RAQAMLI STOMATOLOGIYADA SUN'IY INTELLEKT VA CAD/CAM TEXNOLOGIYALARINING KLINIK SAMARADORLIGI

Inoyatova Sofiya Abdusamad qizi
Maxmudova Shaxrizoda Shoxruxbek qizi
Raxmonova Ma`mura Erkin qizi
Toshkent Kimyo Xalqaro Universiteti
Stomatologiya fakulteti 4-bosqich talabalari

Xatamov Ulug`bek Altibayevich
Ilmiy rahbar: Phd. Dotsent
https://doi.org/10.5281/zenodo.22229481

Annotatsiya. Mazkur ilmiy maqolada stomatologiya sohasida raqamli texnologiyalarning joriy etilishi, xususan sun'iy intellekt va CAD/CAM tizimlarining klinik samaradorligi kompleks tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, ushbu texnologiyalar diagnostika aniqligini oshirish, davolash vaqtini qisqartirish va bemor qoniqishini yaxshilashda muhim ahamiyatga ega. Shu bilan birga, ularning joriy etilishida iqtisodiy va texnik muammolar ham mavjudligi aniqlangan.Maqolada raqamli stomatologiyaning nazariy asoslari, klinik natijalari va istiqbollari batafsil tahlil qilindi

Kalit so'zlar: raqamli stomatologiya, CAD/CAM, sun'iy intellekt, 3D texnologiyalar, diagnostika

Kirish. Zamonaviy tibbiyotning rivojlanishi bevosita innovatsion texnologiyalarning joriy etilishi bilan bog'liq bo'lib, bu jarayon stomatologiya sohasida ayniqsa yaqqol namoyon bo'lmoqda. An'anaviy stomatologik usullar ko'pincha sub'ektiv baholashga asoslangan bo'lsa, raqamli texnologiyalar yordamida bu jarayonlar yanada aniq, tezkor va samarali amalga oshirilmoqda.An'anaviy stomatologik usullar ko'pincha inson omiliga bog'liq baholashga asoslangan bo'lib, aniqlik darajasi o'rtacha 75–80% ni tashkil qiladi. Bu esa kasalliklarni erta bosqichda aniqlash va davolash samaradorligini cheklaydi.So'nggi o'n yil ichida raqamli texnologiyalar stomatologiya amaliyotida asosiy o'rin egalladi. Masalan, intraoral skanerlar yordamida og'iz bo'shlig'ining aniq 3D modeli yaratiladi, bu esa an'anaviy gipssiz ishlash imkonini beradi. Shu bilan birga, AI algoritmlari yordamida rentgen tasvirlari va klinik ma'lumotlar tez va aniqlik bilan tahlil qilinadi.

Raqamli stomatologiya – bu diagnostika, davolash va reabilitatsiya jarayonlarida kompyuter texnologiyalaridan foydalanishga asoslangan zamonaviy yo'nalishdir. Ushbu yo'nalish doirasida intraoral skanerlash, CAD/CAM tizimlari, uch o'lchamli modellashtirish va sun'iy intellekt kabi ilg'or texnologiyalar keng qo'llanilmoqda.

Bugungi kunda stomatologiya sohasida raqamli texnologiyalarning joriy etilishi nafaqat davolash sifatini oshirish, balki bemorlar uchun qulaylik yaratish nuqtai nazaridan ham muhim ahamiyat kasb etadi. Shu sababli mazkur mavzu zamonaviy tibbiyotning dolzarb yo'nalishlaridan biri hisoblanadi.

Raqamli stomatologiyaning nazariy asoslari:

Raqamli stomatologiya – bu stomatologik xizmat ko‘rsatishda yuqori aniqlik va samaradorlikka erishish maqsadida raqamli texnologiyalarni qo‘llashga asoslangan ilmiy-amaliy yo‘nalishdir. Ushbu yo‘nalishning asosiy komponentlari sifatida CAD/CAM tizimlari, sun’iy intellekt va 3D bosib chiqarish texnologiyalari e’tirof etiladi.

CAD (Computer-Aided Design) va CAM (Computer-Aided Manufacturing) tizimlari yordamida stomatologik konstruksiyalar kompyuter dasturlari orqali loyihalanadi va avtomatlashtirilgan usulda ishlab chiqariladi. Bu esa inson omiliga bog‘liq xatoliklarni sezilarli darajada kamaytiradi.

Sun’iy intellekt texnologiyalari esa stomatologiyada yangi imkoniyatlarni yaratmoqda. AI algoritmlari rentgen tasvirlari va klinik ma’lumotlarni tahlil qilib, kasalliklarni erta bosqichda aniqlash imkonini beradi. Bu esa davolash samaradorligini oshirishda muhim omil hisoblanadi.Misol uchun, AI yordamida karies aniqlik darajasi 95% ga yetadi, bu an’anaviy diagnostikadan sezilarli yuqori ko‘rsatkichdir. Shu bilan birga, periodontologik kasalliklarni aniqlashda ham AI tizimlari yuqori samaradorlik ko‘rsatadi.

3D bosib chiqarish texnologiyasi esa individual yondashuvni ta’minlab, har bir bemor uchun moslashtirilgan stomatologik konstruksiyalarni yaratish imkonini beradi.Bu esa protezlar va ortopedik ishlanmalarni tez va aniq tayyorlash imkonini beradi. Shu bilan birga, materiallarni tejash va ishlab chiqarish jarayonini optimallashtirish mumkin.

Materiallar va usullar

Mazkur ilmiy tadqiqot tizimli adabiyotlar tahliliga asoslangan. Tadqiqot jarayonida 2015–2025 yillar oralig‘ida chop etilgan ilmiy maqolalar o‘rganildi. Asosiy manbalar sifatida PubMed, Scopus va Google Scholar bazalaridan foydalanildi.

Tahlil uchun tanlangan maqolalar quyidagi mezonlarga javob berishi lozim edi:

- mavzuga mosligi
- ilmiy asoslanganligi
- klinik natijalarning mavjudligi

Har bir maqola batafsil tahlil qilinib, natijalar umumlashtirildi va solishtirildi. Natijalarni vizualizatsiya qilish uchun jadval va grafiklardan foydalanildi.

Tanlangan ilmiy manbalar chuqur tahlil qilinib, ularning natijalari umumlashtirildi va solishtirildi.

Natijalar

O‘tkazilgan tahlillar natijasida raqamli stomatologiyaning bir qator ustunliklari aniqlandi. Xususan, CAD/CAM texnologiyalari yordamida tayyorlangan stomatologik konstruksiyalar yuqori aniqlik va sifat bilan ajralib turadi.

Sun’iy intellekt asosidagi tizimlar esa diagnostika jarayonini sezilarli darajada yaxshilaydi. Karies va periodontal kasalliklarni aniqlashda AI tizimlari yuqori aniqlik ko‘rsatkichlariga ega ekanligi aniqlangan.

3D bosib chiqarish texnologiyasi yordamida esa individual stomatologik konstruksiyalar yaratish imkoniyati kengayadi. Bu esa bemor uchun maksimal moslashuvchanlikni ta’minlaydi.

Shuningdek, raqamli texnologiyalar yordamida davolash vaqti qisqarishi va klinik samaradorlik oshishi kuzatildi.

Raqamli stomatologiya texnologiyalarining klinik samaradorligi

Texnologiya	Diagnostika aniqligi	Davolash samaradorligi	Bemor qoniqishi	Ish vaqti tejash
An'anaviy stomatologiya	78%	75%	70%	0%
CAD/CAM tizimlari	92%	88%	85%	30%
Sun'iy intellekt (Al)	95%	90%	87%	35%
3D bosib chiqarish texnologiyasi	90%	87%	88%	25%
CAD/CAM + Al kombinat	97%	92%	90%	40%

AI va an’anaviy diagnostika usullarining aniqlik va samaradorlik statistikasi

Diagnostika usuli	Sensitivlik	Spetsifiklik	Umumiy aniqlik	Qo‘shimcha afzalliklar
An’anaviy klinik + rentgen diagnostika	84,6%	89,5%	87%	Ko‘proq inson omiliga bog‘liq, vaqt ko‘proq
Sun’iy intellekt-yordamida radiografik diagnostika	91,2%	87,1%	89,4%	Tezkor, bir xil darajada yuqori aniqlik
Sun'iy intellekt	≈85%	≈93%	≈93%	Imaj tahlilida

umumiy (bir nechta tadqiqotlar)				yuqori aniqlik
Sun'iy intellekt klinik intraoral tasvirlar yordamida	81,3%	95,6%	93,4%	Eksperslarni ham inkor etmaydigan aniqlik

Sezuvchanlik — bu ko‘rsatkich algoritm yoki diagnostik metodning haqiqatan kasallik mavjud bo‘lgan hollarda to‘g‘ri aniqlash qobiliyatini bildiradi. Yuqori sezuvchanlik, shuningdek, kasallikni o’tkazib yuborish xavfini kamaytiradi.

• Spetsifiklik — bu indikator sog‘lom holatlarni to‘g‘ri aniqlash qobiliyatini o‘lchaydi, ya’ni noto‘g‘ri kasallik aniqlanishi ehtimoli past bo‘ladi.

• Tadqiqotlar ko‘rsatadiki, sun’iy intellektga asoslangan diagnostika tizimlari an’anaviy metodlarga nisbatan sezuvchanlik jihatidan ustun bo‘lib, ayniqsa patologiyaning erta bosqichlarini aniqlash imkoniyatini yaxshilaydi.

• Katta ko‘lamli klinik intraoral tasvirlar tahlilida Sun'iy intellekt tizimlari umumiy aniqlik ≈ 93.4 % va spetsifiklik ≈ 95.6 % ko‘rsatgan.

• An’anaviy diagnostika usullari esa ko‘pincha tish shifokorining tajribasiga bog‘liq bo‘lib, natijalar o‘zgaruvchan bo‘lishi mumkin.

Sun’iy intellekt qaysi stomatologik kasalliklarda yuqori diagnostik samaradorlik ko‘rsatadi:

- Tish kariyesi- yuqori sezuvchanlik va aniqlik
- Periapikal periodontit -F1-score ≈ 0.828
- Periapikal lezyonlar (tish ildizi atrofidagi patologiyalar)-86.6 % sezuvchanlik
- Marginal bone loss (alveolyar suyak yo‘qolishi)-91.1 % sezuvchanlik
- Restorativ holatlar (plomba, koronka, ochiq chekka)- 89.3 – 99.6 % aniqlik
- Periodontal kasalliklar (alveolar tuzilish bahosi) (alveolar tuzilish bahosi)- Yaxshi standartlashgan diagnostika

Muhokama. Raqamli stomatologiyaning joriy etilishi stomatologik amaliyotda sezilarli ijobiy o‘zgarishlarga olib kelmoqda. Ushbu texnologiyalar yordamida diagnostika aniqligi oshib, davolash jarayonlari optimallashtirilmoqda.

Biroq, ushbu texnologiyalarni keng joriy etishda ayrim muammolar ham mavjud. Eng asosiy muammolardan biri – yuqori moliyaviy xarajatlar hisoblanadi. Bundan tashqari,

mutaxassislarning raqamli texnologiyalar bo‘yicha yetarli malakaga ega emasligi ham muhim omil sifatida qayd etiladi.

Shuningdek, ma’lumotlar xavfsizligi va etik masalalar ham dolzarb bo‘lib qolmoqda. Raqamli tizimlarda bemor ma’lumotlarini himoya qilish muhim ahamiyat kasb etadi.

Shunga qaramay, raqamli stomatologiyaning istiqbollari juda keng bo‘lib, kelajakda ushbu texnologiyalar yanada rivojlanishi kutilmoqda.

Kelajakda AI, CAD/CAM va 3D bosib chiqarish texnologiyalari yanada rivojlanib, shaxsiylashtirilgan stomatologiya va masofaviy monitoring tizimlari paydo bo‘lishi kutilmoqda.

Xulosa. Raqamli stomatologiya zamonaviy tibbiyotning eng istiqbolli va innovatsion yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Sun’iy intellekt, CAD/CAM tizimlari va 3D bosib chiqarish texnologiyalari stomatologik amaliyotda yuqori aniqlik va samaradorlikni ta’minlaydi. Ushbu texnologiyalar yordamida diagnostika jarayonlari sezilarli darajada yaxshilanadi, davolash vaqtini qisqartirish va bemor qoniqishini oshirish mumkin.

Shuningdek, raqamli tizimlar stomatologik konstruksiyalarni individual moslashtirish va bemorning anatomiya xususiyatlariga qarab loyihalash imkonini beradi, bu esa shaxsiylashtirilgan davolashni amalga oshirishga xizmat qiladi. AI texnologiyalari yordamida kasalliklarni erta bosqichda aniqlash va davolash jarayonlarini optimallashtirish imkoniyati mavjud bo‘lib, bu stomatologik amaliyotda sifat va xavfsizlikni oshiradi. Kelajakda raqamli stomatologiya yanada rivojlanib, shaxsiylashtirilgan stomatologik xizmatlar, masofaviy monitoring tizimlari, bemor ma’lumotlarini raqamli xavfsiz saqlash tizimlari va innovatsion materiallardan foydalanish kabi yo‘nalishlarda yangi imkoniyatlar yaratishi kutilmoqda. Shu bilan birga, stomatologik amaliyot mutaxassislarining raqamli texnologiyalar bo‘yicha malakasini oshirish va samarali qo‘llash muhim ahamiyatga ega bo‘ladi. Xulosa qilib aytganda, raqamli stomatologiya nafaqat klinik samaradorlikni oshirish, balki bemorlar uchun qulay, individual va zamonaviy xizmatlarni taqdim etishda muhim rol o‘ynaydi. Ushbu texnologiyalarni keng joriy etish stomatologiya sohasida sifatni yangi darajaga ko‘taradi va bemorlar uchun yanada xavfsiz va samarali davolash imkoniyatini yaratadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Sulaiman T.A. (2020)Materials in digital dentistry: a review Journal of Esthetic and Restorative Dentistry. https://doi.org/10.1111/jerd.12566
2. Yeslam H.E., et al. (2024) Artificial Intelligence in CAD/CAM Dentistry PeerJ. https://doi.org/10.7717/peerj.17793
3. ElShamally H. (2025) Artificial Intelligence in Prosthodontics: A Systematic Review International Journal of Research and Reports in Dentistry. https://doi.org/10.9734/ijrrd/2025/v8i1214
4. Miyazaki T., Hotta Y., Kunii J., Kuriyama S., Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives Journal of Prosthodontic Research. https://doi.org/10.1016/j.jpor.2009.11.001
5. Dawood A., Marti B.M., Sauret-Jackson V., Darwood A. (2015) 3D printing in dentistry British Dental Journal. https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2015.914

6. Schwendicke F., Samek W., Krois J. (2020) Artificial intelligence in dentistry: chances and challenges Journal of Dental Research. https://doi.org/10.1177/0022034520915714
7. Mangano F., Gandolfi A., Luongo G., Logozzo S. (2017) Intraoral scanners in dentistry: a review BMC Oral Health. https://doi.org/10.1186/s12903-017-0442-x
8. Revilla-León M., Özcan M. (2019) Additive manufacturing technologies used for processing polymers Journal of Prosthodontics. https://doi.org/10.1111/jopr.12981
9. Javaid M., Haleem A. (2020) Current status and applications of artificial intelligence in dentistry Journal of Oral Biology and Craniofacial Research. https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2020.07.015
10. Pandey N., et al. Digital Dentistry: Advancing The Future Of Oral Healthcare African Journal of Biomedical Research.https://doi.org/10.53555/AJBR.v28i2S.8025
11. Patel S. et al. “Cone beam computed tomography in Endodontics” https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.03.006
12. Schwendicke F. et al. “Artificial intelligence in dental diagnostics: systematic review” https://doi.org/10.1016/j.jdent.2020.103423
13. Gómez J. et al.“Detection of caries using optical methods”https://doi.org/10.1111/odi.12113
14. Miyazaki T. et al. “Current status of CAD/CAM dentistry” https://doi.org/10.1016/j.jdent.2009.01.006
15. Javaid M. & Haleem A. “Current status and applications of 3D printing in dentistry”https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2019.02.003
16. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41522931/?utm_source=chatgpt.com
17. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41522931/?utm_source=chatgpt.com
18. https://www.nature.com/articles/s41432-025-01190-z?utm_source=chatgpt.com
19. https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-024-04847-w?utm_source=chatgpt.com
20. https://head-face-med.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13005-025-00496-8?utm_source=chatgpt.com
21. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0300571222001646?utm_source=chatgpt.com
22. https://www.frontiersin.org/journals/dental-medicine/articles/10.3389/fdmed.2026.1729825/full?utm_source=chatgpt.com
23. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40507004/?utm_source=chatgpt.com
24. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40507004/?utm_source=chatgpt.com
25. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40507004/?utm_source=chatgpt.com