



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, MAXSUS SON-3. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

UDK: 616.314-002.4:004.8

SUN'IY INTELLEKT YORDAMIDA TISH KARIYESINI ERTA TASHXISLASHNING ZAMONAVIY IMKONIYATLARI

Shafoatova Go'zal Abrorovna

Termiz iqtisodiyot va servis universiteti stomatologiya mutaxassisligi magistranti

Oqboyev Zayrulla Boriyevich

**Termiz iqtisodiyot va servis universiteti Stomatologiya fanlar kafedrası o'qituvchisi, PhD,
dotsent**



ANNOTATSIYA

Maqolada sun'iy intellekt (SI) texnologiyalarining tish kariyesini erta tashxislashdagi zamonaviy imkoniyatlari, diagnostik aniqligi va klinik integratsiya shartlari tahlil qilinadi. Tadqiqot IMRAD shaklida ikkilamchi dalillar sintezi sifatida bajarildi: 2024–2026-yillarda e'lon qilingan sistematik sharhlar, meta-tahlillar, prospektiv klinik tadqiqotlar hamda O'zbekistonda stomatologiyada SI qo'llanishiga oid mahalliy ilmiy ishlar o'rganildi. 2024-yilgi bitewing rentgenogrammlar bo'yicha meta-tahlilda umumiy kariyesni aniqlash uchun pooled sezgirlik 0,87 va spetsifiklik 0,89 bo'lgan; boshqa 2024-yilgi approximal kariyes meta-tahlilida esa mos ravishda 0,94 va 0,91 ko'rsatkichlari qayd etilgan. 2026-yilgi keng qamrovli meta-tahlilda turli tasvir modalitetlari bo'yicha umumlashtirilgan sezgirlik 0,86, spetsifiklik 0,91 va AUC 0,94 ni tashkil qilgan. Biroq erta emal kariyesi uchun sezgirlik dentin kariyesiga qaraganda pastroq bo'lib, bu aynan "erta tashxis" vazifasining murakkabligini ko'rsatadi. Maqolada SI ni mustaqil tashxis qo'yuvchi tizim emas, balki klinik ko'rik, bitewing rentgenografiya va intraoral tasvirlarni birlashtiruvchi qarorlarni qo'llab-quvvatlash vositasi sifatida joriy etish taklif qilinadi.

Kalit so'zlar: sun'iy intellekt, tish kariyesi, erta tashxis, chuqur o'rganish, konvolyutsion neyron tarmoq, bitewing rentgenografiya, intraoral foto, diagnostik aniqlik, stomatologiya.

АННОТАЦИЯ

В статье анализируются современные возможности искусственного интеллекта (ИИ) для ранней диагностики кариеса зубов, его диагностическая точность и условия клинической интеграции. Исследование выполнено в формате IMRAD как синтез вторичных доказательств с использованием систематических обзоров, метаанализов и клинических исследований 2024–2026 гг., а также работ из Узбекистана по применению ИИ в стоматологии. В метаанализе 2024 года по bitewing-рентгенограммам объединенная чувствительность для выявления кариеса составила 0,87, специфичность — 0,89; в другом метаанализе аппроксимального кариеса показатели составили 0,94 и 0,91 соответственно. В широком метаанализе 2026 года суммарная чувствительность составила 0,86, специфичность — 0,91, AUC — 0,94. При этом чувствительность для раннего кариеса эмали остается ниже, чем для поражений дентина. Обосновано применение ИИ как системы поддержки клинических решений, а не самостоятельного диагностического инструмента.



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, MAXSUS SON-3. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

Ключевые слова: искусственный интеллект, кариес зубов, ранняя диагностика, глубокое обучение, сверточная нейронная сеть, bitewing-рентгенография, внутриротовая фотография, диагностическая точность, стоматология.

ABSTRACT

This article analyzes the current capabilities of artificial intelligence (AI) for early dental caries diagnosis, with emphasis on diagnostic accuracy and clinical integration. The study follows an IMRAD structure and synthesizes secondary evidence from systematic reviews, meta-analyses, prospective clinical studies published in 2024–2026, and selected Uzbek publications on AI in dentistry. A 2024 meta-analysis of bitewing radiographs reported pooled sensitivity and specificity of 0.87 and 0.89 for overall caries detection, while another 2024 meta-analysis of approximal caries reported 0.94 and 0.91, respectively. A broader 2026 meta-analysis across imaging modalities found pooled sensitivity of 0.86, specificity of 0.91, and an AUC of 0.94. However, sensitivity for early enamel lesions remains lower than for dentine caries, highlighting the persistent difficulty of truly early diagnosis. The paper argues that AI should be implemented as a clinical decision-support tool integrated with visual examination, bitewing radiography, and intraoral imaging rather than as an autonomous diagnostic system.

Keywords: artificial intelligence, dental caries, early diagnosis, deep learning, convolutional neural network, bitewing radiography, intraoral photography, diagnostic accuracy, dentistry.

KIRISH

Tish kariyesi dunyoda eng keng tarqalgan surunkali noinfeksion kasalliklardan biri bo'lib, davolanmagan doimiy tish kariyesi Global Burden of Disease baholashlarida eng ko'p uchraydigan holatlardan biri hisoblanadi. Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti ma'lumotlariga ko'ra, doimiy tish kariyesi taxminan 2 milliard kishiga, sut tishlari kariyesi esa 510 million bolaga ta'sir qiladi. Kasallik erta bosqichda aniqlansa, remineralizatsiya, fluor profilaktikasi, dietani o'zgartirish, fissura germetizatsiyasi va minimal invaziv yondashuvlar orqali tish to'qimasini maksimal saqlash imkoniyati oshadi.

Kariyes tashxisida klinik vizual-taktil tekshiruv, ICDAS kabi standart mezonlar, bitewing va periapikal rentgenogrammalar, intraoral fotosuratlar, transilyuminatsiya va boshqa yordamchi usullar qo'llanadi. Biroq approximal va boshlang'ich emal lezyonlari ko'pincha aniq ko'rinmaydi; natija shifokor tajribasi, tasvir sifati va interpretatsiya sharoitiga bog'liq. Shuning uchun diagnostik variabellikni kamaytirish va yashirin lezyonlarni erta aniqlash stomatologiyada SI uchun eng real klinik vazifalardan biridir.

Sun'iy intellekt, ayniqsa chuqur o'rganish va konvolyutsion neyron tarmoqlar, radiografik yoki fotografik tasvirlardan murakkab tekstura va intensivlik naqshlarini ajratib olish imkonini beradi. U-Net turidagi arxitekturalar lezyonni segmentatsiya qilishda, YOLO kabi detektorlar obyekt lokatsiyasida, CNN klassifikatorlar esa sog'lom/kariyes yoki lezyon bosqichini tasniflashda qo'llanmoqda. So'nggi yillarda transformer arxitekturalari va multimodal modellar ham paydo bo'lmoqda.

Biroq yuqori test aniqligi klinik foydaga teng emas. Retrospektiv datasetlarda yuqori natija ko'rsatgan algoritm boshqa klinika, sensor, populyatsiya yoki tasvir protokolida ishlamasligi mumkin. Shu sababli external validation, kalibrlash, ma'lumotlarning reprezentativligi va reference standard sifati sun'iy intellekt diagnostikasining markaziy masalalaridir.

O'zbekiston stomatologiya adabiyotida ham sun'iy intellektning diagnostik imkoniyatlari muhokama qilina boshlagan. Pulatova va Razmuxamedov (2024), Nigmatov va Ruziev (2024), Ro'ziyev va Ro'ziyev (2025) ishlarida stomatologik tasvirlarni avtomatlashtirilgan tahlil qilish, diagnostik aniqlik va texnologik cheklovlar yoritilgan. Biroq mahalliy klinik populyatsiyada



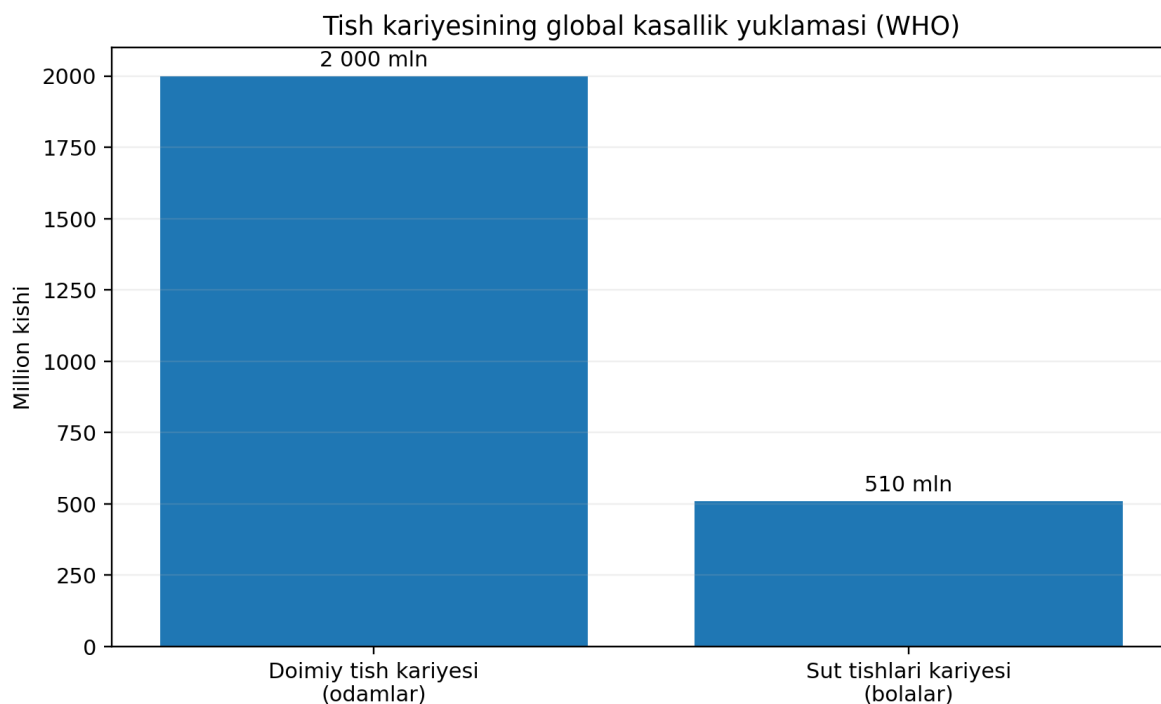
URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, MAXSUS SON-3. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

kariyesni aniqlash uchun tashqi validatsiyadan o'tgan model va standartlashtirilgan prospektiv tadqiqotlar hali zarur.

Tadqiqotning maqsadi — 2024–2026-yillardagi yuqori darajali dalillar asosida sun'iy intellekt yordamida tish kariyesini erta aniqlashning diagnostik imkoniyatlari, cheklovlari va klinik joriy etish talablarini tizimlashtirish hamda O'zbekiston stomatologik amaliyoti uchun metodologik model taklif etishdir.



1-rasm. Tish kariyesining global kasallik yuklamasi. Manba: WHO ma'lumotlari asosida muallif ishlanmasi.

METODOLOGIYA VA ADABIYOTLAR TAHLILI

Ushbu maqola birlamchi klinik tajriba emas, balki diagnostik aniqlik bo'yicha ikkilamchi dalillar sintezidir. Dalil manbalari sifatida 2024–2026-yillarda chop etilgan sistematik sharhlar va meta-tahlillar, klinik baholashlar, WHO oral health ma'lumotlari va O'zbekiston mualliflarining stomatologiyada SI bo'yicha ishlari tanlandi. Natijalar sezgirlik, spetsifiklik, AUC, PPV, NPV va aniqlik ko'rsatkichlari bo'yicha taqqoslandi.

Diagnostik tizimlarda sezgirlik kariyesli yuzalar orasidan to'g'ri aniqlanganlar ulushini, spetsifiklik esa sog'lom yuzalar orasidan to'g'ri rad etilganlar ulushini ifodalaydi. Erta kariyesda yuqori sezgirlik muhim, chunki false negative holatlar profilaktik yoki minimal invaziv davolash uchun vaqtni yo'qotishi mumkin. Shu bilan birga juda past spetsifiklik false positive natijalar, ortiqcha invaziv davolash va bemorga zarar xavfini oshiradi.

Ammar va Kühnisch (2024) 935 manbadan 14 tadqiqotni sifat tahliliga kiritib, besh tadqiqot asosida bitewing rentgenogrammada umumiy kariyes uchun pooled sezgirlik 0,87 va spetsifiklik 0,89 ni qayd etgan. Dentin kariyesi uchun sezgirlik 0,84 bo'lgan bo'lsa, emal kariyesida 0,71 gacha pasaygan. Ushbu farq SI tizimlari aniq kavitasiyalangan yoki radiografik ko'rinadigan lezyonlarda kuchliroq, eng erta mineral yo'qotish bosqichida esa nisbatan zaifroq ekanini ko'rsatadi.

Carvalho va hammualliflar (2024) 2 442 maqoladan 21 tasini kiritib, approximal kariyes uchun pooled sezgirlik 0,94 va spetsifiklik 0,91 ni aniqlagan. Mualliflar SI ning sog'lom approximal yuzalarni rad etish qobiliyati yuqoriligini, biroq musbat topilmalar klinik ekspert tomonidan tasdiqlanishi kerakligini ta'kidlaydi.



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, MAXSUS SON-3. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

2026-yilda chop etilgan sistematik sharh va meta-tahlil 25 tadqiqotdan 13 tasini pooled hisob-kitobga kiritgan va sezgirlik 0,86, spetsifiklik 0,91, AUC 0,94 natijalarini ko'rsatgan. Intraoral tasvir modellarida sezgirlik 0,88 va AUC 0,95, rentgenografik modellar esa spetsifiklik 0,92 ko'rsatgan. Biroq I^2 90 foizdan yuqori bo'lgan, ya'ni natijalardagi heterojenlik juda katta.

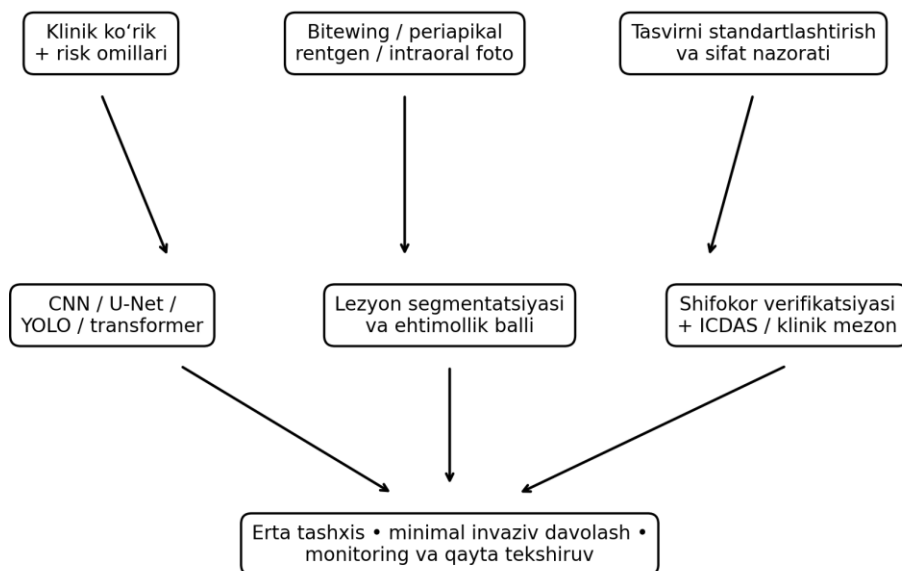
Prospektiv klinik baholashda 191 bemorning 4 361 tishi intraoral kamera va SI modeli yordamida tekshirilgan; umumiy aniqlik 93,40 foiz, sezgirlik 81,31 foiz va spetsifiklik 95,65 foizni tashkil qilgan. Shu bilan birga ayrim lokalizatsiyalarda, xususan anterior approximal lezyonlarda sezgirlik juda past bo'lishi mumkinligi qayd etilgan. Bu o'rtacha ko'rsatkichlarni lokal diagnostik vazifa bilan almashtirib bo'lmashligini ko'rsatadi.

Manba	Modalitet / dizayn	Sezgirlik	Spetsifiklik	Asosiy xulosa
Ammar & Kühnisch (2024)	Bitewing; sistematik sharh/meta-tahlil	0,87	0,89	Yaxshi umumiy aniqlik, lekin emal kariyesi sezgirligi pastroq.
Carvalho et al. (2024)	Approximal bitewing; meta-tahlil	0,94	0,91	Klinik screening uchun yuqori potensial; musbat natijani ekspert tekshirishi kerak.
2026 meta-tahlil	Intraoral foto + rentgen	0,86	0,91	AUC 0,94; heterojenlik $I^2 > 90\%$, tashqi validatsiya zarur.
Prospektiv klinik baholash (2024)	Intraoral tasvir; 4 361 tish	0,813	0,957	Umumiy accuracy 93,4%, lokalizatsiyaga qarab sezgirlik keskin farq qiladi.
Zeng et al. (2025)	Intraoral foto	0,898–0,971*	0,870–0,998*	Oq dog' va kavitatsiyalangan lezyonlarda yuqori ko'rsatkichlar; *tish turi va bosqichga bog'liq.

1-jadval. Tish kariyesini AI yordamida aniqlash bo'yicha zamonaviy diagnostik ko'rsatkichlar.



Sun'iy intellekt yordamida kariyesni erta aniqlashning klinik ish jarayoni

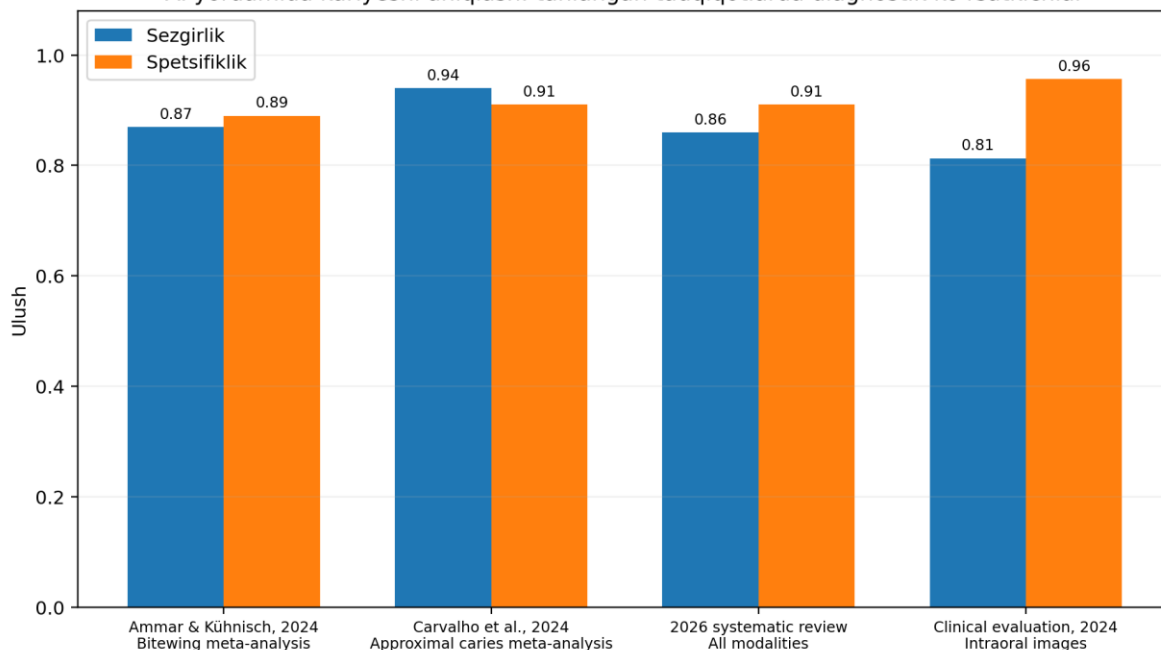


2-rasm. Sun'iy intellekt yordamida tish kariyesini erta aniqlashning klinik ish jarayoni. Manba: muallif ishlanmasi.

NATIJALAR

Tanlangan yuqori darajali dalillar SI tizimlarining kariyesni aniqlashda odatda yuqori diagnostik ko'rsatkichlarga erishishini ko'rsatadi. Ikki mustaqil 2024-yilgi meta-tahlilda pooled sezgirlik 0,87–0,94, spetsifiklik 0,89–0,91 oralig'ida bo'lgan. 2026-yilgi ko'p modalitetli meta-tahlil esa 0,86/0,91 ko'rsatkichlarini va AUC 0,94 ni qayd etgan. Bu natijalar SI ning klinik qarorlarni qo'llab-quvvatlash uchun sezilarli potensialga egaligini ko'rsatadi, lekin ular turli dataset va reference standartlar tufayli to'g'ridan-to'g'ri bir-biriga tenglashtirilmasligi kerak.

AI yordamida kariyesni aniqlash: tanlangan tadqiqotlarda diagnostik ko'rsatkichlar



3-rasm. Tanlangan zamonaviy tadqiqotlarda AI diagnostik ko'rsatkichlarining taqqoslanishi.

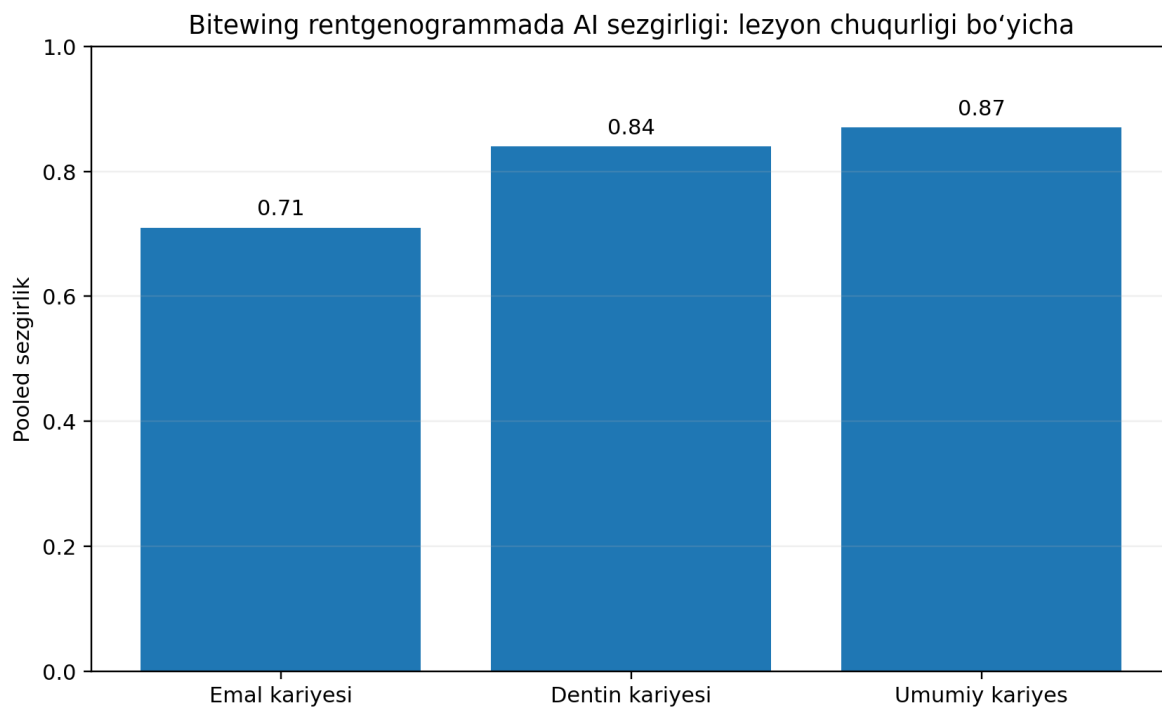


URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, MAXSUS SON-3. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

Erta tashxis nuqtayi nazaridan eng muhim topilma — lezyon chuqurligi ortishi bilan aniqlash osonlashishidir. Ammar va Kühnisch meta-tahlilida emal kariyesi uchun pooled sezgirlik 0,71, dentin kariyesi uchun 0,84 va umumiy kariyes uchun 0,87 bo'lgan. Bu boshlang'ich demineralizatsiya rentgenografik kontrastining pastligi, reference standarddagi noaniqlik va annotatorlar o'rtasidagi kelishmovchilik bilan izohlanishi mumkin.



4-rasm. Bitewing rentgenogrammada AI sezgirligining lezyon chuqurligiga bog'liqligi. Manba: Ammar & Kühnisch (2024) meta-tahlili.

Klinik vazifa	AI uchun kuchli tomon	Asosiy cheklov	Tavsiya etiladigan rol
Approximal kariyes	Bitewingda yashirin radiolyutsent o'zgarishlarni belgilash	Kontaktlar ustma-ust tushishi, emal lezyonlarida signal past	Ikkinchi o'quvchi / decision support
Oq dog' (white spot)	Intraoral fotosuratda rang-tekstura naqshlarini aniqlash	Yoritish, saliva, kamera va oq balansga sezgir	Screening + profilaktik monitoring
Dentin kariyesi	Lezyon kontrasti yuqoriroq, sezgirlik odatda yaxshi	Klinik kavitasiyani faqat rentgen bilan tasdiqlab bo'lmaydi	Radiografik yordamchi tashxis
Bolalar kariyesi	Tez screening va takroriy monitoring imkoniyati	Dataset reprezentativligi va yoshga mos model zarur	Profilaktika dasturlarida yordamchi vosita
Tele-stomatologiya	Telefon/intraoral foto orqali masofaviy triage	Tasvir sifati va false positive/negative xavfi	Triage, yakuniy tashxis emas

2-jadval. Klinik vazifalar bo'yicha AI imkoniyatlari va cheklovlari.

Intraoral tasvirlar bo'yicha natijalar ham erta aniqlash uchun qiziqarli. Zeng va hammualliflar (2025) old tishlardagi oq dog' darajasida 89,78 foiz sezgirlik va 91,67 foiz spetsifiklikni,



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, MAXSUS SON-3. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

kavitasionalangan lezyonlarda 97,06 va 99,79 foizni qayd etgan. Orqa tishlarda oq dog'lar uchun 90,25 foiz sezgirlik va 86,96 foiz spetsifiklik, kavitasionalangan bosqichda esa 95,8 va 94,12 foiz natija olingan. Bunday natijalar intraoral foto asosidagi SI ni profilaktik monitoring va masofaviy screening uchun istiqbolli qiladi, biroq universal klinik tavsiya uchun multicenter tashqi validatsiya zarur.

Ko'rsatkich	Radiografik AI	Intraoral foto AI	Klinik izoh
Erta approximal lezyon	Nisbatan kuchli	Ko'pincha cheklangan ko'rinish	Bitewing afzal.
White spot / sirt demineralizatsiyasi	Radiografiyada sezuvchanligi cheklangan	Rang va tekstura orqali yaxshi signal bo'lishi mumkin	Foto standartlashtirish shart.
Dentin kariyesi	Odatda yuqori aniqlik	Kavitatsiya ko'rinsa yuqori	Klinik verifikatsiya zarur.
Portativlik	Rentgen apparati kerak	Telefon/intraoral kamera yetarli bo'lishi mumkin	Low-resource screening uchun foto afzal.
Radiatsiya	Ionlashtiruvchi	Yo'q	Takroriy monitoringda foto ustun.
Standartlashtirish	Sensor/protokolga bog'liq	Yoritish, fokus, oq balansga bog'liq	Ikkala modalitetda QA zarur.

3-jadval. Radiografik va intraoral tasvirga asoslangan AI yondashuvlarining taqqoslanishi.

Natijalar SI algoritmini baholashda faqat accuracy ko'rsatkichiga tayanish yetarli emasligini ko'rsatadi. Kariyes prevalensi past bo'lgan screening populyatsiyasida PPV sezilarli tushishi mumkin; natijada ko'plab false positive holatlar yuzaga keladi. Shu sababli klinik implementatsiya uchun sensitivity, specificity, PPV, NPV, AUC, kalibrlash, decision-curve analysis va external validation birgalikda baholanishi kerak.

Baholash mezonini	Nima o'lchanadi	Nima uchun zarur
Sezgirlik	Kariyesli holatni to'g'ri topish	Erta lezyonni o'tkazib yubormaslik.
Spetsifiklik	Sog'lom holatni to'g'ri rad etish	Ortiqcha davolashni kamaytirish.
PPV	AI musbat topilmasining haqiqiyliigi	Screening prevalensiga kuchli bog'liq.
NPV	AI manfiy topilmasining ishonchliligi	Sog'lom yuzani xavfsiz rad etish.
AUC	Turli thresholdlarda diskriminatsiya	Modelning umumiy ajrata olish qobiliyati.
Kalibrlash	0,8 risk haqiqatan ~80% holatga mosmi	Ehtimollik ballini klinik talqin qilish.
External validation	Boshqa klinika/populyatsiyada ishlashi	Generalizatsiyani tekshirish.
Prospektiv klinik impact	Shifokor qarori va bemor natijasi	Haqiqiy klinik qiymatni isbotlash.

4-jadval. AI kariyes diagnostikasini baholashda zarur metrikalar.

MUHOKAMA

Dalillar SI ning tish kariyesi diagnostikasida yuqori potensialini ko'rsatadi, ammo "erta kariyesni AI odamdan yaxshi topadi" degan umumiy xulosa hozircha haddan tashqari soddalashtirilgan. Eng erta emal lezyonlari uchun pooled sezgirlikning 0,71 atrofida bo'lishi bu



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, MAXSUS SON-3. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

segmentda sezilarli false negative xavfi saqlanayotganini ko'rsatadi. Demak, SI ayniqsa boshlang'ich lezyonlarda klinik ko'rikni almashtirmasligi kerak.

AI ning real qiymati ikkinchi o'quvchi sifatida namoyon bo'lishi mumkin. Shifokor avval tasvirni mustaqil baholaydi, keyin AI heatmap, bounding box yoki ehtimollik ko'rsatkichini beradi. Kelishmovchilik bo'lsa, klinik ma'lumot, qo'shimcha tasvir yoki kuzatuv asosida yakuniy qaror qabul qilinadi. Bunday workflow automation biasni kamaytiradi va AI xatosini shifokor xatosi bilan bir yo'nalishda kuchayishining oldini oladi.

Explainable AI masalasi ham muhim. Sistematik sharhlarda intraoral tasvir bo'yicha ishlarning juda oz qismi XAI texnikalaridan foydalangani qayd etilgan. Klinik stomatolog uchun faqat "kariyes 87%" degan raqam yetarli emas; model qaysi hududni patologik deb ko'rayotgani va qaror tasvir artefaktiga emas, lezyonga asoslanganini tekshirish imkoniyati bo'lishi kerak.

O'zbekiston sharoitida eng katta metodologik xato tayyor xorijiy modelni lokal tekshiruvsiz amaliyotga kiritish bo'ladi. Sensorlar, ekspozitsiya parametrlari, tish plombalari, aholi yosh tarkibi, kariyes prevalensi va klinik ish jarayoni farqlanadi. Shuning uchun joriy etishdan avval kamida bir necha markazni qamrab oluvchi mahalliy external validation o'tkazish, reference standardni ikki yoki undan ortiq tajribali stomatolog konsensusi bilan yaratish kerak.

Mahalliy pilot tadqiqot uchun eng maqbul dizayn prospektiv diagnostik accuracy study hisoblanadi. Ketma-ket kelgan bemorlar kiritiladi; AI natijasini klinik ekspertlar reference standardidan ko'r qilinadi; tish/yuzalar bo'yicha sensitivity, specificity, PPV, NPV va AUC hisoblanadi. Erta emal (E1/E2) va dentin (D1+) lezyonlari alohida tahlil qilinishi kerak. Aks holda chuqur lezyonlar ko'pligi umumiy accuracy ni sun'iy yuqori ko'rsatadi.

Klinik xavfsizlik uchun threshold tanlash ham maqsadga bog'liq. Screeningda yuqori sezgirlik afzal bo'lishi mumkin, lekin definitive restorative treatment uchun spetsifiklik va klinik tasdiq kuchli bo'lishi kerak. AI thresholdi bitta universal qiymat emas, klinik use-case bo'yicha kalibrlanishi lozim.

Etik va huquqiy jihatdan tasvirlar shaxsiy tibbiy ma'lumotdir. Modelni o'qitish va cloud tahlil uchun bemorning xabardor roziligi, ma'lumotlarni de-identifikatsiya qilish, saqlash muddatlari va uchinchi tomon servislari uzatish shartlari aniq bo'lishi kerak. Diagnostik qaror uchun yakuniy klinik javobgarlik SI algoritimga emas, litsenziyalangan stomatologga tegishli bo'lishi kerak.

Eng kichik amaliy joriy etish paketi uch komponentdan iborat bo'lishi mumkin: standart bitewing/intraoral foto protokoli; AI yordamchi o'quvchi; va shifokor tasdiqlashi bilan tuziladigan audit log. Shundan keyingina avtomatik monitoring, tele-stomatologiya va ommaviy screening funksiyalarini kengaytirish maqsadga muvofiq.

Joriy etish bosqichi	Minimal talab	Xavfsizlik nazorati
1. Lokal validatsiya	Kamida 2–3 klinika, representativ tasvirlar	Ekspert konsensus reference standard
2. Silent-mode test	AI ishlaydi, lekin qarorga ta'sir qilmaydi	Real klinik performance audit
3. Decision support	AI topilmasi shifokorga ko'rsatiladi	Shifokor override va sabab logi
4. Monitoring	False positive/negative va drift nazorati	Davriy qayta kalibrlash
5. Kengaytirish	Tele-dentistry, screening, mobil foto	Use-case bo'yicha alohida validatsiya

5-jadval. O'zbekiston stomatologik amaliyotida AI kariyes diagnostikasini bosqichma-bosqich joriy etish modeli.



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, MAXSUS SON-3. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

XULOSA

Sun'iy intellekt tish kariyesini aniqlashda yuqori diagnostik potentsialga ega. 2024–2026-yillardagi sistematik sharh va meta-tahlillar ko'p hollarda 0,86–0,94 sezgirlik, 0,89–0,91 spetsifiklik va taxminan 0,94 AUC diapazonini ko'rsatmoqda. Ayniqsa bitewing rentgenogrammalaridagi approximal kariyes va intraoral tasvirlardagi aniq sirt lezyonlarini aniqlashda natijalar istiqbolli.

Biroq erta emal kariyesi eng murakkab segment bo'lib qolmoqda: pooled sezgirlik dentin kariyesiga nisbatan past. Shu sababli "AI erta kariyesni to'liq avtomatik tashxislaydi" degan yondashuv dalillar bilan yetarlicha qo'llab-quvvatlanmaydi. Hozirgi eng asosli klinik rol — SI ni shifokorning ikkinchi o'quvchisi va qarorlarni qo'llab-quvvatlovchi tizim sifatida ishlatishdir.

O'zbekiston uchun ustuvor vazifa tayyor algoritm sotib olish emas, balki uni mahalliy klinik sharoitda to'g'ri validatsiya qilishdir. Mahalliy dataset, standart tasvir olish protokoli, ekspert reference standardi, external validation, kalibrash va post-deployment monitoring tizimi bo'lmasdan, laboratoriya aniqligi klinik xavfsizlikni kafolatlamaydi.

Amaliy tavsiyalar: bitewing va intraoral foto uchun alohida AI workflow ishlab chiqish; E1/E2 emal lezyonlarini alohida KPI sifatida kuzatish; AI topilmalarini heatmap yoki segmentatsiya orqali tushuntirish; shifokor tasdig'isiz invaziv davolash qarorini avtomatlashtirmaslik; va O'zbekistonning kamida bir nechta stomatologik markazida prospektiv multicenter diagnostik tadqiqot o'tkazish.

Kelgusi ilmiy ishlar uchun eng muhim endpoint algoritmnining oddiy accuracy ko'rsatkichi emas, balki AI qo'shilganda shifokorning erta kariyesni aniqlash sezgirligi qanchaga oshishi, unnecessary treatment kamayishi va bemor tish to'qimasini saqlash natijasi yaxshilanishidir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ammar, N., & Kühnisch, J. (2024). Diagnostic performance of artificial intelligence-aided caries detection on bitewing radiographs: A systematic review and meta-analysis. *Japanese Dental Science Review*, 60, 128–136. <https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2024.02.001>
2. Carvalho, B. K. G., Nolden, E.-L., Wenning, A. S., Kiss-Dala, S., Agócs, G., Róth, I., Kerémi, B., Géczi, Z., Hegyi, P., & Kivovics, M. (2024). Diagnostic accuracy of artificial intelligence for approximal caries on bitewing radiographs: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*, 151, 105388. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2024.105388>
3. World Health Organization. (2025). Oral health. WHO.
4. World Health Organization. (2025). Sugars and dental caries. WHO.
5. Zeng, Z., Ramesh, A., Ruan, J., Hao, P., Al Jallad, N., Jang, H., Ly-Mapes, O., Fiscella, K., Xiao, J., & Luo, J. (2025). Use of artificial intelligence to detect dental caries on intraoral photos. *Quintessence International*, 56(1), 82–91. <https://doi.org/10.3290/j.qi.b5857664>
6. Uddin, A. N., Ali, S. A., Lal, A., Adnan, N., Ahmed, S. M. F., & Umer, F. (2025). Applications of AI-based deep learning models for detecting dental caries on intraoral images: A systematic review. *Evidence-Based Dentistry*, 26(1), 71–72. <https://doi.org/10.1038/s41432-024-01089-1>
7. Artificial intelligence for binary dental caries diagnosis using intraoral images and dental radiographs: A systematic review and meta-analysis. (2026). *BMC Oral Health*. <https://doi.org/10.1186/s12903-026-07770-4>
8. Artificial intelligence for dental caries detection: An umbrella review. (2026). *Journal of Dentistry*. PMID: 42537896.
9. Diagnostic accuracy of artificial intelligence-assisted caries detection: A clinical evaluation. (2024). *Clinical Oral Investigations*. PMID: 39285427.
10. Ku, J. C.-K., Mao, K., Wang, F., Carreiro, A. da F. P., Lam, W. Y.-H., & Yu, O. Y. (2025). Accuracy of clinical photography for the detection of dental caries: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*, 157, 105737. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2025.105737>
11. Pulatova, L., & Razmuxamedov, D. (2024). Актуальность внедрения искусственного интеллекта для диагностики пациентов в стоматологии. *Новый Узбекистан*:



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, MAXSUS SON-3. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

наука, образование и инновации, 231–234. <https://doi.org/10.71337/inlibrary.uz.new-uzbekistan.32270>

12. Nigmatov, R., & Ruziev, S. (2024). Stomatologiyada sun'iy intellekt: tushunchalar, qo'llanishlar va tadqiqot muammolari. in Library, 209–212. <https://doi.org/10.71337/inlibrary.uz.archive.57978>

13. Ro'ziyev, B., & Ro'ziyev, Sh. (2025). Sun'iy intellektning stomatologiyadagi yangi istiqbollari: tish kasalliklarini erta tashxislashdagi imkoniyatlar va cheklangan jihatlari. Universal xalqaro ilmiy jurnal, 2(4.5), 867–869. <https://doi.org/10.71337/inlibrary.uz.universaljurnal.110859>

14. Ro'ziyev, B., & Ro'ziyev, Sh. (2025). Kariesni erta aniqlashda AI modellarining samarali va klinik perspektivasi. Universal xalqaro ilmiy jurnal, 2(4.5), 917–919. <https://doi.org/10.71337/inlibrary.uz.universaljurnal.110833>

15. Schwendicke, F., Samek, W., & Krois, J. (2020). Artificial intelligence in dentistry: Chances and challenges. Journal of Dental Research, 99(7), 769–774.