ها بدون در نظر گرفتن موقعیت	۲۶
مرتبه دوم (بافتی)	روابط فضایی شدت‌ها مانند GLCM و GLRLM	۳۸
مرتبه بالاتر	ویژگی‌های پس از فیلتر یا تبدیل تصویر	۲۰
شکل	اندازه و هندسه ناحیه	۱۵

منبع: تعداد مطالعات از Tarakçı و همکاران 2025؛ توضیح ویژگی‌ها برداشت تحریریه بر پایه Santos 2023 و Barioni 2024.

کاربردهای رادیومیکس در رادیولوژی دهان و فک

Santos و همکاران ۲۳ مقاله را در زمینه پاتولوژی استخوان فک بررسی کردند. ویژگی‌ها از رادیوگرافی پری‌اپیکال، پانورامیک، CT، CBCT و MRI برای شش نوع تغییر استخوان فک استخراج شده بود و بهترین نتایج با ماشین بردار پشتیبان و جنگل تصادفی به دست آمد.[۳]

استئوپروز و مفصل گیجگاهی فکی

در تشخیص و طبقه‌بندی استئوپروز، فیلترگذاری، ویژگی‌های شکل و ویژگی‌های بافتی Tamura بهترین عملکرد را داشتند. در پاتولوژی مفصل گیجگاهی فکی، GLSZM، GLRLM، GLCM، آمار مرتبه اول و تحلیل شکل بهترین نتایج را نشان دادند.[۳]

کیست‌ها، تومورها و ضایعات پری‌اپیکال

برای کیست‌ها و تومورهای ادنتوژنیک و غیرادنتوژنیک، ویژگی‌های contourlet و SPHARM، آمار مرتبه اول، GLRLM و GLCM شاخص‌های بهتری داشتند و برای افتراق کیست‌های ادنتوژنیک از گرانولوم، آمار مرتبه اول نتایج طبقه‌بندی بهتری نشان داد.[۳]

> «هیچ مطالعه‌ای پیش‌بینی پاسخ، پیش‌آگهی یا پاسخ درمانی را گزارش نکرد و به جای آن بر تشخیص یا طبقه‌بندی بیماری متمرکز بود.»

> “No study reported predicting response, prognosis or therapeutic response, but instead diseases diagnosis or classification.”
>
> — Santos و همکاران، Dentomaxillofac Radiol 2023[۳]

کاربردهای رادیومیکس در پاتولوژی استخوان فک

کاربرد	ویژگی‌های با بهترین عملکرد
استئوپروز	فیلترگذاری، شکل و ویژگی‌های Tamura
مفصل گیجگاهی فکی	GLCM، GLRLM، GLSZM، مرتبه اول و شکل
کیست‌ها و تومورها	contourlet، SPHARM، مرتبه اول، GLRLM و GLCM
کیست ادنتوژنیک و گرانولوم	آمار مرتبه اول

منبع: Santos و همکاران، Dentomaxillofac Radiol 2023.

محدودیت‌ها و چالش استانداردسازی

در مرور Tarakçı به دلیل کمبود اطلاعات و نبود استانداردسازی در دقت‌های گزارش‌شده، فراتحلیل انجام نشد و دقت‌ها در گستره‌ای بسیار وسیع (۰٫۶۶ تا ۹۹٫۶۵ درصد) گزارش شده بودند.[۲] Santos نیز با وجود نبود استانداردسازی در جریان کار مطالعات، تحلیل بافت را دارای پتانسیل کمک به گزارش رادیولوژیست، کاهش ذهنی بودن و پزشکی فردمحور دانست.[۳]

> «برای افزایش استانداردسازی در جریان کار رادیومیکس، کار بیشتری لازم است.»
>
> “Further work is needed to increase standardization in the Radiomics workflow.”
>
> — Tarakçı و همکاران، J Imaging Inform Med 2025[۲]

برداشت تحریریه این است که در CBCT، وابستگی مقادیر خاکستری به دستگاه، میدان دید و پارامترهای اکسپوژر می‌تواند ویژگی‌های مرتبه اول و بافتی را تغییر دهد؛ بنابراین تکرارپذیری ویژگی‌ها میان دستگاه‌ها باید پیش از تعمیم مدل بررسی شود.[۱،۲]

نکات کاربردی برای رادیولوژیست

برداشت تحریریه از این شواهد:[۱،۲،۳]

- هنگام خواندن مطالعه رادیومیکس، روش تعیین ناحیه، نوع ویژگی، روش مدل‌سازی و وجود اعتبارسنجی مستقل را بررسی کنید.[۲]
- دقت بسیار بالا در مطالعات کوچک تک‌مرکزی را با احتیاط تفسیر کنید.[۲]
- رادیومیکس را مکمل گزارش توصیفی بدانید، نه جایگزین آن.[۱،۳]
- برای پژوهش، پروتکل تصویربرداری و پیش‌پردازش را دقیق مستند کنید.[۲]

جدول جمع‌بندی نکات

نکات کاربردی رادیومیکس در رادیولوژی دهان و فک

محور	نکته کلیدی
تعریف	استخراج ویژگی‌های کمّی شدت، شکل و بافت
شواهد	۵۱ مطالعه؛ فراتحلیل ممکن نشد
ویژگی رایج	مرتبه دوم (بافتی)، GLCM
مدل‌سازی	رگرسیون لجستیک، SVM، درخت تصمیم
کاربرد	تشخیص و طبقه‌بندی؛ نه پیش‌آگهی
محدودیت	نبود استانداردسازی و اعتبارسنجی مستقل

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

پرسش‌های متداول

رادیومیکس در دندانپزشکی چیست؟

ابزاری کمّی که ویژگی‌های شدت، شکل و بافت را از تصویر استخراج و مدل‌سازی می‌کند.[۲]

رایج‌ترین ویژگی‌های رادیومیکس کدام‌اند؟

ویژگی‌های مرتبه دوم (بافتی) در ۳۸ مطالعه از ۵۱ مطالعه مرور Tarakçı به کار رفته بود.[۲]

رادیومیکس در کدام بیماری‌های فک بررسی شده است؟

در استئوپروز، پاتولوژی مفصل گیجگاهی فکی، کیست‌ها و تومورها و ضایعات پری‌اپیکال.[۳]

آیا رادیومیکس پیش‌آگهی را پیش‌بینی می‌کند؟

در مرور Santos هیچ مطالعه‌ای پیش‌آگهی یا پاسخ درمان را بررسی نکرده بود.[۳]

چرا فراتحلیل دقت رادیومیکس ممکن نشد؟

به دلیل کمبود اطلاعات و نبود استانداردسازی در دقت‌های گزارش‌شده.[۲]

تفاوت رادیومیکس و تحلیل بافت چیست؟

تحلیل بافت بخشی از ویژگی‌های رادیومیکس است و هم‌افزایی آن‌ها توصیف جامع‌تری از تصویر می‌دهد.[۱]

جمع‌بندی

رادیومیکس در رادیولوژی دهان و فک امکان توصیف کمّی ضایعات و ساختار استخوان را فراهم می‌کند و در استئوپروز، مفصل گیجگاهی فکی و ضایعات فک نتایج امیدوارکننده داشته است. با این حال ناهمگونی جریان کار، نبود استانداردسازی و کمبود اعتبارسنجی مستقل، تفسیر نتایج را محدود می‌کند. تا زمان استانداردسازی، رادیومیکس ابزاری پژوهشی و مکمل قضاوت رادیولوژیست است.

مطالعه مرتبط در دانشنامه

- هوش مصنوعی در رادیولوژی دندان و فک
- مقادیر خاکستری CBCT و تراکم استخوان
- ضایعات خوش‌خیم فک: ویژگی‌های رادیوگرافیک

- بعد فرکتال در رادیوگرافی دندانی
- خوانش نقادانه مطالعات دقت تشخیصی
- بهبود کیفیت تصویر CBCT با یادگیری عمیق

منابع

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

1. Barioni ED, Lopes SLPC, Silvestre PR, Yasuda CL, Costa ALF. Texture Analysis in Volumetric Imaging for Dentomaxillofacial Radiology: Transforming Diagnostic Approaches and Future Directions. J Imaging. 2024;10(11):263. DOI PubMed PMC

2. Tarakçı ÖD, Kış HC, Amasya H, Öztürk İ, Karahan E, Orhan K. Radiomics-Based Diagnosis in Dentomaxillofacial Radiology: A Systematic Review. J Imaging Inform Med. 2025;38(4):2428-2461. DOI PubMed PMC

3. Santos GNM, da Silva HEC, Ossege FEL, Figueiredo PTS, Melo NS, Stefani CM, et al. Radiomics in bone pathology of the jaws. Dentomaxillofac Radiol. 2023;52(1):20220225. 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: ۳۰ آبان ۱۴۰۵.