حرکت بیمار کودک حین CBCT: فراوانی، اثر بر کیفیت تصویر و راهکارهای کاهش

حرکت بیمار در CBCT شایع است و در کودکان بیشتر دیده می‌شود: با حسگر شتاب‌سنج-ژیروسکوپ، حرکت ۰٫۵ میلی‌متر یا بیشتر در ۷۷٫۷٪ اسکن‌ها ثبت شد و در بیماران زیر ۱۶ سال به ۹۲٫۳٪ رسید. حرکت‌های کوچک لزوماً تصویر را غیرقابل‌تفسیر نمی‌کنند، اما حرکت ۳ میلی‌متر یا بیشتر خطر تفسیرناپذیری را به‌طور معنادار افزایش می‌دهد. انتخاب دستگاه و روش تثبیت سر، کوتاه کردن زمان اسکن و آماده‌سازی کودک مؤثرترین ابزارهای کاهش این خطرند.

نکات کلیدی این مقاله

- مرور سیستماتیک ۲۰۱۶: در مطالعات مبتنی بر پایش بیمار، حرکت در حدود ۲۰٪ موارد و در مطالعات مبتنی بر شناسایی آرتیفکت تا ۴۱٫۵٪ گزارش شد.[۲]
- با حسگر شتاب‌سنج-ژیروسکوپ، حرکت ۰٫۵ میلی‌متر یا بیشتر در ۷۷٫۷٪ اسکن‌ها ثبت شد؛ مشاهده ویدئویی ۷۱٫۹٪ این حرکت‌ها را از دست داد.[۳]
- حرکت ۳ میلی‌متر یا بیشتر خطر غیرقابل‌تفسیر شدن تصویر را افزایش داد (نسبت شانس ۳٫۲ تا ۱۱٫۳).[۴]
- در شبیه‌سازی CBCT در کودکان ۱۰ تا ۱۴ ساله، بین ۶۰٪ تا ۱۰۰٪ کودکان بسته به دستگاه حرکت کردند و وضعیت درازکش با تکیه‌گاه فومی کمترین حرکت شدید را داشت.[۵]
- در ۶۳۶۴ بیمار، نرخ تکرار اسکن به دلیل آرتیفکت حرکتی ۱٫۹۶٪ بود و در کودکان زیر ۱۰ سال به‌طور معنادار بیشتر بود.[۶]

CBCT در دندانپزشکی کودکان برای ارزیابی دندان‌های نهفته، ناهنجاری‌های تکاملی، تروما و برنامه‌ریزی ارتودنسی به کار می‌رود. در این گروه سنی، هر اسکن باید با بیشترین بازده تشخیصی و کمترین دوز انجام شود و تکرار اسکن به دلیل آرتیفکت حرکتی مستقیماً با این هدف در تضاد است.[۱] در طول زمان اسکن، هر جابه‌جایی سر می‌تواند داده‌های پروجکشن را ناسازگار کند و به آرتیفکت حرکتی بینجامد.

فهرست مطالب

1. حرکت بیمار در CBCT و آسیب‌پذیری بیشتر کودکان
2. اثر حرکت بر کیفیت و تفسیرپذیری تصویر
3. راهکارهای کاهش حرکت در کودکان
4. جدول جمع‌بندی نکات
5. پرسش‌های متداول
6. جمع‌بندی
7. مطالعه مرتبط در دانشنامه
8. منابع

حرکت بیمار در CBCT و آسیب‌پذیری بیشتر کودکان

بازسازی حجم در CBCT فرض می‌کند که سوژه در تمام مدت چرخش منبع و آشکارساز ثابت است. هر جابه‌جایی سر باعث می‌شود پروجکشن‌های گرفته‌شده در زوایای مختلف با یکدیگر هم‌خوانی نداشته باشند و نتیجه آن به شکل آرتیفکت در حجم بازسازی‌شده ظاهر شود.[۲] مرور سیستماتیک Spin-Neto و Wenzel نشان داد که حرکت بیمار معمولاً به صورت الگوهای نواری و حلقوی، دوخطی شدن لبه‌های استخوانی و کاهش کلی وضوح دیده می‌شود.[۲]

همین مرور بر اجماع نسبی مطالعات تأکید کرد که بیماران جوان، یعنی کودکان و نوجوانان، اغلب حین اسکن حرکت می‌کنند.[۲] کوتاه بودن آستانه تحمل، اضطراب و ناآشنایی با محیط تصویربرداری از عوامل محتمل این تفاوت‌اند؛ برداشت تحریریه این است که بخش بزرگی از این عوامل با آماده‌سازی و انتخاب درست دستگاه قابل مدیریت است.



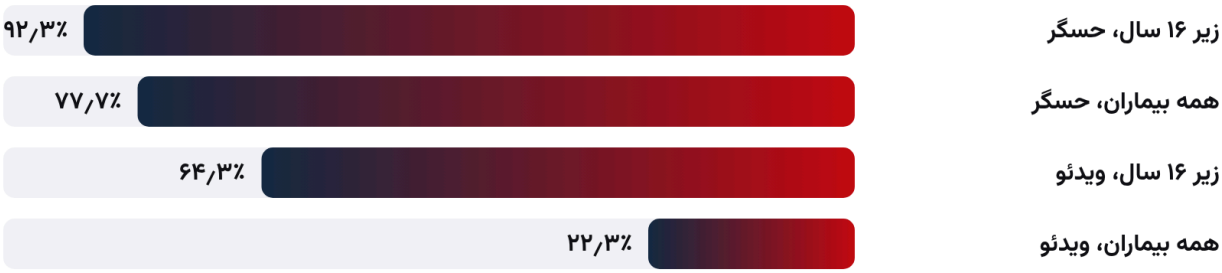
همکاری کودک و آشنایی او با محیط درمان پیش از تصویربرداری اهمیت دارد. عکس: Nadezhda Moryak در Pexels؛ مجوز Pexels.

فراوانی حرکت: مشاهده ویدئویی در برابر حسگر

روش شناسایی حرکت، فراوانی گزارش‌شده را به‌شدت تغییر می‌دهد. در مطالعه‌ای روی ۲۰۶ اسکن در ۱۸۱ بیمار ۹ تا ۸۴ ساله، حسگر شتاب‌سنج-ژیروسکوپ متصل به سر، حرکت ۰٫۵ میلی‌متر یا بیشتر را در ۷۷٫۷٪ اسکن‌ها ثبت کرد، در حالی که مشاهده ویدئویی تنها در ۲۲٫۳٪ اسکن‌ها حرکت را تشخیص داد.[۳] در بیماران زیر ۱۶ سال، این ارقام به ۹۲٫۳٪ با حسگر و ۶۴٫۳٪ با مشاهده ویدئویی رسید.[۳]

فراوانی حرکت بیمار حین CBCT

درصد اسکن‌های دارای حرکت ۰٫۵ میلی‌متر یا بیشتر (۲۰۶ اسکن)



منبع: Spin-Neto R و همکاران، Dentomaxillofac Radiol 2017;46(2):20160289.

فراوانی حرکت بیمار بر حسب روش شناسایی و سن؛ نمودار تحریریه بر پایه Spin-Neto و همکاران (۲۰۱۷).

حرکت‌های چندصفحه‌ای مانند چرخش جانبی سر و حرکت بلع یا تکان دادن سر بیشتر با چشم دیده می‌شدند، اما حرکت‌های تک‌صفحه‌ای مانند بالا بردن سر و جابه‌جایی قدامی-خلفی اغلب از دید پنهان می‌ماندند.[۳] پیام عملی برای کاربر دستگاه این است که نبود حرکت قابل‌مشاهده، تضمین سکون بیمار نیست.

> «ثبت حرکت با حسگر شتاب‌سنج-ژیروسکوپ، شیوع بیشتری از حرکت بیمار حین CBCT را نسبت به ثبت با مشاهده ویدئویی نشان داد.»
>
> “AG-based movement registration resulted in a higher prevalence of patient movement during CBCT examination than VO-based registration.”
>
> — Spin-Neto و همکاران، Dentomaxillofac Radiol 2017[۳]

اثر حرکت بر کیفیت و تفسیرپذیری تصویر

هر حرکتی به تصویر غیرقابل‌استفاده منجر نمی‌شود. در مطالعه‌ای روی ۳۳ بیمار ۹ تا ۲۵ ساله که حین اسکن حرکت کرده بودند و ۳۳ بیمار هم‌سان بدون حرکت، ارزیابی جداگانه تصاویر رابطه‌ای میان حرکت و کیفیت نشان نداد. اما در مقایسه جفتی، تعداد تجمعی حرکت‌ها (سه بار یا بیشتر)، مدت حرکت (شش ثانیه یا بیشتر) و چندصفحه‌ای بودن آن با کیفیت پایین‌تر همراه بود.[۷]

مطالعه آینده‌نگر دیگری با ۱۶۲ اسکن در ۱۳۴ بیمار نشان داد که حرکت‌های کمتر از ۳ میلی‌متر تفسیرپذیری را به‌طور معنادار کاهش نمی‌دهند، در حالی که برای حرکت ۳ میلی‌متر یا بیشتر، خطر «غیرقابل‌تفسیر» بودن تصویر با نسبت شانس ۳٫۲ تا ۱۱٫۳ افزایش یافت. وجود فلز یا مواد رادیواپک در FOV نیز عامل خطر مستقلی بود.[۴]

اثر ویژگی‌های حرکت بر کیفیت تصویر CBCT

ویژگی حرکت	یافته	منبع
فاصله کمتر از ۳ میلی‌متر	اثر معنادار بر تفسیرپذیری نداشت	Spin-Neto ۲۰۱۸
فاصله ۳ میلی‌متر یا بیشتر	نسبت شانس تفسیرناپذیری ۳٫۲ تا ۱۱٫۳	Spin-Neto ۲۰۱۸
تعداد سه بار یا بیشتر	کیفیت پایین‌تر در مقایسه جفتی	Spin-Neto ۲۰۱۶
مدت شش ثانیه یا بیشتر	کیفیت پایین‌تر در مقایسه جفتی	Spin-Neto ۲۰۱۶
حرکت چندصفحه‌ای	کیفیت پایین‌تر از حرکت تک‌صفحه‌ای	Spin-Neto ۲۰۱۶

منبع: Spin-Neto و همکاران، Dentomaxillofac Radiol 2016 و 2018.

نرخ تکرار اسکن و پیامد دوزی

تکرار اسکن با همان پروتکل، دوز بیمار را برای همان پرسش تشخیصی عملاً دو برابر می‌کند. در یک مطالعه گذشته‌نگر روی داده‌های ۶۳۶۴ بیمار، اسکن به دلیل آرتیفکت حرکتی در ۱٫۹۶٪ بیماران تکرار شده بود؛ این نرخ در کودکان زیر ۱۰ سال به‌طور معنادار بیشتر از سایر گروه‌های سنی و در مردان بیشتر از زنان بود.[۶]

در مطالعه‌ای دیگر روی ۲۴۸ اسکن، تکرار اسکن در ۶٫۴٪ موارد رخ داد و استفاده از FOV بزرگ با نسبت شانس ۵٫۸ عامل معنادار تکرار بود.[۸] برداشت تحریریه: محدود کردن FOV به ناحیه مورد پرسش، علاوه بر کاهش دوز، احتمال نیاز به تکرار را نیز کم می‌کند.

راهکارهای کاهش حرکت در کودکان

مهم‌ترین شواهد مستقیم برای کودکان از شبیه‌سازی CBCT در ۴۰ کودک ۱۰ تا ۱۴ ساله به دست آمده است. بسته به دستگاه، بین ۶۰٪ تا ۱۰۰٪ کودکان حین آزمون حرکت کردند. حرکت شدید یا بسیار شدید به نوع دستگاه و سن وابسته بود و هرچه کودک کوچک‌تر بود، خطر بیشتر بود. وضعیت درازکش همراه با تکیه‌گاه فومی سر کمترین حرکت شدید را داشت و

بیشتر کودکان نیز همین وضعیت را ترجیح دادند.[۵]

> «شیوع حرکت شدید و بسیار شدید با روش قرارگیری بیمار و ابزارهای تثبیت سر دستگاه، به‌صورت ترکیبی، و با سن کودک مرتبط بود.»
>
> “The prevalence of severe and extreme motion was associated with the unit's patient positioning method and head immobilization devices combined, and child age.”
>
> — Spin-Neto و همکاران، Dentomaxillofac Radiol 2021[۵]

راهکارهای عملی کاهش حرکت بیمار کودک

راهکار	پشتوانه شواهد	نکته اجرایی
انتخاب روش قرارگیری و تثبیت سر	کمترین حرکت شدید در وضعیت درازکش با تکیه‌گاه فومی	شناخت گزینه‌های تثبیت دستگاه پیش از اسکن کودک
کوتاه کردن زمان و FOV	FOV بزرگ عامل تکرار اسکن بود	انتخاب کوچک‌ترین FOV و کوتاه‌ترین پروتکل متناسب با پرسش
آماده‌سازی و توضیح به کودک	خطر حرکت با کاهش سن بیشتر می‌شود	تمرین کوتاه و توضیح ساده پیش از تابش
پایش حین اسکن	مشاهده ویدئویی بخشی از حرکت‌ها را از دست می‌دهد	بررسی حجم بازسازی‌شده پیش از ترخیص بیمار
ارزیابی پیش از تکرار	حرکت کوچک لزوماً تفسیر را مختل نمی‌کند	تصمیم برای تکرار بر پایه تفسیرپذیری، نه صرفاً وجود آرتیفکت

منبع: جمع‌بندی تحریریه بر پایه Spin-Neto ۲۰۱۵، ۲۰۱۷، ۲۰۱۸ و ۲۰۲۱.

جایگاه در بهینه‌سازی دوز کودکان

بیانیه موضع پروژه اروپایی DIMITRA بر توصیه‌های مبتنی بر اندیکاسیون و ویژه هر بیمار برای CBCT کودکان تأکید می‌کند.[۱] کاهش حرکت بیمار مکمل این رویکرد است: پروتکل کم‌دوز تنها زمانی سودمند است که تصویر حاصل در همان نوبت اول قابل تفسیر باشد.

جدول جمع‌بندی نکات

نکات کلیدی حرکت بیمار کودک در CBCT

محور	نکته کلیدی
فراوانی	۷۷٫۷٪ اسکن‌ها با حسگر؛ ۹۲٫۳٪ در زیر ۱۶ سال
شناسایی	مشاهده ویدئویی بخش بزرگی از حرکت‌ها را نمی‌بیند
آستانه بالینی	حرکت ۳ میلی‌متر یا بیشتر خطر تفسیرناپذیری را بالا می‌برد
تکرار اسکن	۱٫۹۶٪ در یک مطالعه بزرگ؛ بیشتر در زیر ۱۰ سال
پیشگیری	تثبیت مناسب سر، FOV کوچک، آماده‌سازی کودک

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

پرسش‌های متداول

حرکت بیمار در CBCT چقدر شایع است؟

با حسگر شتاب‌سنج-ژیروسکوپ، حرکت ۰٫۵ میلی‌متر یا بیشتر در ۷۷٫۷٪ اسکن‌ها ثبت شد؛ مشاهده ویدئویی تنها ۲۲٫۳٪ را نشان داد.[۳]

آیا کودکان بیشتر از بزرگسالان حرکت می‌کنند؟

بله؛ در بیماران زیر ۱۶ سال، حرکت در ۹۲٫۳٪ اسکن‌ها با حسگر ثبت شد و در شبیه‌سازی، هرچه کودک کوچک‌تر بود خطر حرکت شدید بیشتر بود.[۳، ۵]

آرتیفکت حرکتی در تصویر CBCT چه شکلی دارد؟

الگوهای نواری و حلقوی، دوخطی شدن لبه‌های استخوانی و کاهش کلی وضوح.[۲]

از چه مقدار حرکت تصویر غیرقابل‌تفسیر می‌شود؟

حرکت کمتر از ۳ میلی‌متر اثر معناداری نداشت، اما حرکت ۳ میلی‌متر یا بیشتر خطر تفسیرناپذیری را افزایش داد.[۴]

نرخ تکرار اسکن به دلیل حرکت چقدر است؟

در یک مطالعه ۶۳۶۴ بیماری ۱٫۹۶٪ بود و در کودکان زیر ۱۰ سال بیشتر بود.[۶]

کدام روش تثبیت سر برای کودکان بهتر بود؟

در شبیه‌سازی، وضعیت درازکش با تکیه‌گاه فومی کمترین حرکت شدید را داشت و ترجیح بیشتر کودکان نیز بود.[۵]

جمع‌بندی

حرکت بیمار یکی از شایع‌ترین علل افت کیفیت و تکرار اسکن CBCT در کودکان است. شواهد نشان می‌دهد که بیشتر بیماران دست‌کم حرکت کوچکی دارند، اما آنچه تفسیر را مختل می‌کند حرکت‌های بزرگ، طولانی، مکرر یا چندصفحه‌ای است. انتخاب دستگاه و روش تثبیت سر مناسب، کوچک‌ترین FOV لازم، آماده‌سازی کودک و ارزیابی تفسیرپذیری پیش از تصمیم به تکرار، اجزای اصلی یک رویکرد مبتنی بر شواهد هستند.

مطالعه مرتبط در دانشنامه

- رادیولوژی دندان کودکان: اصول و گایدلاین‌ها
- آرتیفکت CBCT: طبقه‌بندی و منشأ فیزیکی
- پارامترهای اکسپوژر CBCT: kVp، mA و زمان اسکن
- فناوری کم‌دوز CBCT و دقت تشخیصی
- CBCT در ارتودنسی: شواهد توجیه
- 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.

Oenning AC, Jacobs R, Pauwels R, Stratis A, Hedesiu M, Salmon B. Cone-beam CT in paediatric dentistry: DIMITRA project position statement. Pediatr Radiol. 2018;48(3):308-316. DOI PubMed

Spin-Neto R, Wenzel A. Patient movement and motion artefacts in cone beam computed tomography of the dentomaxillofacial region: a systematic literature review. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2016;121(4):425-33. DOI PubMed

Spin-Neto R, Matzen LH, Schropp L, Gotfredsen E, Wenzel A. Detection of patient movement during CBCT examination using video observation compared with an accelerometer-gyroscope tracking system. Dentomaxillofac Radiol. 2017;46(2):20160289. DOI PubMed متن کامل PMC

Spin-Neto R, Costa C, Salgado DM, Zambrana NR, Gotfredsen E, Wenzel A. Patient movement characteristics and the impact on CBCT image quality and interpretability. Dentomaxillofac Radiol. 2018;47(1):20170216. DOI PubMed متن کامل PMC

Spin-Neto R, Hauge Matzen L, Hermann L, Fuglsig JMCES, Wenzel A. Head motion and perception of discomfort by young children during simulated CBCT examinations. Dentomaxillofac Radiol. 2021;50(3):20200445. DOI PubMed متن کامل PMC

Kalabalık F, Aytuğar E, Aykanat F, Çiftçi C. Repetition Rate of Scanning Due to Motion Artefacts in Cone-Beam Computed Tomography: a Retrospective Study. J Oral Maxillofac Res. 2024;15(1):e6. DOI PubMed متن کامل PMC

Spin-Neto R, Matzen LH, Schropp L, Gotfredsen E, Wenzel A. Movement characteristics in young patients and the impact on CBCT image quality. Dentomaxillofac Radiol. 2016;45(4):20150426. DOI PubMed متن کامل PMC

Spin-Neto R, Matzen LH, Schropp L, Gotfredsen E, Wenzel A. Factors affecting patient movement and re-exposure in cone beam computed tomography examination. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2015;119(5):572-8. 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: ۲۳ آبان ۱۴۰۵.