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

بیمار مجازی در دندانپزشکی دیجیتال: دقت ادغام اسکن صورت با CBCT و اسکن داخل دهانی

بیمار مجازی از ادغام اسکن صورت، اسکن داخل دهانی و CBCT ساخته می‌شود و دقت آن به روش ثبت وابسته است: صحت ۰٫۵۰ تا ۱٫۶۴ و دقت تکرارپذیری ۰٫۰۴ تا ۰٫۱۴ میلی‌متر با اسکن‌بادی، و انحراف ۰٫۳۵ میلی‌متر در خط میانی با CBCT میدان دید کوچک. ثبت خودکار بدون آرتیفکت هم‌تراز روش‌های متداول بود.

نکات کلیدی این مقاله

- در ۵۰ بیمار، ثبت اسکن صورت روی CBCT با میدان دید کوچک در خط میانی انحراف میانه ۰٫۳۵ میلی‌متر داشت.[۳]
- صحت بیمار مجازی با دو سیستم اسکن‌بادی بین ۰٫۵۰ تا ۱٫۶۴ میلی‌متر و دقت تکرارپذیری بین ۰٫۰۴ تا ۰٫۱۴ میلی‌متر بود.[۱]
- در کارآزمایی تصادفی روی ۱۵۰ بیمار، ثبت خودکار مبتنی بر هوش مصنوعی در نبود ترمیم با روش‌های متداول تفاوتی نداشت.[۴]
- دقت اسکنرهای پرتابل صورت در فراتحلیل ۹ مطالعه با اسکنرهای ثابت تفاوت معناداری نداشت.[۵]
- انحراف اسکن بافت‌های صورت در مرور ۳۴ مطالعه بین ۱۴۰ تا ۱۳۳۰ میکرومتر بود.[۲]

بازنمایی سه‌بعدی مجازی بیمار با هدف ورود مرجع‌های صورت به برنامه‌ریزی درمان و طراحی پروتز ساخته می‌شود، اما دقت آن روشن نبوده است.[۱] دقت تصاویر مجازی در دندانپزشکی دیجیتال برای موفقیت بازسازی دهان اهمیت اساسی دارد.[۲] این مقاله شواهد دقت ساخت بیمار مجازی را با تمرکز بر ادغام اسکن صورت و نقش CBCT برای رادیولوژیست دهان و فک مرور می‌کند؛ ثبت CBCT و اسکن داخل دهانی در مقاله جداگانه این دانشنامه بررسی شده است.

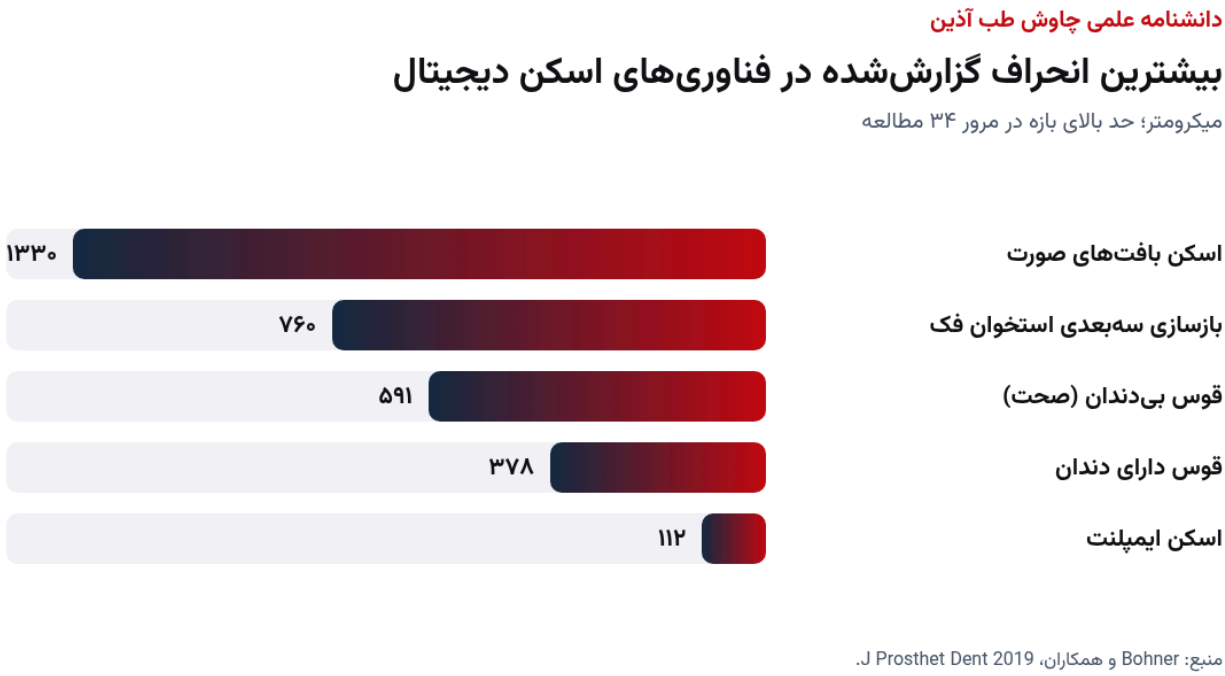
فهرست مطالب

1. بیمار مجازی و اجزای آن
2. ثبت اسکن صورت روی CBCT
3. ثبت CBCT با داده اسکن و نقش هوش مصنوعی

4. اسکنرهای پرتابل صورت
5. نکات کاربردی برای رادیولوژیست
6. جدول جمع‌بندی نکات
7. پرسش‌های متداول
8. جمع‌بندی
9. مطالعه مرتبط در دانشنامه
10. منابع

بیمار مجازی و اجزای آن

بیمار مجازی از سه منبع داده ساخته می‌شود: اسکن صورت برای بافت نرم، اسکن داخل دهانی برای دندان‌ها و بافت‌های دهان و CBCT برای استخوان و ریشه‌ها. مرور سیستماتیک Bohner و همکاران با ۳۴ مطالعه نشان داد انحراف اسکن بافت‌های صورت بین ۱۴۰ تا ۱۳۳۰ میکرومتر و بازسازی سه‌بعدی استخوان فک بین ۱۰۶ تا ۷۶۰ میکرومتر بود؛ اسکن قوس دندانی دارای دندان بین ۱۷ تا ۳۷۸ میکرومتر انحراف داشت.[۲]



حد بالای انحراف گزارش‌شده برای هر فناوری اسکن؛ نمودار تحریریه بر پایه مرور Bohner.

بازه انحراف فناوری‌های اسکن در ساخت بیمار مجازی

بافت یا فناوری	بازه انحراف
اسکن بافت‌های صورت	۱۴۰ تا ۱۳۳۰ میکرومتر
بازسازی سه‌بعدی استخوان فک	۱۰۶ تا ۷۶۰ میکرومتر
قوس دارای دندان	۱۷ تا ۳۷۸ میکرومتر
قوس بی‌دندان (صحت)	۴۴٫۱ تا ۵۹۱ میکرومتر
اسکن ایمپلنت	۱۹٫۳۲ تا ۱۱۲ میکرومتر

منبع: Bohner و همکاران، J Prosthet Dent 2019.

ثبت اسکن صورت روی CBCT

میدان دید کامل در برابر میدان دید کاهش‌یافته

Serafin و همکاران ۵۰ CBCT بیمار را با اسکن لیزری سه‌بعدی صورت ادغام کردند و ثبت روی CBCT کل جمجمه را با CBCT میدان دید کاهش‌یافته مقایسه کردند. فاصله Hausdorff تفاوت معناداری نداشت (P برابر ۰٫۲۸۸)، اما RMSD و فاصله میانه برای CBCT کل جمجمه به‌طور معنادار کمتر بود. هم‌ترازی خط میانی میان اسکن صورت و CBCT میدان دید کاهش‌یافته انحراف میانه ۰٫۳۵ میلی‌متر در صفحه میدساژیتال داشت.[۳]

> «ثبت اسکن صورت روی CBCT با میدان دید کاهش‌یافته دقت بالینی قابل قبولی فراهم می‌کند، به‌ویژه در ناحیه خط میانی، و در عین حال پرتوگیری را به‌طور قابل توجهی کاهش می‌دهد.»
>
> "FS registration to reduced FOV CBCT provides clinically acceptable accuracy, particularly in the midline region, while substantially reducing radiation exposure."
>
> — Serafin و همکاران، Imaging Sci Dent 2025[۳]

برداشت تحریریه این است که برای رادیولوژیست، این یافته به معنای امکان انتخاب میدان دید متناسب با پرسش بالینی به‌جای اسکن کل جمجمه برای ساخت بیمار مجازی است؛ اصول انتخاب میدان دید در مقاله‌های جداگانه این دانشنامه آمده است.[۳]

اسکن‌بادی خارج دهانی و داخل دهانی

Revilla-León و همکاران در ۱۰ شرکت‌کننده، بیمار مجازی را با دو سیستم اسکن‌بادی ساختند و ۱۴ فاصله بین لندمارک‌ها را با CBCT به‌عنوان استاندارد مقایسه کردند. صحت بین ۰٫۵۰ تا ۱٫۶۴ میلی‌متر و دقت تکرارپذیری بین ۰٫۰۴ تا ۰٫۱۴ میلی‌متر بود و در ۱۲ مورد از ۱۴ اندازه‌گیری تفاوت معنادار میان دو سیستم دیده شد.[۱]

ثبت CBCT با داده اسکن و نقش هوش مصنوعی

Ntovas و همکاران در کارآزمایی تصادفی روی ۱۵۰ بیمار، ثبت متداول و خودکار مبتنی بر هوش مصنوعی CBCT با اسکن داخل دهانی را در نرم‌افزار برنامه‌ریزی ایمپلنت مقایسه کردند. ثبت کاملاً خودکار در بیماران بدون ترمیم با روش‌های متداول تفاوت معناداری نداشت؛ در حضور آرتیفکت ترمیم‌های متعدد، تجربه کاربر اهمیت داشت و تعداد نواحی بی‌دندانی انتهای آزاد بر دقت اثر گذاشت.[۴]

> «در نبود آرتیفکت تصویری، ثبت خودکار مبتنی بر هوش مصنوعی داده CBCT و اسکن مدل می‌تواند به اندازه روش‌های متداول هم‌پوشانی دقیق باشد.»
>
> “In the absence of imaging artifacts, automated AI-based registration of CBCT data and model scan data can be as accurate as conventional superimposition methods.”
>
> — Ntovas و همکاران، Clin Oral Implants Res 2024[۴]

اسکنرهای پرتابل صورت

Mai و همکاران از ۲۸۰۶ مقاله، ۲۱ مقاله را در مرور روایی و ۹ مطالعه را در فراتحلیل وارد کردند. دقت مدل‌های صورت حاصل از اسکنرهای پرتابل با سیستم‌های ثابت تفاوت معناداری نداشت (تفاوت میانگین استاندارد منفی ۰٫۳۲۵ میلی‌متر؛ P برابر ۰٫۴۵۹).[۵]

> «با این حال، در کاربرد اسکنرهای صورت درباره تنظیمات دستگاه، کنترل حرکات غیرارادی صورت، شناسایی لندمارک‌ها و نواحی صورت و پروتکل اسکن احتیاط لازم است.»

> “However, caution is needed when applying face-scanners with respect to scanning device settings, control of involuntary facial movements, landmark and facial region identifications, and scanning protocols.”
>
> — Mai و همکاران، Int J Environ Res Public Health 2020[۵]

شواهد دقت ثبت در بیمار مجازی

مطالعه	نمونه	یافته اصلی
Serafin ۲۰۲۵	۵۰ بیمار	میدان دید کاهش‌یافته؛ انحراف خط میانی ۰٫۳۵ میلی‌متر
Revilla-León ۲۰۲۲	۱۰ شرکت‌کننده	صحت ۰٫۵۰ تا ۱٫۶۴؛ دقت تکرارپذیری ۰٫۰۴ تا ۰٫۱۴ میلی‌متر
Ntovas ۲۰۲۴	۱۵۰ بیمار	ثبت خودکار بدون آرتیفکت هم‌تراز روش متداول
Mai ۲۰۲۰	۹ مطالعه در فراتحلیل	اسکنر پرتابل بدون تفاوت معنادار با ثابت

منبع: Serafin 2025؛ Revilla-León 2022؛ Ntovas 2024؛ Mai 2020.

نکات کاربردی برای رادیولوژیست

برداشت تحریریه از این شواهد:[۳، ۱، ۴، ۵، ۲]

- اگر هدف ادغام اسکن صورت است، میدان دید کاهش‌یافته در خط میانی دقت قابل قبول دارد و پرتوگیری را کم می‌کند.[۳]
- آرتیفکت ترمیم‌های فلزی دقت ثبت را کاهش می‌دهد؛ در این شرایط بازبینی ثبت توسط کاربر باتجربه لازم است.[۴]
- خطای اسکن صورت در حد صدها میکرومتر تا بیش از یک میلی‌متر است و باید در تفسیر هم‌پوشانی در نظر گرفته شود.[۲]
- حرکت غیرارادی صورت و پروتکل اسکن منابع اصلی خطا در اسکن صورت هستند.[۵]

جدول جمع‌بندی نکات

نکات کاربردی بیمار مجازی

محور	نکته کلیدی
اسکن صورت روی CBCT	انحراف میانه ۰٫۳۵ میلی‌متر در خط میانی
اسکن‌بادی	صحت ۰٫۵۰ تا ۱٫۶۴ میلی‌متر
ثبت خودکار	هم‌تراز روش متداول بدون آرتیفکت
اسکنر پرتابل	بدون تفاوت معنادار با ثابت
خطای اسکن صورت	۱۴۰ تا ۱۳۳۰ میکرومتر
دوز	میدان دید متناسب با پرسش بالینی

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

پرسش‌های متداول

بیمار مجازی چیست؟

بازنمایی سه‌بعدی بیمار از ادغام اسکن صورت، اسکن داخل دهانی و CBCT برای برنامه‌ریزی درمان.[۱]

آیا برای ادغام اسکن صورت CBCT کل جمجمه لازم است؟

خیر؛ میدان دید کاهش‌یافته در خط میانی دقت بالینی قابل قبول داشت.[۳]

دقت بیمار مجازی با اسکن‌بادی چقدر است؟

صحت ۰٫۵۰ تا ۱٫۶۴ و دقت تکرارپذیری ۰٫۰۴ تا ۰٫۱۴ میلی‌متر.[۱]

آیا ثبت خودکار با هوش مصنوعی قابل اعتماد است؟

در نبود آرتیفکت ترمیم، با روش‌های متداول تفاوتی نداشت.[۴]

آیا اسکنرهای پرتابل صورت دقیق هستند؟

در فراتحلیل با اسکنرهای ثابت تفاوت معناداری نداشتند.[۵]

خطای اسکن صورت چقدر است؟

بین ۱۴۰ تا ۱۳۳۰ میکرومتر در مرور ۳۴ مطالعه.[۲]

جمع‌بندی

بیمار مجازی ابزاری برای یکپارچه‌سازی صورت، دندان‌ها و استخوان در برنامه‌ریزی درمان است و دقت آن به روش ثبت، اسکنر صورت و آرتیفکت‌های تصویری وابسته است. ثبت اسکن صورت روی CBCT با میدان دید کاهش‌یافته در خط میانی دقت قابل قبول دارد و با اصل بهینه‌سازی دوز سازگارتر است. ثبت خودکار در نبود آرتیفکت قابل اتکاست، اما بازبینی تخصصی همچنان لازم است.

مطالعه مرتبط در دانشنامه

- ادغام CBCT و اسکن داخل دهانی
- دقت جراحی ایمپلنت با گاید استاتیک
- CBCT برای برنامه‌ریزی ایمپلنت
- برنامه‌ریزی ایمپلنت با هوش مصنوعی
- ماتریس FOV و اندیکاسیون در OP 3D
- آرتیفکت CBCT: طبقه‌بندی و منشأ فیزیکی

منابع

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

1. Revilla-León M, Zandinejad A, Nair MK, Barmak AB, Feilzer AJ, Özcan M. Accuracy of a patient 3-dimensional virtual representation obtained from the superimposition of facial and intraoral scans guided by extraoral and intraoral scan body systems. J Prosthet Dent. 2022;128(5):984-993. DOI PubMed

2. Bohner L, Gamba DD, Hanisch M, Marcio BS, Tortamano Neto P, Laganá DC, et al. Accuracy of digital technologies for the scanning of facial, skeletal, and intraoral tissues: A systematic review. J Prosthet Dent. 2019;121(2):246-251. DOI PubMed

3. Serafin M, Baldini B, Boccalari E, Parravicini F, Zecca PA, Caprioglio A. Accuracy of facial scan registration: A comparison between full-cranium and reduced field-of-view cone-beam computed tomography. Imaging Sci Dent. 2025;55(3):245-252. DOI PubMed PMC

4. Ntovas P, Marchand L, Finkelman M, Revilla-León M, Att W. Accuracy of manual and artificial intelligence-based superimposition of cone-beam computed tomography with digital scan data, utilizing an implant planning software: A randomized clinical study. Clin Oral Implants Res. 2024;35(10):1262-1272. DOI PubMed

5. Mai HN, Kim J, Choi YH, Lee DH. Accuracy of Portable Face-Scanning Devices for Obtaining Three-Dimensional Face Models: A Systematic Review and Meta-Analysis. Int J Environ Res Public Health. 2020;18(1):94. 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.