

STOMATOLOGIYADA RAQAMLI DIAGNOSTIKA VA SUN'IY INTELEKTNING
RIVOJLANISHI

Rizaev Javohir Sobirjonovich

Osiyo xalqaro universiteti 3-bosqich talabasi.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20517808>

Annotatsiya. Ushbu maqolada stomatologiyada raqamli diagnostika texnologiyalarining rivojlanishi hamda sun'iy intellekt (SI) tizimlarining klinik amaliyotga tatbiqi yoritilgan.

Zamonaviy raqamli usullar, jumladan kompyuter tomografiyasi (CBCT), raqamli rentgenografiya va 3D skanerlash texnologiyalari stomatologik kasalliklarni erta aniqlash, aniq tashxis qo'yish va davolash rejasini optimallashtirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Sun'iy intellekt algoritmlari esa rentgen va tasvirlarni tahlil qilish orqali diagnostik xatoliklarni kamaytirish, kariyes, periodontal kasalliklar va boshqa patologiyalarni erta bosqichda aniqlash imkonini beradi. Maqolada raqamli texnologiyalar va SI tizimlarining afzalliklari, ularning klinik samaradorligi hamda stomatologiyaning kelajak rivojlanishidagi o'rnini tahlil qilinadi.

Kalit so'zlar: raqamli stomatologiya, sun'iy intellekt, CBCT, 3D skanerlash, raqamli rentgen, diagnostika, kariyes, periodontal kasalliklar, avtomatlashtirilgan tahlil.

Аннотация. В данной статье рассматривается развитие цифровых диагностических технологий в стоматологии и внедрение систем искусственного интеллекта (ИИ) в клиническую практику. Современные цифровые методы, включая конусно-лучевую компьютерную томографию (CBCT), цифровую рентгенографию и 3D-сканирование, играют важную роль в раннем выявлении стоматологических заболеваний, постановке точного диагноза и оптимизации плана лечения. Алгоритмы искусственного интеллекта позволяют анализировать рентгенологические изображения, снижать диагностические ошибки и выявлять кариес, заболевания пародонта и другие патологии на ранних стадиях. В статье анализируются преимущества цифровых технологий и ИИ, их клиническая эффективность и роль в будущем развитии стоматологии.

Ключевые слова: цифровая стоматология, искусственный интеллект, CBCT, 3D-сканирование, цифровая рентгенография, диагностика, кариес, заболевания пародонта, автоматизированный анализ.

Abstract. This article discusses the development of digital diagnostic technologies in dentistry and the integration of artificial intelligence (AI) systems into clinical practice. Modern digital methods, including cone-beam computed tomography (CBCT), digital radiography, and 3D scanning technologies, play a crucial role in early detection of dental diseases, accurate diagnosis, and optimization of treatment planning. Artificial intelligence algorithms enable the analysis of radiographic images, reduction of diagnostic errors, and early identification of caries, periodontal diseases, and other pathologies. The article analyzes the advantages of digital technologies and AI systems, their clinical effectiveness, and their role in the future development of dentistry.

Keywords: digital dentistry, artificial intelligence, CBCT, 3D scanning, digital radiography, diagnostics, caries, periodontal diseases, automated analysis.

Kirish: So'nggi o'n yillikda stomatologiya sohasi raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt (SI) asosidagi innovatsiyalar ta'sirida jadal rivojlanib bormoqda.

Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti (WHO) ma'lumotlariga ko'ra, og'iz bo'shlig'i kasalliklari dunyo bo'yicha eng keng tarqalgan kasalliklar qatoriga kirib, 3,5 milliarddan ortiq odam turli darajadagi stomatologik muammolardan aziyat chekadi. Ayniqsa, kariyes va periodontal kasalliklar erta diagnostika qilinmasa, og'ir asoratlarga olib kelishi va umumiy sog'liq holatiga ham salbiy ta'sir ko'rsatishi bilan dolzarb muammo bo'lib qolmoqda. Shu sharoitda an'anaviy klinik tekshiruv usullari bilan bir qatorda raqamli diagnostika texnologiyalarining qo'llanilishi muhim ahamiyat kasb etadi.

Zamonaviy stomatologiyada keng qo'llanilayotgan CBCT (konus-nurli kompyuter tomografiya), raqamli rentgenografiya va intraoral 3D skanerlash tizimlari tish, suyak va yumshoq to'qimalarning anatomik tuzilishini yuqori aniqlikda vizualizatsiya qilish imkonini beradi. Tadqiqotlarga ko'ra, CBCT tasvirlari an'anaviy rentgenografiyaga nisbatan diagnostik aniqlikni 20–30% gacha oshirishi mumkin, bu esa klinik qaror qabul qilishda muhim afzallik hisoblanadi. Sun'iy intellekt texnologiyalarining stomatologiyaga kirib kelishi diagnostika jarayonini yangi bosqichga olib chiqdi. AI asosidagi algoritmlar rentgen va tomografik tasvirlarni avtomatik tahlil qilib, kariyes, periodontal kasalliklar va periapikal o'zgarishlarni erta bosqichda aniqlash imkonini bermoqda. Ayrim ilmiy tadqiqotlarda SI tizimlari kariyesni aniqlashda 85–95% gacha aniqlik ko'rsatgan bo'lib, bu ko'rsatkich tajribali stomatolog diagnostikasiga yaqin yoki ba'zi holatlarda undan ham yuqori natijalarni namoyon etadi. Bundan tashqari, raqamli texnologiyalar stomatologik amaliyotda vaqtni tejash, inson omiliga bog'liq xatoliklarni kamaytirish va individual davolash rejasini ishlab chiqishni optimallashtirish imkonini beradi. 3D skanerlash va CAD/CAM tizimlari protezlash va ortodontik davolash jarayonlarini ancha aniq va samarali qilishga xizmat qilmoqda. Shu bois, mazkur maqolada stomatologiyada raqamli diagnostika texnologiyalarining rivojlanish bosqichlari, sun'iy intellektning klinik amaliyotdagi o'rnini hamda ushbu innovatsion yondashuvlarning diagnostik aniqlik va davolash samaradorligiga ta'siri ilmiy asosda tahlil qilinadi.

Stomatologiyada raqamli diagnostika texnologiyalarining rivojlanishi va klinik ahamiyati

Stomatologiyada raqamli diagnostika texnologiyalarining rivojlanishi klinik amaliyotning eng muhim transformatsion bosqichlaridan biri hisoblanadi. An'anaviy vizual ko'rik va analog rentgenografiya usullari uzoq yillar davomida asosiy diagnostik vosita bo'lib xizmat qilgan bo'lsa-da, ular aniqlik, tasvir sifati va 3D baholash imkoniyatlari jihatidan ma'lum cheklavlarga ega edi. Raqamli texnologiyalar esa ushbu muammolarni bartaraf etib, stomatologik diagnostikani yuqori aniqlik, tezkorlik va standartlashtirilgan tahlil darajasiga olib chiqdi.

Bugungi kunda stomatologiyada eng keng qo'llaniladigan raqamli usullardan biri bu CBCT (Cone Beam Computed Tomography) hisoblanadi. CBCT uch o'lchamli tasvir berish orqali tish ildizlari, alveolyar suyak, nerv kanallari va jag' suyaklarining anatomik tuzilishini aniq baholash imkonini beradi. Ilmiy tadqiqotlarga ko'ra, CBCT diagnostik aniqligi ayrim klinik holatlarda an'anaviy ikki o'lchamli rentgenografiyaga nisbatan 25–40% gacha yuqori natija ko'rsatadi. Bu esa ayniqsa implantologiya, endodontiya va jarrohlik stomatologiyada muhim ahamiyatga ega. Raqamli rentgenografiya (digital radiography) ham zamonaviy stomatologiyaning ajralmas qismiga aylangan. Ushbu usulda tasvirlar darhol kompyuter ekranida paydo bo'ladi va ularni qayta ishlash, kontrastini oshirish, o'lchash va arxivlash imkoniyati mavjud.

Bu nafaqat diagnostik jarayonni tezlashtiradi, balki bemor uchun nurlanish dozasini ham sezilarli darajada kamaytiradi. Tadqiqotlarga ko'ra, raqamli rentgenografiya an'anaviy plyonkali rentgenga nisbatan nurlanishni 70–80% gacha kamaytirishi mumkin.

Shuningdek, intraoral va ekstraoral 3D skanerlash texnologiyalari stomatologiyada katta yutuq sifatida qaraladi. Intraoral skanerlar tish qatorining yuqori aniqlikdagi raqamli modelini yaratib, an'anaviy gips qoliplarga bo'lgan ehtiyojni kamaytiradi.

Bu usul ortodontik davolash, protezlash va estetik stomatologiyada yuqori aniqlik va bemor komfortini ta'minlaydi. 3D modellashtirish asosida CAD/CAM tizimlari bilan birgalikda individual konstruksiyalarni tayyorlash imkoniyati yaratiladi, bu esa davolash sifatini sezilarli darajada oshiradi. Raqamli diagnostikaning yana bir muhim afzalligi ma'lumotlarni saqlash va ularni tahlil qilishning qulayligidir. Barcha tasvirlar raqamli formatda saqlanadi, bu esa uzoq muddatli monitoring, dinamik o'zgarishlarni kuzatish va klinik holatni solishtirish imkonini beradi. Bundan tashqari, raqamli ma'lumotlar sun'iy intellekt tizimlari uchun asosiy resurs bo'lib xizmat qiladi, bu esa kelajakda avtomatlashtirilgan diagnostika tizimlarining rivojlanishiga zamin yaratadi. Umuman olganda, stomatologiyada raqamli diagnostika texnologiyalarining joriy etilishi klinik jarayonni tubdan o'zgartirib, diagnostik aniqlikni oshirish, vaqtni tejash, bemor xavfsizligini ta'minlash va individual yondashuvni kuchaytirishga xizmat qilmoqda. Shu sababli, bu yo'nalish zamonaviy stomatologiyaning eng muhim va istiqbolli sohalaridan biri sifatida baholanadi.

Sun'iy intellektning stomatologik diagnostikadagi o'rni va imkoniyatlari

Sun'iy intellekt (SI) so'nggi yillarda tibbiyotning barcha yo'nalishlarida bo'lgani kabi stomatologiyada ham diagnostika va davolash jarayonlarini takomillashtirishda muhim rol o'ynay boshladi. SI asosidagi tizimlar katta hajmdagi tibbiy ma'lumotlarni, xususan rentgen, CBCT va 3D skan tasvirlarini qisqa vaqt ichida tahlil qilish, patologik o'zgarishlarni aniqlash va klinik qaror qabul qilishda shifokorga yordam berish imkoniyatiga ega. Bu esa inson omiliga bog'liq xatoliklarni kamaytirish va diagnostik aniqlikni oshirishga xizmat qiladi. Hozirgi kunda stomatologiyada SI algoritmlarining eng ko'p qo'llaniladigan yo'nalishlaridan biri bu tasvirlarni avtomatik tahlil qilishdir. Mashinaviy o'rganish (machine learning) va chuqur o'rganish (deep learning) texnologiyalari asosida ishlab chiqilgan dasturlar kariyes, periodontal kasalliklar, periapikal yallig'lanishlar va hatto jag' suyaklaridagi patologik o'zgarishlarni erta bosqichda aniqlash imkonini bermoqda. Ayrim ilmiy tadqiqotlarda SI tizimlari rentgen tasvirlarida kariyesni aniqlashda 85–95% gacha aniqlik ko'rsatgani qayd etilgan bo'lib, bu ko'rsatkich tajribali stomatolog diagnostikasiga teng yoki ba'zi hollarda undan yuqori natija hisoblanadi.

Sun'iy intellektning yana bir muhim afzalligi bu "decision support system", ya'ni qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlovchi tizim sifatida ishlashidir. Bunday tizimlar shifokorga faqat tasvirni tahlil qilib beribgina qolmay, balki ehtimoliy tashxislar ro'yxatini, kasallikning rivojlanish bosqichini va tavsiya etiladigan davolash yo'nalishlarini ham taklif qiladi. Bu klinik jarayonni standartlashtirish va davolash sifatini oshirishda muhim ahamiyatga ega.

Shuningdek, SI texnologiyalari ortodontik davolashda ham keng qo'llanilmoqda. Tish qatorining raqamli modellari asosida tishlarning joylashuvi, tishlash (occlusion) holati va yuz simmetriyasi avtomatik tahlil qilinadi. Bu esa individual davolash rejasini aniqroq tuzish va davolash natijalarini oldindan prognoz qilish imkonini beradi. Bundan tashqari, implantologiyada ham SI implant joylashuvini optimal rejalashtirish, nerv kanallari va anatomik

tuzilmalarni hisobga olish orqali xavfsizlik darajasini oshirishga yordam bermoqda. Shuni ham ta'kidlash kerakki, sun'iy intellekt inson shifokorni to'liq almashtiruvchi tizim emas, balki uning diagnostik imkoniyatlarini kengaytiruvchi yordamchi texnologiya hisoblanadi. Klinik qaror yakuniy bosqichda baribir stomatolog tomonidan qabul qilinadi, SI esa faqat ilmiy asoslangan qo'llab-quvvatlovchi vosita sifatida xizmat qiladi. Umuman olganda, stomatologiyada sun'iy intellektning joriy etilishi diagnostika jarayonini tezlashtirish, aniqlikni oshirish va individual yondashuvni kuchaytirish orqali klinik amaliyotni yangi bosqichga olib chiqmoqda.

Raqamli diagnostika va sun'iy intellekt integratsiyasining istiqbollari hamda klinik amaliyotdagi ahamiyati

Stomatologiyada raqamli diagnostika texnologiyalari va sun'iy intellekt tizimlarining integratsiyasi zamonaviy tibbiyotning eng istiqbolli yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Ushbu ikki texnologiyaning birgalikda qo'llanilishi diagnostika jarayonini nafaqat tezlashtiradi, balki uning aniqligi va klinik ishonchliligini sezilarli darajada oshiradi. Raqamli tasvirlash tizimlari tomonidan yaratilgan katta hajmdagi ma'lumotlar SI algoritmlari yordamida qayta ishlanib, klinik qaror qabul qilish uchun aniq va asoslangan xulosalar shakllantiriladi. Hozirgi vaqtda "big data" va bulutli texnologiyalar stomatologik diagnostikada muhim o'rin egallamoqda. Millionlab klinik tasvirlar va bemor ma'lumotlari asosida SI tizimlari o'qitilib, ular tobora aniqroq tashxis qo'yish imkoniyatiga ega bo'lmoqda. Bu jarayon kelajakda "predictive dentistry", ya'ni kasalliklarni oldindan bashorat qilish imkonini beruvchi stomatologiya yo'nalishining rivojlanishiga olib keladi. Masalan, kariyes yoki periodontal kasalliklarning rivojlanish xavfini erta aniqlash orqali profilaktik chora-tadbirlarni vaqtida qo'llash mumkin bo'ladi. Shuningdek, raqamli texnologiyalar va SI integratsiyasi klinik ish jarayonini optimallashtirishda ham muhim rol o'ynaydi. Diagnostik vaqtning qisqarishi, inson omiliga bog'liq xatoliklarning kamayishi va avtomatlashtirilgan tahlil tizimlari shifokor mehnatini yengillashtiradi. Bu esa bemorlarga ko'rsatiladigan xizmat sifatini oshirish bilan birga, klinik samaradorlikni ham yaxshilaydi.

Ayrim tadqiqotlarga ko'ra, raqamli va SI asosidagi tizimlar diagnostika vaqtini 30–50% gacha qisqartirishi mumkin. Kelajakda stomatologiyada to'liq raqamli klinik ekotizim shakllanishi kutilmoqda. Bu tizimda bemor ma'lumotlari elektron bazalarda saqlanadi, diagnostika SI orqali amalga oshiriladi, davolash rejaları esa avtomatik ravishda optimallashtiriladi. Bundan tashqari, virtual reallik (VR) va kengaytirilgan reallik (AR) texnologiyalarining qo'llanilishi ham o'quv jarayoni va klinik amaliyotni yangi bosqichga olib chiqishi mumkin. Shu bilan birga, ushbu texnologiyalarni joriy etishda ayrim muammolar ham mavjud, jumladan yuqori iqtisodiy xarajatlar, maxsus texnik bilimlarga ehtiyoj va ma'lumotlar xavfsizligi masalalari. Shu sababli, raqamli stomatologiya va sun'iy intellektni keng joriy etish uchun kadrlar tayyorlash, texnik infratuzilmani rivojlantirish va normativ-huquqiy bazani takomillashtirish zarur hisoblanadi.

Xulosa: Stomatologiyada raqamli diagnostika texnologiyalari va sun'iy intellekt tizimlarining joriy etilishi zamonaviy klinik amaliyotni tubdan o'zgartirgan eng muhim innovatsion yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Raqamli rentgenografiya, CBCT va 3D skanerlash kabi texnologiyalar diagnostik jarayonning aniqligini oshirib, anatomik tuzilmalarni yuqori darajada vizualizatsiya qilish imkonini berdi. Bu esa kasalliklarni erta aniqlash, davolash rejasini individual asosda ishlab chiqish va klinik xatoliklarni kamaytirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Sun'iy intellektning stomatologiyaga tatbiq etilishi esa ushbu jarayonni yanada yuqori bosqichga olib chiqdi. SI algoritmlari katta hajmdagi tibbiy ma'lumotlarni tez va aniq tahlil qilish orqali kariyes, periodontal kasalliklar va boshqa patologiyalarni erta bosqichda aniqlash imkonini bermoqda. Shu bilan birga, qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlovchi tizimlar shifokor ishini yengillashtirib, diagnostik samaradorlikni oshirmoqda. Umuman olganda, raqamli texnologiyalar va sun'iy intellektning integratsiyasi stomatologiyani an'anaviy yondashuvdan zamonaviy, yuqori aniqlik va samaradorlikka asoslangan yangi bosqichga olib chiqmoqda.

Kelajakda ushbu texnologiyalar yanada rivojlanib, "raqamli va bashorat qiluvchi stomatologiya" (predictive dentistry) konsepsiyasining shakllanishiga zamin yaratishi kutilmoqda. Shu sababli, stomatologiyada raqamli diagnostika va SI tizimlarini keng joriy etish nafaqat ilmiy, balki amaliy jihatdan ham dolzarb va istiqbolli yo'nalish hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Толибов, Ф. (2024). ИММУННАЯ СИСТЕМА: АНАТОМИЯ ЛИМФАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ И МЕХАНИЗМЫ ИММУННОГО ОТВЕТА. Журнал академических исследований нового Узбекистана, 1(2), 55-58.
2. Farxodivich, T. F. (2024). The Syndrome of External Secretary Function Insufficiency is a Common Complication of Chronic Pancreatitis. American Journal of Bioscience and Clinical Integrity 1 (10), 90-95
3. Farxodivich, T. F. (2024). Clinical Characteristics of Gastritis in Digestive Diseases. Research Journal of Trauma and Disability Studies, 3(3), 294-299.
4. Farxodivich, T. F. (2024). INFECTION OF COVID-19 ON COGNITIVE FUNCTIONS. SCIENTIFIC JOURNAL OF APPLIED AND MEDICAL SCIENCES, 3(4), 325-330.
5. Tolibov F.F. - VIOLATION OF PLATELET AGGREGATION AND IMBALANCE OF HEMOSTASIS IN PATIENTS WITH CHRONIC VIRAL HEPATITIS C//New Day in Medicine 6(68)2024 264-268 <https://newdayworldmedicine.com/en/article/3758>
6. Tolibov F.F.- CLINICAL AND MORPHOLOGICAL CORRELATIONS OF LIVER CIRRHOSIS. European Journal of Modern Medicine and Practice 4 (11), 515-520
7. TF Farhodivich. CHOLESTASIS IS A RISK FACTOR FOR THE DEVELOPMENT OF GALLSTONE DISEASE. Научный Фокус 2 (21), 317-321
8. Tolibov F.F IMPACT OF CORTICOSTEROID AND IMMUNOSUPPRESSIVE THERAPY ON THE COURSE OF CHRONIC HEPATITIS: RISKS AND PROSPECTS. Modern Science and Research 4 (2), 1123-1132
9. RK Shuhrat o'g'li, TF Farhodivich. DIABETIK NEVROPATIYA VA UNING ZAMONAVIY TERAPIYASI. JOURNAL OF INNOVATIONS IN SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL RESEARCH 8 (1), 195-202
10. F Tolibov. PATHOMORPHOLOGICAL ABNORMALITIES OF THE LIVER IN PATIENTS INFECTED WITH THE HEPATITIS B VIRUS. Modern Science and Research 4 (3), 1084-1093
11. F Tolibov. MONONUCLEAR CELL INFILTRATION ACCOMPANIED BY THE PROGRESSION OF FIBROTIC AND CIRRHOTIC TRANSFORMATIONS IN THE LIVER TISSUE. Modern Science and Research 4 (4), 926-936

12. World Health Organization. Global oral health status report: towards universal health coverage for oral health by 2030. Geneva: WHO; 2022.
13. Schwendicke F, Samek W, Krois J. Artificial intelligence in dentistry: chances and challenges. *Journal of Dental Research*. 2020;99(7):769–774.
14. Kukačka D, et al. Deep learning in dental radiography: diagnostic performance and clinical implications. *Oral Diseases*. 2021;27(6):1523–1532.
15. Schwendicke F, Golla T, Dreher M, Krois J. Convolutional neural networks for dental image diagnostics: a systematic review. *Journal of Dentistry*. 2019;91:103226.