دانشنامه علمی چاوش طب آذین · chavoshteb.ir · به‌روزرسانی ۲۴ آبان ۱۴۰۵

ارزیابی راه هوایی با CBCT: پایایی اندازه‌گیری، نرم‌افزارها و جایگاه در آپنه خواب

ارزیابی راه هوایی با CBCT در شرایط محدود و کنترل‌شده پایایی متوسط تا عالی دارد و حجم راه هوایی پایاتر از حداقل سطح مقطع است. با این حال، تنها پنج مطالعه از ۴۲ مطالعه یک مرور سیستماتیک کیفیت بالا داشتند و شواهد، تجویز روتین CBCT را صرفاً برای غربالگری یا درجه‌بندی آپنه انسدادی خواب توجیه نمی‌کند.

نکات کلیدی این مقاله

- مرور ۴۲ مطالعه با ۹۵۶ بیمار، پایایی متوسط تا عالی را فقط در شرایط محدود نشان داد و تنها پنج مطالعه کیفیت بالا داشتند.[۱]
- حجم راه هوایی پایایی درون و میان آزمونگر بیشتری از حداقل سطح مقطع داشت.[۱]
- در مرور نرم‌افزارها، بیشتر برنامه‌های سگمنتیشن ابعاد راه هوایی را کمتر یا بیشتر از واقع برآورد کردند.[۴]
- در بزرگسالان مبتلا به آپنه انسدادی خواب، حجم راه هوایی در وضعیت ایستاده کمتر از گروه شاهد بود (Cohen's d برابر ۰٫۸۱-).[۵]
- مرور ۲۰۲۶ نتیجه گرفت که پارامترهای CBCT و CT برای تشخیص یا درجه‌بندی آپنه انسدادی خواب مفید نیستند.[۳]

CBCT در ارتودنسی و جراحی فک اغلب ناحیه حلق را نیز پوشش می‌دهد و همین موضوع، اندازه‌گیری حجم و سطح مقطع راه هوایی را وسوسه‌انگیز کرده است. اما ارزیابی راه هوایی با CBCT تنها زمانی معنا دارد که پروتکل اکتساب، جهت‌دهی تصویر، آستانه سگمنتیشن و نرم‌افزار تکرارپذیر باشند. این مقاله شواهد پایایی، دقت نرم‌افزارها و ارزش تشخیصی این اندازه‌گیری‌ها را برای رادیولوژیست دهان و فک مرور می‌کند.[۱، ۲]

فهرست مطالب

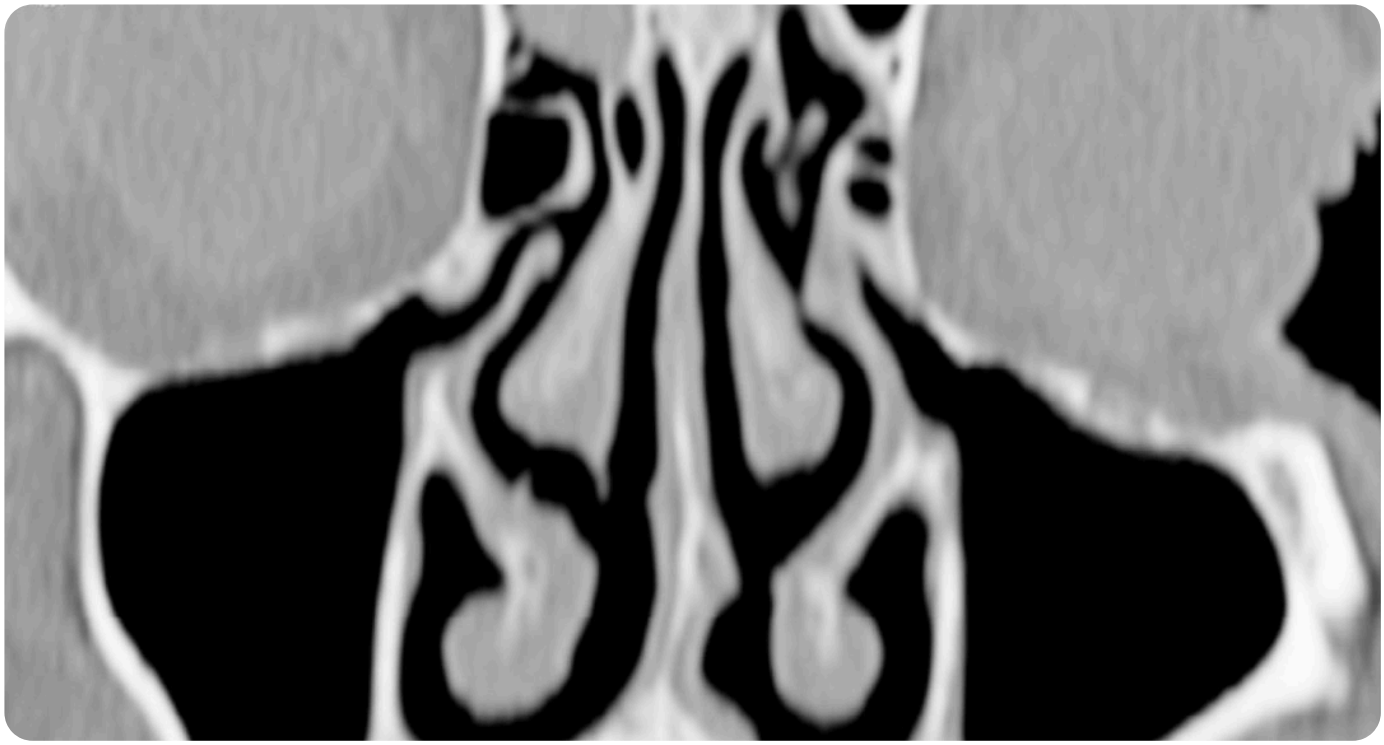
1. ارزیابی راه هوایی با CBCT و پرسش بالینی
2. پایایی اندازه‌گیری حجم و سطح مقطع
3. دقت نرم‌افزارهای سگمنتیشن راه هوایی

4. CBCT در آپنه انسدادی خواب
5. توصیه‌های گزارش‌نویسی و پروتکل
6. جدول جمع‌بندی نکات
7. پرسش‌های متداول
8. جمع‌بندی
9. مطالعه مرتبط در دانشنامه
10. منابع

ارزیابی راه هوایی با CBCT و پرسش بالینی

راه هوایی فوقانی ساختاری پویاست و ابعاد آن با تنفس، بلع، وضعیت سر و زبان و وضعیت بدن تغییر می‌کند. CBCT تنها یک لحظه از این ساختار پویا را در طول زمان اسکن ثبت می‌کند. بنابراین هر عدد حجم یا سطح مقطع باید همراه با شرایط اکتساب گزارش شود تا قابل مقایسه باشد.

در بیشتر موارد، حلق به‌صورت فرعی در حجم CBCT ارتودنسی یا جراحی دیده می‌شود. تجویز CBCT تنها برای ارزیابی راه هوایی پرسش دیگری است که باید با اصل توجیه و دوز بیمار سنجیده شود.[۳]



برش کرونال CT از حفره بینی و کمپلکس استیومئاتال؛ بخش فوقانی راه هوایی که در CBCT سر و گردن نیز دیده می‌شود. تصویر: Mikael Häggström، Wikimedia Commons؛ مجوز CC BY 4.0، با تغییر اندازه.

پایایی اندازه‌گیری حجم و سطح مقطع

Zimmerman و همکاران ۴۲ مطالعه شامل اسکن CBCT ۹۵۶ بیمار را بررسی کردند. مطالعات از دستگاه‌ها و تنظیمات متنوعی استفاده کرده بودند و تنها پنج مطالعه کیفیت بالا داشتند. شواهد موجود در شرایط محدود و مشخص، پایایی درون و میان آزمونگر متوسط تا عالی نشان داد و حجم راه هوایی از حداقل سطح مقطع پایاتر بود.[۱]

به گفته همین مرور، مهم‌ترین ضعف روش‌شناختی مطالعات، نبود جهت‌دهی دستی تصاویر و انتخاب آستانه حساسیت در پروتکل بود؛ دو عاملی که مستقیماً مرز هوا و بافت نرم را در سگمنتیشن تعیین می‌کنند.[۱]

> «ادبیات موجود پایایی متوسط تا عالی را گزارش می‌کند و حجم راه هوایی پایایی بیشتری از حداقل سطح مقطع دارد. با این حال، تنها جنبه‌های محدودی از فرایند تحلیل راه هوایی ارزیابی شده است.»
>
> “The current literature reports moderate to excellent reliability, with airway volume having higher reliability than minimum cross-sectional area. However, only limited aspects of the process of airway analysis have been evaluated”
>
> — Zimmerman و همکاران، Eur J Orthod 2017[۱]

سگمنتیشن سه‌بعدی و اعتبار مدل

مرور Alsufyani و همکاران از ۱۶ مقاله، تنها پنج مقاله را بالاتر از ۵۰٪ امتیاز روش‌شناختی یافت. هشت مقاله پایایی مدل را گزارش کرده بودند، اما تنها سه مقاله از ضریب همبستگی درون‌طبقه‌ای (ICC) استفاده کردند و فقط یک مقاله روش کافی برای آزمون دقت مدل داشت.[۲]

نتیجه آن مرور این بود که ادبیات، توجیه علمی کافی برای یک پروتکل مطمئن و بهینه CBCT برای تصویربرداری راه هوایی ارائه نمی‌کند.[۲]

عوامل اثرگذار بر پایایی اندازه‌گیری راه هوایی در CBCT

عامل	اثر بر اندازه‌گیری	توصیه
جهت‌دهی تصویر	تغییر مرز صفحات مرجع و سطح مقطع	جهت‌دهی دستی پیش از اندازه‌گیری
آستانه سگمنتیشن	جابه‌جایی مرز هوا و بافت نرم	ثبت و ثابت نگه‌داشتن آستانه
وضعیت بیمار و تنفس	تغییر ابعاد ساختار پویا	ثبت وضعیت و یکسان‌سازی در پیگیری

عامل	اثر بر اندازه‌گیری	توصیه
نوع شاخص	حداقل سطح مقطع حساس‌تر از حجم	گزارش حجم همراه با تعریف مرزها

منبع: جمع‌بندی تحریریه بر پایه Zimmerman 2017 و Alsufyani 2012.

دقت نرم‌افزارهای سگمنتیشن راه هوایی

Templier و همکاران ۱۶ مطالعه را بررسی کردند که شش مطالعه به دقت MDCT یا CBCT و ۱۰ مطالعه به دقت نرم‌افزار پرداخته بودند. نتیجه این بود که دقت اندازه‌گیری ابعاد راه هوایی به برند دستگاه، پارامترها و روش سگمنتیشن وابسته است.[۴]

از ۱۲ برنامه مطالعه‌شده، بیشتر آن‌ها اندازه‌ها را کمتر یا بیشتر از واقع برآورد کردند. OnDemand3D و INVIVO دقت ضعیفی نشان دادند، در حالی که Invesalius و MIMICS با آستانه تعاملی در ارزیابی حفره‌های بینی دقیق بودند. نویسندگان سگمنتیشن کاملاً خودکار مبتنی بر هوش مصنوعی را آینده این حوزه دانستند، اما مطالعات بیشتری را لازم شمردند.[۴]

پیامد عملی برای گزارش

عدد حجم راه هوایی که با یک نرم‌افزار و آستانه خاص به دست آمده، با عدد نرم‌افزار دیگر قابل مقایسه مستقیم نیست. برای پیگیری یک بیمار، ثابت ماندن دستگاه، وضعیت سر، مرزهای آناتومیک و نرم‌افزار حداقل شرط مقایسه است.

CBCT در آپنه انسدادی خواب

در مرور و فراتحلیل Gurgel و همکاران روی ۲۹ مطالعه با خطر سوگیری متوسط تا بالا، تفاوت آماری میان وضعیت ایستاده و خوابیده در سطح راه هوایی دیده نشد (p برابر ۰٫۱۸). در وضعیت ایستاده، حجم راه هوایی بیماران آپنه کمتر از گروه شاهد بود (Cohen's d برابر ۰٫۸۱-) و بعد قدامی‌خلفی نیز مستقل از وضعیت کمتر بود (d برابر ۰٫۵۲-).[۵]

دانشنامه علمی چاوش طب آذین

تفاوت ابعاد راه هوایی در آپنه انسدادی خواب

اندازه اثر (قدر مطلق Cohen's d) در مقایسه با گروه شاهد



منبع: Gurgel و همکاران، Sleep Breath 2023؛ اندازه اثر منفی است و کوچک‌تر بودن ابعاد را در گروه آپنه نشان می‌دهد.

اندازه اثر تفاوت ابعاد راه هوایی در آپنه انسدادی خواب؛ نمودار تحریریه بر پایه Gurgel و همکاران (۲۰۲۳).

اما تفاوت میانگین گروه‌ها به معنای توان تشخیصی برای فرد نیست. مرور Sambale و همکاران از ۳۹۲ رکورد، ۱۱ مطالعه را وارد کرد که بیشتر آن‌ها خطر سوگیری بالا داشتند. تنها یافته نسبتاً پایدار، حداقل سطح مقطع کوچک‌تر در ناحیه رتروپالاتال بود و سایر پارامترها ناهمسو بودند و با شدت بیماری همبستگی روشنی نداشتند.[۳]

> «شواهد موجود از پارامترهای راه هوایی، اسکلتی یا بافت نرم مشتق از CBCT و CT به‌عنوان ابزاری مفید برای تشخیص و درجه‌بندی آپنه انسدادی خواب یا پیش‌بینی پاسخ به درمان پشتیبانی نمی‌کند.»
>
> “Available evidence does not support CBCT- and CT-derived airway, skeletal or soft-tissue parameter as useful tools for diagnosing and grading of OSA or predicting treatment response.”
>
> — Sambale و همکاران، Head Face Med 2026[۳]

شواهد CBCT راه هوایی در آپنه انسدادی خواب

مرور	دامنه	یافته
Gurgel ۲۰۲۳	۲۹ مطالعه، سوگیری متوسط تا بالا	حجم و ابعاد کوچک‌تر در گروه آپنه

مرور	دامنه	یافته
Sambale ۲۰۲۶	۱۱ مطالعه از ۳۹۲ رکورد	فقط CSAmin رتروپالاتال پایدار؛ فاقد ارزش تشخیصی
Templier ۲۰۲۳	۱۶ مطالعه دقت دستگاه و نرم‌افزار	دقت وابسته به برند، پارامتر و سگمنتیشن

منبع: چکیده‌های منتشرشده مرورها؛ فهرست منابع همین مقاله.

توصیه‌های گزارش‌نویسی و پروتکل

وقتی حلق در حجم CBCT دیده می‌شود، گزارش یافته‌های آشکار مانند تنگی شدید، هیپرتروفی بافت لنفاوی یا توده، بخشی از تفسیر کل حجم است. اما ارائه عدد حجم یا سطح مقطع به‌عنوان شاخص تشخیصی آپنه با شواهد فعلی پشتیبانی نمی‌شود.[۳]

- ثبت وضعیت بیمار، وضعیت سر و مرحله تنفس در صورت امکان.
- جهت‌دهی دستی حجم به صفحه مرجع پیش از اندازه‌گیری.[۱]
- ذکر نرم‌افزار، نسخه و آستانه سگمنتیشن در گزارش.[۴]
- پرهیز از تجویز CBCT تنها برای غربالگری آپنه خواب.[۳]

جدول جمع‌بندی نکات

نکات کاربردی ارزیابی راه هوایی با CBCT

محور	نکته کلیدی
پایایی	متوسط تا عالی فقط در شرایط کنترل‌شده
شاخص پایاتر	حجم راه هوایی نسبت به حداقل سطح مقطع
نرم‌افزار	بیشتر برنامه‌ها برآورد نادرست داشتند
آپنه خواب	فاقد ارزش تشخیصی یا درجه‌بندی

محور	نکته کلیدی
توجیه	نه برای غربالگری روتین آپنه

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

پرسش‌های متداول

ارزیابی راه هوایی با CBCT چقدر پایاست؟

در شرایط محدود و کنترل‌شده پایایی متوسط تا عالی گزارش شده، اما تنها پنج مطالعه از ۴۲ مطالعه کیفیت بالا داشتند.[۱]

حجم راه هوایی پایاتر است یا حداقل سطح مقطع؟

حجم راه هوایی پایایی درون و میان آزمونگر بیشتری از حداقل سطح مقطع نشان داده است.[۱]

آیا نتایج نرم‌افزارهای مختلف قابل مقایسه‌اند؟

خیر؛ بیشتر برنامه‌ها ابعاد را کمتر یا بیشتر از واقع برآورد کردند و دقت به روش سگمنتیشن وابسته بود.[۴]

آیا CBCT برای تشخیص آپنه انسدادی خواب کاربرد دارد؟

شواهد فعلی پارامترهای CBCT را برای تشخیص یا درجه‌بندی آپنه انسدادی خواب مفید نمی‌داند.[۳]

وضعیت ایستاده یا خوابیده چه اثری بر سطح راه هوایی دارد؟

در فراتحلیل، تفاوت آماری میان دو وضعیت در سطح راه هوایی دیده نشد.[۵]

چرا پروتکل استاندارد برای CBCT راه هوایی وجود ندارد؟

مطالعات معتبر کم‌اند و ادبیات توجیه کافی برای یک پروتکل بهینه ارائه نکرده است.[۲]

جمع‌بندی

ارزیابی راه هوایی با CBCT ابزاری برای توصیف آناتومی در لحظه اسکن است، نه آزمون تشخیصی آپنه خواب. پایایی آن به جهت‌دهی، آستانه سگمنتیشن و نرم‌افزار بستگی دارد و اعداد حاصل از سامانه‌های مختلف به‌سادگی قابل مقایسه نیستند. برای رادیولوژیست، گزارش یافته‌های آشکار در کل حجم ضروری است، اما تجویز CBCT تنها برای ارزیابی راه هوایی باید

محدود به پرسش‌های مشخص بالینی یا برنامه‌ریزی جراحی باشد.

مطالعه مرتبط در دانشنامه

- CBCT در ارتودنسی: شواهد توجیه
- مسئولیت تفسیر کل حجم CBCT
- نرم‌افزارهای مشاهده و تحلیل CBCT
- توجیه تصویربرداری در دهان و فک
- حرکت بیمار کودک حین CBCT
- یافته‌های اتفاقی در رادیوگرافی پانورامیک

منابع

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

1. Zimmerman JN, Lee J, Pliska BT. Reliability of upper pharyngeal airway assessment using dental CBCT: a systematic review. Eur J Orthod. 2017;39(5):489-496. DOI PubMed

2. Alsufyani NA, Flores-Mir C, Major PW. Three-dimensional segmentation of the upper airway using cone beam CT: a systematic review. Dentomaxillofac Radiol. 2012;41(4):276-84. DOI PubMed متن کامل PMC

3. Sambale J, Hass J, Koehler U, Waldmann S, Korbmacher-Steiner HM. Diagnostic and prognostic value of (cone-beam) computed tomography in dental sleep medicine for obstructive sleep apnea: a systematic review. Head Face Med. 2026;22(1):36. DOI PubMed متن کامل PMC

4. Templier L, Rossi C, Lagravère Vich M, Fernández Pujol R, Muwanguzi M, Gianoni-Capenakas S. Are multi-detector computed tomography and cone-beam computed tomography exams and software accurate to measure the upper airway? A systematic review. Eur J Orthod. 2023;45(6):818-831. DOI PubMed

5. Gurgel ML, Junior CC, Cevidanes LHS, de Barros Silva PG, Carvalho FSR, Kurita LM, et al. Methodological parameters for upper airway assessment by cone-beam computed tomography in adults with obstructive sleep apnea: a systematic review of the literature and meta-analysis. Sleep Breath. 2023;27(1):1-30. DOI PubMed متن کامل 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: ۲۴ آبان ۱۴۰۵.