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

اندودانتیکس هدایت‌شده با CBCT در کانال‌های کلسیفیه: دقت، کاربرد و محدودیت‌ها

اندودانتیکس هدایت‌شده با ادغام CBCT و اسکن سطحی، دسترسی به کانال‌های کلسیفیه را از پیش برنامه‌ریزی می‌کند. در فراتحلیل Zubizarreta-Macho نرخ یافتن کانال با ناوبری رایانه‌ای ۹۸٫۱ درصد بود و نسبت شانس موفقیت در برابر روش متداول ۱۳٫۱ به دست آمد، اما شواهد بالینی بیشتر بر گزارش‌های مورد استوار است.

نکات کلیدی این مقاله

- در فراتحلیل ۱۳ مطالعه، نرخ یافتن کانال با ناوبری رایانه‌ای ۹۸٫۱ درصد و بازه پیش‌بینی ۹۳٫۳ تا ۱۰۰ درصد بود.[۳]
- تفاوت ناوبری استاتیک (۹۸٫۵ درصد) و دینامیک (۹۴٫۵ درصد) معنادار نبود.[۳]
- نسبت شانس موفقیت ناوبری رایانه‌ای در برابر حفره دسترسی متداول ۱۳٫۱ بود.[۳]
- مرور حیطه‌ای ۳۱ مقاله نشان داد اپراتورهای با تجربه متفاوت عملکرد مشابهی با راهنما داشتند.[۵]
- شواهد بالینی عمدتاً گزارش مورد و مجموعه موارد است و هزینه، زمان برنامه‌ریزی و نیاز به تصویربرداری پیشرفته از محدودیت‌ها هستند.[۱، ۲]

آسیب‌های لوکسیشن و محرک‌های دیگر ممکن است به انسداد کانال پالپ منجر شوند و درمان ریشه در این دندان‌ها حتی برای متخصصان باتجربه دشوار است.[۱] اندودانتیکس هدایت‌شده با استفاده از CBCT و اسکن سطحی دیجیتال، دسترسی بهینه به دهانه کانال کلسیفیه را به‌صورت مجازی برنامه‌ریزی می‌کند.[۱] این مقاله اصول، دقت و محدودیت‌های این روش را از نگاه تصویربرداری مرور می‌کند.

فهرست مطالب

1. اندودانتیکس هدایت‌شده چیست
2. نقش CBCT و ادغام با اسکن سطحی
3. شواهد دقت اندودانتیکس هدایت‌شده

4. اثر تجربه اپراتور
5. محدودیت‌های اندودانتیکس هدایت‌شده
6. نکات کاربردی برای رادیولوژیست
7. جدول جمع‌بندی نکات
8. پرسش‌های متداول
9. جمع‌بندی
10. مطالعه مرتبط در دانشنامه
11. منابع

اندودانتیکس هدایت‌شده چیست

Connert و همکاران اندودانتیکس هدایت‌شده را جایگزینی برای تهیه متداول حفره دسترسی در دندان‌های دارای انسداد کانال پالپ همراه با پاتوز اپیکال یا پالپیت برگشت‌ناپذیر معرفی کردند. در این روش با CBCT و اسکن سطحی دیجیتال، دسترسی بهینه به دهانه کانال در نرم‌افزار برنامه‌ریزی می‌شود.[۱]

ناوبری استاتیک و دینامیک

اجرای برنامه یا با راهنمای جراحی مشابه ایمپلنتولوژی هدایت‌شده (ناوبری استاتیک) یا با ناوبری دینامیک مبتنی بر سامانه دوربین و نشانگر انجام می‌شود.[۱] ناوبری استاتیک برای کانال‌های مستقیم دقت عالی دارد، اما کاربرد آن در دندان‌های خلفی و کانال‌های خمیده محدود است؛ ناوبری دینامیک انعطاف بیشتری حین درمان دارد اما به آموزش قابل توجه و تجهیزات پرهزینه نیاز دارد.[۲]

نقش CBCT و ادغام با اسکن سطحی

CBCT اطلاعات سه‌بعدی ریشه، مسیر کانال باقی‌مانده و ضایعه اپیکال را فراهم می‌کند و اسکن سطحی، سطح دندان‌ها را برای طراحی و نشستن راهنما در اختیار می‌گذارد؛ برنامه‌ریزی مجازی با ادغام این دو داده انجام می‌شود.[۱] برداشت تحریریه این است که کیفیت ادغام، اندازه وکسل و آرتیفکت ترمیم‌ها می‌تواند بر مسیر برنامه‌ریزی‌شده اثر بگذارد؛ اصول ثبت تصویر CBCT و اسکن داخل دهانی در مقاله جداگانه این دانشنامه مرور شده است.[۱، ۲]

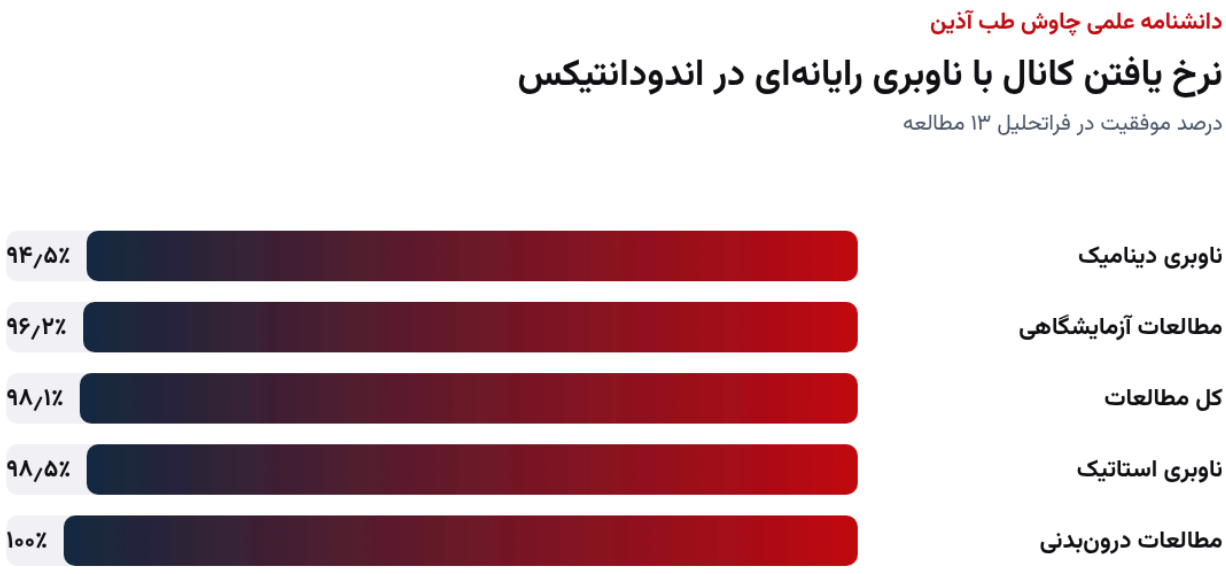
> «اجرای بالینی نتایج مطلوبی به نظر می‌رسد، اما شواهد عمدتاً بر گزارش‌های مورد متعدد و چند مجموعه موارد استوار است.»

> “Clinical implementation seems to provide favourable results, but the evidence is mainly based on numerous case reports and a few case series.”
>
> — Connert و همکاران، Int Endod J 2022[۱]

شواهد دقت اندودانتیکس هدایت‌شده

Zubizarreta-Macho و همکاران ۱۴ مقاله را در تحلیل کیفی و ۱۳ مقاله را در فراتحلیل وارد کردند. نرخ یافتن کانال با روش‌های ناوبری رایانه‌ای ۹۸٫۱ درصد (فاصله اطمینان ۹۵٫۷ تا ۱۰۰) بود و ناهمگونی معناداری میان مطالعات دیده نشد (I^2 برابر ۲۵ درصد).[۳]

تفاوت ناوبری استاتیک (۹۸٫۵ درصد) و دینامیک (۹۴٫۵ درصد) و نیز تفاوت مطالعات آزمایشگاهی (۹۶٫۲ درصد) و درون‌بدنی (۱۰۰ درصد) معنادار نبود. نسبت شانس موفقیت ۱۳٫۱ (فاصله اطمینان ۳٫۴۸ تا ۴۹٫۱) به سود ناوبری رایانه‌ای در برابر حفره دسترسی متداول به دست آمد.[۳]



منبع: Zubizarreta-Macho و همکاران، Biology (Basel) 2021.

نرخ یافتن کانال با ناوبری رایانه‌ای؛ نمودار تحریریه بر پایه فراتحلیل Zubizarreta-Macho.

شواهد مرورهای اندودانتیکس هدایت‌شده

مرور	مطالعات واردشده	یافته اصلی

مرور	مطالعات واردشده	یافته اصلی
Zubizarreta-Macho ۲۰۲۱	۱۴ کیفی، ۱۳ کمّی	نرخ یافتن کانال ۹۸٫۱٪؛ نسبت شانس ۱۳٫۱
Vasudevan ۲۰۲۲	۱۴ مقاله ناوبری دینامیک	خطای کمتر و زمان کوتاه‌تر؛ شواهد سطح پایین
Deus ۲۰۲۵	۳۱ مقاله	عملکرد مشابه اپراتورهای کم‌تجربه و باتجربه

منبع: مطالعات فهرست‌شده در همین مقاله.

ناوبری دینامیک

مرور سیستماتیک Vasudevan و همکاران ۱۴ مقاله (سه گزارش مورد و یازده مطالعه آزمایشگاهی) را درباره ناوبری دینامیک در اندودانتیکس بررسی کرد. کاربردها شامل تهیه حفره دسترسی، انسداد کانال پالپ، درمان مجدد و میکروسرجری بود؛ به دلیل ماهیت مطالعات، فراتحلیل ممکن نشد و سطح شواهد پایین ارزیابی شد.[۴]

اثر تجربه اپراتور

Deus و همکاران در مرور حیطه‌ای، از ۹۹۹ رکورد ۳۱ مقاله را درباره ارتباط تجربه اپراتور با پیامد دسترسی هدایت‌شده تحلیل کردند. با وجود تنوع مدل‌های راهنما و پارامترهای ارزیابی، اپراتورهای با سطوح تجربه متفاوت عملکرد مشابهی داشتند.[۵]

> «با وجود تنوع در مدل‌های راهنما و پارامترهای ارزیابی‌شده، اپراتورهای با سطوح تجربه متفاوت عملکرد مشابهی نشان دادند.»
>
> “Despite variability in guide models and evaluated parameters, operators of different experience levels demonstrated similar performance.”
>
> — Deus و همکاران، Aust Endod J 2025[۵]

محدودیت‌های اندودانتیکس هدایت‌شده

Connert و همکاران در مرور ۲۰۲۵ گزارش کردند که مطالعات آزمایشگاهی و بالینی متعدد دقت بالاتر، از دست رفتن کمتر عاج و موفقیت بیشتر را در مقایسه با روش آزاد نشان داده‌اند، اما فنون فعلی با هزینه، زمان برنامه‌ریزی و ضرورت تصویربرداری پیشرفته محدود می‌شوند.[۲]

> «با این حال، فنون فعلی با هزینه، زمان برنامه‌ریزی و ضرورت تصویربرداری پیشرفته محدود می‌شوند.»
>
> “However, the current techniques are limited by cost, planning time, and the necessity for advanced imaging.”
>
> — Connert و همکاران، Aust Dent J 2025[۲]

مقایسه ناوبری استاتیک و دینامیک

ویژگی	ناوبری استاتیک	ناوبری دینامیک
ابزار اجرا	راهنمای چاپ‌شده	سامانه دوربین و نشانگر
نرخ موفقیت در فراتحلیل	۹۸٫۵٪	۹۴٫۵٪
نقطه قوت	دقت عالی در کانال مستقیم	انعطاف حین درمان
محدودیت	دندان خلفی و کانال خمیده	آموزش زیاد و تجهیزات پرهزینه

منبع: Zubizarreta-Macho 2021؛ Connert 2022 و 2025.

نکات کاربردی برای رادیولوژیست

برداشت تحریریه از این شواهد:[۱، ۲، ۳، ۵]

- CBCT برای اندودانتیکس هدایت‌شده باید با کوچک‌ترین میدان دید پوشش‌دهنده دندان و ساختارهای ثبت و کیفیت کافی برای دیدن کانال باقی‌مانده تهیه شود.[۱]
- در گزارش، طول ناحیه کلسیفیه، موقعیت کانال باقی‌مانده و ضایعه اپیکال را مشخص کنید.[۱، ۲]
- در دندان‌های خلفی و کانال‌های خمیده، محدودیت ناوبری استاتیک را یادآوری کنید.[۲]
- ادعای برتری بالینی را با توجه به غلبه مطالعات آزمایشگاهی و گزارش مورد با احتیاط مطرح کنید.[۱، ۴]

جدول جمع‌بندی نکات

نکات کاربردی اندودانتیکس هدایت‌شده

محور	نکته کلیدی
اندیکاسیون	انسداد کانال پالپ با پاتوز اپیکال یا پالپیت
نرخ یافتن کانال	۹۸٫۱ درصد در فراتحلیل
استاتیک و دینامیک	تفاوت معنادار نداشتند
تجربه اپراتور	عملکرد مشابه در سطوح مختلف
کیفیت شواهد	غلبه مطالعات آزمایشگاهی و گزارش مورد
محدودیت	هزینه، زمان برنامه‌ریزی، تصویربرداری پیشرفته

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

پرسش‌های متداول

اندودانتیکس هدایت‌شده برای چه دندان‌هایی به کار می‌رود؟

عمدتاً دندان‌های دارای انسداد کانال پالپ همراه با پاتوز اپیکال یا پالپیت برگشت‌ناپذیر.[۱]

نرخ یافتن کانال با ناوبری رایانه‌ای چقدر است؟

در فراتحلیل ۱۳ مطالعه ۹۸٫۱ درصد گزارش شد.[۳]

ناوبری استاتیک بهتر است یا دینامیک؟

تفاوت نرخ موفقیت (۹۸٫۵ در برابر ۹۴٫۵ درصد) معنادار نبود؛ هر کدام محدودیت‌های خود را دارند.[۲،۳]

آیا تجربه اپراتور بر نتیجه اثر دارد؟

در مرور ۳۱ مقاله، اپراتورهای با تجربه متفاوت عملکرد مشابهی داشتند.[۵]

نقش CBCT در این روش چیست؟

CBCT همراه با اسکن سطحی، پایه برنامه‌ریزی مجازی مسیر دسترسی است.[1]

مهم‌ترین محدودیت‌ها کدام‌اند؟

هزینه، زمان برنامه‌ریزی، نیاز به تصویربرداری پیشرفته و شواهد بالینی محدود.[1،2]

جمع‌بندی

اندودانتیکس هدایت‌شده با تکیه بر CBCT و اسکن سطحی، یافتن کانال‌های کلسیفیه را قابل پیش‌بینی‌تر کرده و در فراتحلیل‌ها نرخ موفقیت حدود ۹۸ درصد داشته است. با این حال بیشتر شواهد آزمایشگاهی یا گزارش مورد است و هزینه، زمان برنامه‌ریزی و نیاز به تصویربرداری پیشرفته محدودیت‌های جدی‌اند. نقش رادیولوژیست تهیه CBCT متناسب با هدف و گزارش دقیق مسیر کانال و ناحیه کلسیفیه است.

مطالعه مرتبط در دانشنامه

- تصویربرداری اندودانتیکس از پری‌اپیکال تا CBCT
- ادغام CBCT و اسکن داخل دهانی
- دقت جراحی ایمپلنت با گاید استاتیک
- پیوند خودی دندان با هدایت دیجیتال
- تصویربرداری آسیب‌های تروماتیک دندانی
- طبقه‌بندی مورفولوژی ریشه و کانال در CBCT

منابع

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

1. Connert T, Weiger R, Krastl G. Present status and future directions - Guided endodontics. Int Endod J. 2022;55 Suppl 4(Suppl 4):995-1002. DOI PubMed PMC

2. Connert T, Walter E, Benz L, Schwendicke F, Leontiev W. Guided Endodontics-Potential and Limitations. Aust Dent J. 2025;70 Suppl 1(Suppl 1):S118-S128. DOI PubMed PMC

3. Zubizarreta-Macho Á, Valle Castaño S, Montiel-Company JM, Mena-Álvarez J. Effect of Computer-Aided Navigation Techniques on the Accuracy of Endodontic Access Cavities: A Systematic Review and Meta-Analysis. Biology (Basel). 2021;10(3):212. DOI PubMed PMC

4. Vasudevan A, Santosh SS, Selvakumar RJ, Sampath DT, Natanasabapathy V. Dynamic Navigation in Guided Endodontics - A Systematic Review. Eur Endod J. 2022;7(2):81-91. DOI PubMed PMC

5. Deus LB, Santana MLL, Siqueira PC, Rossi-Fedele G, Guedes OA, Silva JA, et al. Guided Endodontic Access Enhances the Management of Calcified Root Canals Regardless of Operator's Experience: A Scoping Review. Aust Endod J. 2025;51(2):275-283. 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: ۳۰ آبان ۱۴۰۵.