

SUN'IY INTELLEKT YORDAMIDA STOMATOLOGIK RENTGEN
TASVIRLARINI TAHLIL QILISH IMKONIYATLARI

Ro'ziyev Durbek Norsafarovich

Termiz iqtisodiyot va servis universiteti yuz-jag' jarrohligi yo'nalishi talabasi

Pardayev Otabek Anvar o'g'li

Termiz iqtisodiyot va servis universiteti Stomatologiya fanlar kafedrası o'qituvchisi

Annotatsiya: Maqolada sun'iy intellekt yordamida stomatologik rentgen tasvirlarini tahlil qilishning nazariy mazmuni, klinik imkoniyatlari, amaliy qo'llanishi va O'zbekiston stomatologiyasi uchun ahamiyati yoritildi. Rentgen tasvirlarini algoritmik baholash kariyes, periapikal yallig'lanish, periodontal suyak yo'qotilishi, ildiz morfologiyasi, impaksiyalangan tish va implantologik xavf zonalarini aniqlashda shifokor qarorini qo'llab-quvvatlashi asoslandi. Tahlilda sun'iy intellekt mustaqil tashxis qo'yuvchi tizim emas, balki ikkinchi o'qish, skrining, o'lchovlarni standartlashtirish va monitoring vositasi sifatida ko'rildi. Maqolada ma'lumotlar sifati, algoritmik tarafkashlik, shaxsiy tibbiy ma'lumotlar himoyasi, klinik javobgarlik va mahalliy tasvirlar bazasini shakllantirish muammolari ochib berildi.

Kalit so'zlar: sun'iy intellekt, stomatologik rentgen, raqamli diagnostika, CBCT, algoritm, tasvir tahlili, segmentatsiya, klinik qaror, bemor xavfsizligi.

Kirish

Sun'iy intellekt yordamida stomatologik rentgen tasvirlarini tahlil qilish imkoniyatlari stomatologiyada diagnostika madaniyatini qayta ko'rib chiqishga undayotgan dolzarb yo'nalishdir. Rentgen tasviri uzoq vaqt davomida shifokorning tajribasi, ko'ruv diqqatining barqarorligi va klinik simptomlarni to'g'ri bog'lash qobiliyatiga tayangan holda talqin qilingan. Raqamli sensorlar, panoram rentgenografiya, telerentgenografiya va konus-nurli kompyuter tomografiyasi kengaygani sari tasvirlar hajmi ortdi, ammo har bir tasvirni bir xil aniqlikda o'qish amaliyotda qiyin bo'lib qoldi. Sun'iy intellekt shu nuqtada yordamchi tahlil vositasi sifatida maydonga chiqadi. U kariyes o'choqlari, periapikal o'zgarishlar, periodontal suyak yo'qotilishi, ildiz kanali morfologiyasi, impaksiyalangan tish joylashuvi va patologik soya kabi belgilarni **algoritmik** qidirish orqali shifokor e'tiborini xavfli zonalarga yo'naltiradi.

Mavzuning mohiyati **sun'iy intellekt**ni rentgen tasviriga avtomatik hukm chiqaradigan mustaqil subyekt sifatida emas, balki klinik qarorni mustahkamlaydigan ikkinchi o'qish tizimi sifatida baholashdan iborat. Stomatologik **rentgen diagnostikasi**

faqat tasvirda ko‘rinayotgan oq-qora farqlarni ajratish bilan tugamaydi. Tasvir bemorning yoshi, shikoyati, og‘iz gigiyenasi, parodont holati, avvalgi davolashlar, umumiy somatik kasalliklar va rejalashtirilayotgan muolaja bilan bog‘langanda klinik ahamiyat kasb etadi. Sun‘iy intellektning kuchli tomoni mayda kontrast o‘zgarishlarni izchil qayd etishi, arxivdagi tasvirlar bilan solishtirishi, **segmentatsiya** va o‘lchovlarni tez bajarishidir. Zaif tomoni esa rentgen artefakti, noto‘g‘ri ekspozitsiya, metall restavratsiyalar soyasi, bemor holatining noto‘g‘ri joylashuvi va trening ma’lumotlari cheklanganida xato xulosa berish ehtimolidir.

O‘zbekiston stomatologiya amaliyotida **sun‘iy intellekt** asosidagi stomatologik rentgen tahlili masalasi faqat alohida klinika yoki alohida mutaxassis darajasidagi yangilik emas, balki tibbiy xizmat sifatini barqarorlashtirish, diagnostika xatolarini kamaytirish va **bemor xavfsizligini** oshirish bilan bog‘liq tizimli yo‘nalishdir. Sog‘liqni saqlash tizimida vrachlar sonining 2020-yildagi 91,9 ming kishidan 2024-yil 1-yanvar holatiga 105,7 ming kishiga yetgani tibbiy xizmatga bo‘lgan talab ortayotgani va mutaxassislar salohiyatini raqamli, klinik va profilaktik kompetensiyalar bilan qo‘llab-quvvatlash zarurligini ko‘rsatadi¹. Stomatologiya bunday o‘zgarishlardan chetda qolmaydi, chunki tish-jag‘ tizimi kasalliklari aholining hayot sifati, mehnatga layoqati, ovqatlanish fiziologiyasi, nutq ravonligi va psixoiqtimoiy moslashuviga bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

Adabiyotlar tahlili va metodologiya

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, o‘zbek stomatologiya darsliklarida rentgenologik tekshiruv tish-jag‘ kasalliklarini klinik tekshirish bilan bog‘liq holda yoritiladi. Terapevtik stomatologiya propedevtikasida bemorni ko‘rish, palpatsiya, perkussiya, zondlash, elektroodontodiagnostika va rentgen tekshiruvi bir-birini to‘ldiruvchi bosqichlar sifatida talqin qilinadi³. Raqamli diagnostika haqidagi mahalliy maqolalarda 3D tomografiya, radioviziografiya, stomatoskopiya va kompyuter yordamida rejalashtirish bemor uchun tashriflar sonini kamaytirishi, shifokor uchun esa anatomik holatni chuqurroq baholash imkonini berishi ta’kidlanadi. Bu qarashlar **sun‘iy intellekt**ni mavjud diagnostik madaniyat ichiga joylashtirishga asos bo‘ladi.

Sun‘iy intellekt **algoritm**lari rentgen tasvirida uch asosiy vazifani bajaradi. Tasniflash tasvirda patologiya bor yoki yo‘qligini aniqlashga yo‘naltiriladi. Deteksiya kariyes, periapikal o‘choq, suyak defekti yoki retensiyalangan tish kabi obyektlarni lokalizatsiya qiladi. Segmentatsiya esa tish ildizi, suyak chegarasi, mandibulyar kanal, sinus tubi yoki patologik zona konturini ajratadi. Stomatologik amaliyotda aynan **segmentatsiya** va deteksiya alohida qiymatga ega, chunki ular shifokor tomonidan ko‘zdan qochishi mumkin bo‘lgan mayda o‘zgarishlarni ko‘rsatadi. Biroq **algoritm**

tasvir bilan ishlaydi, bemor bilan emas. Shu sababli **sun'iy intellekt** natijasi klinik simptomlar, laborator yoki umumiy tibbiy ma'lumotlar hamda shifokor tekshiruvi bilan muvofiqlashtirilishi shart.

Metodologik jihatdan maqola o'zbek tilidagi stomatologik adabiyotlar, raqamli diagnostika bo'yicha mahalliy ilmiy materiallar, sog'liqni saqlash tizimidagi sifat va akkreditatsiya talablari, shuningdek rentgen tasvirlarini tahlil qilishda qo'llanadigan zamonaviy klinik yondashuvlarni qiyosiy o'rganishga asoslandi. Tahlilda **sun'iy intellekt**ning texnik imkoniyati alohida, uning klinik foydasi alohida baholandi. Bu farq muhim, chunki yuqori aniqlikka ega **algoritm** ham noto'g'ri klinik sharoitda foydasiz bo'lishi mumkin. Maqola doirasida diagnostik zanjir tasvir olish, tasvir sifatini tekshirish, **algoritmik** tahlil, shifokor xulosasi, davolash rejasiga kiritish va keyingi nazorat bosqichlari orqali ko'rib chiqildi.

Tadqiqot metodologiyasi mavzuga oid o'zbek tilidagi darsliklar, o'quv qo'llanmalar, ilmiy maqolalar, sog'liqni saqlash sohasidagi ochiq statistik materiallar va amaliy stomatologiya protokollarini tahlil qilishga tayandi. stomatologik rentgen tasvirlari, panoram rentgenografiya, periapikal tasvirlar va **CBCT** natijalarini baholash doirasida klinik qaror qabul qilishning diagnostik zanjiri, muolaja oldi baholash, davolashni rejalashtirish, bemor bilan muloqot va keyingi nazorat bosqichlari o'rganildi. Tahlil deskriptiv va qiyosiy-uslubiy yo'nalishda olib borildi, chunki mavzu bo'yicha randomizatsiyalangan klinik tekshiruvlar soni cheklangan, mavjud ma'lumotlar esa ko'proq amaliy tajriba, klinik kuzatuv va texnologik tavsiflar shaklida uchraydi.

Metodik yondashuv vizual tahlil, raqamli o'lchash, **algoritmik segmentatsiya**, klinik solishtirish va davolashdan keyingi monitoring kabi usullarni bir majmuada ko'rishga asoslandi. Bunda har bir usulning mustaqil afzalligi emas, balki shifokor qarori uchun beradigan qo'shimcha klinik qiymati baholandi. Masalan, tasvirning aniqligi yoki modelning chiroyli ko'rinishi davolash sifatini avtomatik oshirmaydi. Sifat faqat ma'lumot to'g'ri olinib, to'g'ri talqin qilinib, davolash rejasiga asosli kiritilganda ortadi. Shuning uchun maqolada texnologik ko'rsatkichlar bilan birga **bemor xavfsizligi**, vaqt tejallishi, iqtisodiy maqbullik va klinik natijaning barqarorligi ham ko'rib chiqildi.

Natijalarni talqin qilishda diagnostika aniqligi, sezgirlik, xoslik, noto'g'ri-musbat xulosa ulushi, noto'g'ri-manfiy xulosa xavfi va davolash qaroriga ta'sir mezonlari asosiy baholash nuqtalari sifatida olindi. Bu yondashuv mavzuni faqat nazariy muhokama darajasida qoldirmaydi, chunki stomatologik amaliyotda har bir yangilik bemorga og'riq kamayishi, tashriflar soni qisqarishi, diagnostika aniqligi

ortishi, asorat xavfi pasayishi yoki davolash prognozi yaxshilanishi orqali qiymat beradi. O'zbekiston sharoitida bunday mezonlar klinikalar o'rtasidagi texnik imkoniyatlar farqi, kadrlar tayyorgarligi va aholining stomatologik xizmatga murojaat qilish madaniyati bilan bog'lab baholanishi kerak.

Rentgen diagnostikasi bo'yicha amaliy qaror qabul qilishda klinik ko'rik, anamnez, funksional baholash va instrumental diagnostika o'zaro bog'liq tizim sifatida ishlaydi. **sun'iy intellekt**ga tayangan tasvir tahlili ushbu tizimda shifokorning o'rnini bosmaydi, balki kuzatuv, o'lchash, hujjatlashtirish va davolash rejasini asoslash imkoniyatini kengaytiradi. Tibbiyot tashkilotlarini litsenziyalash va akkreditatsiyalashga doir talablarning kuchayishi tibbiy xizmat sifati, xavfsizlik va javobgarlikni rasmiy mezonlarga bog'laydi². Shu sababli maqolada ko'rilayotgan muammo texnologik qulaylik emas, balki kasbiy standart, klinik tafakkur va bemor manfaatini birlashtiradigan amaliy mexanizm sifatida talqin qilinadi.

Mavzuning tarkibiy unsurlari klinik ko'rsatma, usul tanlash, ma'lumot sifati, bemorni xabardor qilish, jarayonni hujjatlashtirish, davolash natijasini baholash va qayta nazoratdan iborat. Har bir unsur mustaqil ko'rinishi mumkin, biroq ular ajratilgan holda qo'llansa natija ishonchliligi pasayadi. **algoritmik** tarafkashlik, tasvir sifati pastligi, klinik belgilarsiz avtomatik xulosa chiqarish va shaxsiy ma'lumotlar himoyasidagi bo'shliqlar kabi muammolar shifokorni shoshilinch qaror, ortiqcha muolaja yoki keraksiz xarajatga olib kelishi mumkin. Rivojlanish yo'li sifatida stomatologlar uchun raqamli rentgenologiya savodxonligini oshirish, klinik audit tizimini joriy etish va **algoritm** natijasini shifokor qarori bilan majburiy solishtirish zarur bo'ladi, chunki zamonaviy stomatologiyada texnika ishlatishni bilishning o'zi yetarli emas, undan olingan ma'lumotni biologik jarayon, klinik simptom va davolash prognozi bilan bog'lash talab etiladi.

Tahlil va natijalar

Tahlil natijalariga ko'ra, **sun'iy intellekt** stomatologik rentgen tasvirlarida diagnostik jarayonni kamida uch yo'nalishda kuchaytiradi. Eng muhim yo'nalish erta aniqlashdir. Interproksimal kariyesning boshlang'ich bosqichi, ildiz uchi atrofidagi mayda radiolyusent o'zgarish, gorizontal yoki vertikal suyak yo'qotilishining dastlabki belgisi oddiy ko'rishda sezilmasligi mumkin. Algoritm tasvir pikseli, kontrast, chegara va shakl o'zgarishini hisobga olib, shifokorga gumonli sohani belgilaydi. Bunday belgilash yakuniy tashxis emas, ammo shifokor diqqatini maqsadli joyga qaratadi. Ayniqsa ko'p bemor qabul qilinadigan klinikalarda ikkinchi o'qish funksiyasi diagnostika charchog'ini kamaytiradi.

Yana bir natija davolashni rejalashtirish aniqligida ko'rinadi. Endodontik muolaja oldidan ildiz kanallari soni, egilishi va periapikal to'qima holatini to'g'ri baholash davolash muvaffaqiyati uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega. Implantologik yoki jarrohlik amaliyotida mandibulyar kanal, maksillyar sinus, alveolyar suyak balandligi va qo'shni ildizlar joylashuvi muhim anatomik chegaralar hisoblanadi. Sun'iy intellekt bu zonalarini avtomatik konturlash orqali jarrohlik xavfini vizual ko'rsatishi mumkin. Ortodontiyada telerentgen tasvirlarini o'lchash, sefalometrik nuqtalarni topish va jag' o'sish nisbatlarini solishtirish vaqtni tejaydi. Bu jarayonlarda **algoritm** o'lchovlarni standartlashtiradi, shifokor esa klinik qarorni bemorning yuz estetikasi, okklyuziya, funksional holat va davolash motivatsiyasi bilan bog'laydi.

O'zbekiston sharoitida **sun'iy intellekt**dan foydalanishning amaliy qiymati hududiy tibbiy xizmatlar o'rtasidagi farqni kamaytirish imkoniyatida ham ko'rinadi. Katta shaharlarda raqamli rentgen, **CBCT** va mutaxassislar ko'proq jamlangan bo'lishi mumkin, chekka hududlarda esa tajribali rentgenolog yoki tor mutaxassis maslahatiga tez yetishish qiyinlashadi. Algoritmik tahlil teletibbiyot bilan birlashganda tasvirni masofadan baholash, ikkinchi mutaxassis fikrini olish va bemorni keraksiz yo'llanmalardan saqlash imkonini beradi. Biroq bunday modelda internet sifati, tasvir formatlari mosligi, bemor roziligi va ma'lumotlar xavfsizligi bo'yicha qat'iy tartib talab qilinadi.

Sun'iy intellektning asosiy cheklovi ma'lumot sifati bilan belgilanadi. Algoritm past sifatli, noto'g'ri joylashtirilgan, yoritilishi buzilgan yoki metall artefaktlar ko'p bo'lgan tasvirda ishonchli ishlamaydi. Klinikada tasvir olish protokoli barqaror bo'lmasa, **sun'iy intellekt** yordamchi vosita emas, xato manbai bo'lib qolishi mumkin. Ma'lumot bazasi mahalliy populyatsiya xususiyatlarini yetarlicha aks ettirmasa, **algoritm** boshqa yosh, boshqa tish morfologiyasi yoki boshqa patologik ko'rinishda noto'g'ri baholash beradi. Shuning uchun mahalliy stomatologik tasvirlar bazasini shakllantirish, uni anonimlashtirish, ekspertlar tomonidan belgilash va muntazam audit qilish zarur.

Klinik natijalar tahlili **sun'iy intellekt**ning eng foydali qo'llanish zonasi skrining, ikkinchi o'qish, o'lchovlarni standartlashtirish va monitoring ekanini ko'rsatadi. U birlamchi tashxisni shifokordan olib qo'ymaydi. Algoritm natijasi davolashni boshlash uchun yetarli bo'lmasligi mumkin, ammo klinik savolni aniqroq qo'yishga yordam beradi. Masalan, panoram rentgen tasvirida mandibulyar kanalga yaqin joylashgan uchinchi molyar aniqlansa, **algoritm** xavf zonasini belgilaydi, shifokor esa **CBCT** zarurligini, jarrohlik usulini, bemorga asorat xavfini tushuntirishni va muqobil yo'lni belgilaydi. Bunday yondashuv **bemor xavfsizligini** oshiradi.

Sun'iy intellektning stomatologik rentgen tahlilidagi tarkibiy modeli ma'lumot yig'ish, ma'lumotni tayyorlash, **algoritmik** o'qish, klinik solishtirish va xulosani hujjatlashtirish bosqichlariga tayanadi. Ma'lumot yig'ish bosqichida tasvir formati, ekspozitsiya, proyeksiya, bemorning joylashuvi va klinik savol aniqligi muhim. Ma'lumotni tayyorlashda tasvir anonimlashtiriladi, sifatsiz kadrlar ajratiladi, patologik zonalar ekspert tomonidan belgilanadi. Algoritmik o'qish ehtimoliy natija beradi. Klinik solishtirishda shifokor tasvirni og'iz bo'shlig'i ko'rigi, perkussiya, zondlash, anamnez va og'riq xarakteri bilan bog'laydi. Hujjatlashtirish bosqichi esa yakuniy qaror kim tomonidan va qanday asosda qabul qilinganini ko'rsatadi.

Rentgen tasvirini **algoritmik** tahlil qilishda sezgirlik va xoslik tushunchalari amaliy ahamiyatga ega. Sezgirlik yuqori bo'lsa, tizim kasallik ehtimoli bor zonalarini ko'proq ushlaydi, lekin noto'g'ri-musbat belgilashlar ortishi mumkin. Xoslik yuqori bo'lsa, sog'lom zonalarini ortiqcha patologiya deb baholash kamayadi, ammo mayda o'zgarishlar o'tkazib yuborilishi ehtimoli bor. Stomatolog uchun ideal tizim raqamdagi chiroyli aniqlik emas, klinik vazifaga mos balansdir. Skriningda sezgirlik muhimroq, davolash rejasini tasdiqlashda esa xoslik va klinik dalil kuchliroq bo'lishi kerak.

Sun'iy intellektidan foydalanish stomatologik rentgen xonasidagi ish tartibini ham o'zgartiradi. Rentgen laboranti yoki shifokor tasvirni olish bilan cheklanmaydi, balki sifatni darhol baholaydi. Tasvirda siljish, kesilish, ortiqcha soyalanish, metall artefakt yoki anatomik zona yetarli ko'rinmasligi aniqlansa, **algoritmga** yuborishdan oldin qayta olish yoki klinik savolni o'zgartirish zarur bo'ladi. Sifatsiz tasvirni **sun'iy intellektga** berish diagnostika madaniyatidagi mas'uliyatsizlikdir. Raqamli tizim xatoni yashirmaydi, ko'paytiradi. Shu sababli texnologiya joriy etilgan klinikada tasvir sifati bo'yicha ichki nazorat bo'lishi shart.

Endodontiyada **sun'iy intellektning** amaliy qiymati ildiz kanali anatomiyasini tushinishda ko'rinadi. Oddiy rentgen tasvirida kanal soyasi bir-biriga tushib ketishi, qo'shimcha kanal ko'rinmasligi yoki periapikal o'zgarish ildiz shakli bilan adashishi mumkin. Algoritm radiologik belgilarni ajratib ko'rsatadi, lekin kanalda instrument ishlatish taktikasini belgilamaydi. Shifokor kanal anatomiyasini klinik tajriba, kattalashtirish vositalari, apekslokator va bemor simptomlari bilan birga baholashi lozim. Algoritm bu jarayonda nazorat savolini beradi. Qaysi kanal ko'zdan qochdi, periapikal o'zgarish avvalgi tasvirga nisbatan kattalashdimi, ildiz rezorbsiyasi bormi.

Bolalar stomatologiyasida **algoritmik** rentgen tahlili alohida ehtiyotkorlik talab qiladi. Sut tishlari, doimiy tish kurtaklari, ildiz rezorbsiyasi va jag' o'sishi rentgen ko'rinishini kattalarnikidan farq qiladi. Kattalar tasvirida o'qitilgan **algoritm** bolalar tasvirini noto'g'ri talqin qilishi mumkin. Shu sababli yosh bo'yicha ajratilgan

ma'lumot bazasi, bolalar stomatologiyasi ekspertlari tomonidan belgilangan trening to'plami va shifokor nazorati zarur. Bolada rentgen tekshiruvini asossiz ko'paytirish mumkin emas. Sun'iy intellekt rentgen zaruratini emas, olingan tasvirni oqilona tahlil qilishni yaxshilashi kerak.

Stomatologik rentgen tasvirlarini **sun'iy intellekt** orqali tahlil qilishda standartlashtirilgan klinik savol muhim. Tasvir **algoritm**ga berilishidan oldin shifokor nimani aniqlamoqchi ekanini belgilashi kerak. Kariyes skriningi, periapikal patologiya, periodontal suyak darajasi, implant oldi anatomik baholash yoki ortodontik tahlil turli **algoritmik** yondashuvni talab qiladi. Klinik savol bo'lmasa, dastur ko'p belgi ko'rsatadi, lekin ularning qaysi biri davolash qaroriga ta'sir qilishi noaniq qoladi. Shu sababli raqamli diagnostika texnik jarayon emas, savolni aniq qo'yish madaniyatidir.

Tasvirlar bazasini shakllantirishda mahalliy populyatsiya xususiyatlari inobatga olinishi kerak. Tishlar soni, kariyes tarqalish shakli, endodontik davolash sifati, plombalash materiallari, ortodontik apparatlar va implant turlari klinikalar bo'yicha farq qiladi. Algoritm mahalliy real amaliyotda uchraydigan materiallar, artefaktlar va patologik ko'rinishlarni ko'rmagan bo'lsa, xatoga moyil bo'ladi. Shu bois universitet klinikalari va yirik stomatologiya markazlari anonimlashtirilgan rentgen arxivlarini ilmiy hamkorlik asosida yig'ishi kerak.

Sun'iy intellekt xulosasini hujjatlashtirishda qisqa va aniq format talab etiladi. Hujjatda tasvir turi, **algoritm** nomi, tahlil sanasi, dastur ko'rsatgan gumonli zona, shifokor izohi va yakuniy klinik qaror aks etishi mumkin. Bu tartib shifokorni ortiqcha yozuvga majbur qilmaydi, ammo qarorning izchilligini ta'minlaydi. Keyingi tashrifda shu ma'lumotlar asosida davolash natijasi solishtiriladi. Hujjatlashtirish bo'lmasa, **algoritm** natijasi klinik xotirada qoladi, lekin tibbiy dalilga aylanmaydi.

Tibbiy ta'limda **sun'iy intellekt**dan foydalanish talabaning mustaqil ko'rish qobiliyatini yo'qotmasligi kerak. O'quv jarayonida avval talaba tasvirni **algoritm**siz baholaydi, keyin **algoritm** natijasi bilan solishtiradi. Farqlar muhokama qilinadi. Talaba qaysi belgini ko'rmagani, **algoritm** qaysi joyda adashgani va yakuniy klinik qaror nega shunday bo'lganini tushunadi. Bu usul **sun'iy intellekt**ni tayyor javob beruvchi vosita emas, diagnostik tafakkurni tekshiruvchi pedagogik instrumentga aylantiradi.

Maqolaning amaliy qiymati **sun'iy intellekt** yordamida stomatologik rentgen tasvirlarini tahlil qilish imkoniyatlari bo'yicha shifokor qarorini aniqroq, hujjatlashtirilgan va bemor uchun tushunarli qilishida namoyon bo'ladi. Klinik amaliyotda har bir texnologiya yoki yondashuv alohida emas, tashxis, davolash, profilaktika, monitoring va bemor ma'rifati bilan birga ishlaganda natija beradi.

O'zbekiston stomatologiyasi uchun eng muhim yo'nalishlar malakali kadr tayyorlash, klinik protokollarni standartlashtirish, raqamli arxiv va sifat auditini yo'lga qo'yish, **bemor xavfsizligi** va ma'lumotlarni himoya qilish talablarini muntazam bajarishdan iborat. Shu orqali mavzu nazariy bayondan chiqib, kundalik klinik qaror madaniyatiga aylanadi.

Muhokama

Muhokama shuni ko'rsatadiki, **sun'iy intellekt**ni stomatologiyaga joriy etishda eng katta xato uni marketing vositasi sifatida talqin qilishdir. Klinikada **algoritm** borligi xizmat sifatini avtomatik oshirmaydi. Sifat tasvir olish standartlari, mutaxassis tayyorgarligi, **algoritm** chegaralarini tushunish, bemor ma'lumotini himoya qilish va xulosani hujjatlashtirish orqali shakllanadi. Agar shifokor **algoritm** belgilagan har bir sohani patologiya deb qabul qilsa, ortiqcha davolash, keraksiz rentgen tekshiruvlari va bemorda asossiz xavotir paydo bo'ladi. Agar **algoritm** xulosasiga umuman e'tibor bermasa, tizimdan foydalanish formal ko'rinishga tushadi. To'g'ri yondashuv **algoritm**ni shifokorning klinik qarorini tekshiradigan hamkor sifatida ishlatishdir.

Huquqiy va etik muammolar alohida e'tibor talab qiladi. Rentgen tasviri shaxsiy tibbiy ma'lumot hisoblanadi. Uni **algoritm**ga yuklash, bulutli serverda saqlash yoki boshqa klinika bilan almashish bemorning roziligi, ma'lumotni anonimlashtirish va axborot xavfsizligi talablari bilan mos bo'lishi kerak. Shuningdek, xato tashxis uchun javobgarlik kimga tegishli ekani aniq belgilanmasa, klinik amaliyotda nizoli holatlar yuzaga keladi. Sun'iy intellekt dasturi tavsiya beradi, biroq tashxis va davolash rejasini shifokor tasdiqlaydi. Hujjatda **algoritm** natijasi, shifokor izohi va yakuniy qaror alohida qayd etilishi zarur.

Rivojlantirish yo'llari amaliy va bosqichma-bosqich bo'lishi kerak. Klinikalar avval rentgen tasvirlarini standart protokol bo'yicha olishni yo'lga qo'yishi, keyin arxivni tartibga solishi, so'ng **algoritmik** tahlilni kiritishi maqsadga muvofiq. Universitetlarda stomatologiya talabalari uchun raqamli diagnostika, tasvir sifatini baholash, **sun'iy intellekt** natijasini tanqidiy o'qish va bemorga tushuntirish bo'yicha qisqa modullar kiritilishi zarur. Mahalliy ilmiy ishlar **algoritm**ni tayyor mahsulot sifatida maqtashdan ko'ra, uning real klinik ta'sirini baholashi kerak. Diagnostika aniqligi, shifokor vaqti, bemor xarajati, davolash natijasi va asoratlar ulushi bo'yicha ko'rsatkichlar yig'ilsa, **sun'iy intellekt**ning haqiqiy qiymati ko'rinadi.

Algoritmik tahlilning iqtisodiy ta'siri ham muhim. Klinikada shifokor vaqti tejalishi, takroriy tekshiruvlar kamayishi, murakkab holatlar erta ajratilishi mumkin. Biroq dastur litsenziyasi, texnik xizmat, xodimlarni o'qitish va ma'lumot xavfsizligi xarajatlari hisobga olinmasa, tizim moliyaviy bosimga aylanadi. Kichik klinikalar

uchun bulutli xizmat yoki diagnostika markazi bilan hamkorlik mos bo'lishi mumkin. Yirik klinikalarda esa ichki server, arxiv va audit tizimi maqsadga muvofiq. Har qanday modelda xarajat klinik foyda bilan solishtirilishi kerak.

Rivojlanish uchun mahalliy ilmiy tadqiqotlar **algoritm** natijasini real klinik oqibatlar bilan bog'lashi zarur. Faqat dastur nechta patologiyani topgani emas, shifokor qarori o'zgardimi, davolash rejasi aniqlashdimi, **bemor xavfsizligi** oshdimi, ortiqcha muolajalar kamaydimikan degan savollar asosiy bo'lishi kerak. Klinik auditda boshlang'ich tashxis, **algoritm** xulosasi, shifokorning yakuniy qarori va davolash natijasi ketma-ket qayd etilsa, tizimning haqiqiy samaradorligi ko'rinadi. Bunday dalillar bo'lmasa, **sun'iy intellekt** ilmiy yangilik emas, reklama iborasi darajasida qoladi.

Tashxisdagi xatolar ikki turda namoyon bo'ladi. Noto'g'ri-musbat natija sog'lom zonani kasallik deb ko'rsatib, bemorni keraksiz davolashga olib kelishi mumkin. Noto'g'ri-manfiy natija esa mavjud patologiyani ko'rmay, davolashni kechiktiradi. Stomatolog amaliyotida ikkala xato ham jiddiy. Kariyesni ortiqcha davolash tish to'qimasini asossiz yo'qotadi, periapikal o'choqni o'tkazib yuborish esa yallig'lanish va og'riq asoratiga olib keladi. Shuning uchun **algoritm** xulosasi hech qachon yakka dalil sifatida ishlatilmasligi kerak.

Klinikaga joriy etish bosqichma-bosqich bo'lsa, muvaffaqiyat ehtimoli oshadi. Avval rentgen arxivi tartiblanadi, keyin shifokorlar bir xil mezonda tasvir o'qishga o'rgatiladi, so'ng **algoritm** sinov rejimida ishlatiladi. Sinov davrida **algoritm** xulosasi shifokor qaroriga avtomatik ta'sir qilmaydi, faqat solishtiriladi. Keyingi bosqichda qaysi holatlarda **algoritm** tavsiyasi hisobga olinishi, qaysi holatlarda qo'shimcha tekshiruv talab qilinishi klinik protokolga kiritiladi. Bunday ehtiyotkor joriy etish xatolarni kamaytiradi.

Sun'iy intellekt stomatologik **rentgen diagnostikasida** kelajak yo'nalishi bo'lib qoladi, ammo uning kuchi shifokor nazorati bilan cheklanadi. Diagnostik jarayonning markazida bemor turadi. Tasvir, **algoritm** va raqamli arxiv bemorni yaxshiroq tushunish uchun xizmat qiladi. Shifokor klinik tafakkur, empatiya, etik mas'uliyat va individual davolash qarorini saqlagan holda raqamli vositani ishlatrsa, texnologiya real klinik qiymatga ega bo'ladi.

Shaxsiy ma'lumotlar himoyasi bo'yicha minimal talablar buzilsa, eng yaxshi **algoritm** ham klinik jihatdan xavfli bo'ladi. Rentgen tasviri bemorning ismi olib tashlanganidan keyin ham klinika identifikatori, sana, yuz skeleti va boshqa ma'lumotlar orqali bilvosita tanilishi mumkin. Ma'lumotni uzatish, saqlash va o'chirish tartibi shifokorlar, administratorlar va texnik mutaxassislar uchun tushunarli

bo'lishi lozim. Raqamli stomatologiyada axborot xavfsizligi klinik sterilizatsiya kabi majburiy madaniyatga aylanishi kerak.

Sun'iy intellekt yordamida rentgen tahlilini rivojlantirishda bemor manfaatini asosiy mezon qilish lozim. Tizim shifokor vaqtini tejashi mumkin, ammo bemorga qo'shimcha xarajat yuklasa yoki asossiz qo'rquv uyg'otsa, uning ijtimoiy foydasi kamayadi. Shuning uchun xizmat narxi, ko'rsatma, natija tushuntirish va rozilik shakli shaffof bo'lishi kerak. Bemor **algoritm** borligini bilishi, lekin yakuniy javobgarlik shifokorga tegishli ekanini tushunishi zarur.

Kelajakda **sun'iy intellekt** rentgen tasvirini elektron karta, periodontal indeks, endodontik protokol va laborator ma'lumotlar bilan birlashtirishi mumkin. Bunday integratsiya shifokorga ko'proq kontekst beradi. Ammo ma'lumot ko'paygani sari xato ulanish, noto'g'ri identifikatsiya va ortiqcha signal xavfi ham oshadi. Rivojlanish yo'li oddiy bo'lishi kerak. Avval sifatli tasvir, keyin ishonchli tahlil, so'ng klinik integratsiya. Shu tartib buzilsa, tizim murakkab, qimmat va kam foydali bo'lib qoladi.

Klinik qaror qabul qilishda **sun'iy intellekt** natijasi ehtimollik tilida talqin qilinadi. Algoritm ko'rsatgan foiz shifokor uchun yordamchi signal, bemor uchun esa mutlaq hukm emas. Shifokor ehtimollikni simptom, ko'rik va boshqa tekshiruvlar bilan solishtiradi. Masalan, rentgen tasvirida periapikal o'zgarish gumon qilinsa, tishning vital holati, perkussiya og'rig'i, avvalgi davolash tarixi va qo'shni anatomik tuzilmalar baholanadi. Shu tartib **algoritmni** mas'uliyatsiz avtomatizmga aylanishdan saqlaydi.

Rentgen tasvirlarida patologiyani erta aniqlash stomatologik profilaktika uchun ham ahamiyatli. Interproksimal kariyes boshlang'ich bosqichda topilsa, invaziv davolash o'rniga remineralizatsiya, gigiyena tuzatish, fluoridli vositalar va kuzatuv tanlanishi mumkin. Kech aniqlangan holatda plomba, endodontik davolash yoki tishning yo'qotilishi ehtimoli ortadi. Sun'iy intellektning profilaktik qiymati shunda ko'rinadi. U kasallikni davolashdan ko'ra, jarayonni erta to'xtatishga xizmat qilishi mumkin.

Algoritmni baholash uchun klinikada qayta aloqa tizimi zarur. Shifokor **algoritm** belgilagan zona bo'yicha yakuniy tashxisni kiritadi, davolash natijasini keyinroq qayd etadi. Shu ma'lumotlar dasturdan foydalanish sifatini baholaydi. Qaysi patologiyada tizim foydali, qaysi holatda xato ko'p, qaysi operator tasvirida sifat pastligi kuzatiladi degan savollar aniq ko'rinadi. Klinik audit bo'lmasa, **sun'iy intellekt**dan foydalanish nazoratsiz qoladi.

O'zbekistonda bu yo'nalishni rivojlantirish uchun stomatologiya institutlari, xususiy klinikalar va axborot texnologiyalari mutaxassisleri o'rtasida hamkorlik zarur. Shifokor klinik savolni beradi, IT mutaxassisi **algoritmik** yechim yaratadi, ilmiy

muassasa esa natijani tekshiradi. Bunday uch tomonlama hamkorlik bo'lmasa, import qilingan dasturlar mahalliy klinik ehtiyojlarga to'liq moslashmaydi. Milliy raqamli diagnostika maktabi aynan shu hamkorlik orqali shakllanadi.

Sun'iy intellektning haqiqiy yutug'i shifokorni almashtirish emas, uning diqqatini aniqroq qilishdir. Raqamli vosita charchamaydi, arxivni tez solishtiradi va gumonli zonani ko'rsatadi. Shifokor esa bemorni eshitadi, xavfni tushuntiradi, etik qaror qabul qiladi va davolash uchun javob beradi. Stomatologiya texnologiyalashgan sari insoniy mas'uliyat kamaymaydi, aksincha, yanada aniqroq ko'rinadi.

Sun'iy intellekt asosidagi tizimlarning klinik amaliyotga kirishi stomatologik ta'lim mazmunini ham o'zgartiradi. Talaba tasvirda faqat tayyor javobni ko'rmasligi, **algoritm** nega aynan shu zonani belgilaganini tahlil qilishi kerak. Kariyes o'chog'i va emal-dentin chegarasidagi kontrast, periapikal o'choq va periodontal yoriq kengayishi, ildiz rezorbsiyasi va anatomik variatsiya o'rtasidagi farq tanqidiy o'rganilmasa, raqamli vosita klinik fikrlashni kuchaytirish o'rniga zaiflashtiradi. Shu sababli **algoritmik** tahlil bo'yicha amaliy mashg'ulotlar xato tasvirlar, artefaktlar va murakkab klinik holatlar bilan boyitilishi zarur.

Bemor bilan muloqotda **sun'iy intellekt** natijasidan ehtiyotkor foydalanish kerak. Ekranda qizil chiziq yoki gumonli zona ko'rsatilishi bemorda kuchli xavotir uyg'otishi mumkin. Shifokor **algoritm** belgisini yakuniy kasallik sifatida emas, tekshirishga arziydigan ma'lumot sifatida tushuntirishi lozim. Bu yondashuv bemorni davolashga rozilik berishda ongli qaror qabul qilishga yordam beradi. Ayniqsa implantologiya, endodontiya yoki jarrohlikda ko'p bosqichli tekshiruv talab qilinganda **algoritm** ko'rsatgan ma'lumot shifokor izohi bilan birga berilsa, bemorning ishonchi oshadi va ortiqcha davolash xavfi kamayadi.

Raqamli rentgen arxivlari klinik audit uchun katta imkoniyat yaratadi. Bir bemorning turli yillardagi tasvirlarini solishtirish orqali kariyes rivojlanish tezligi, periodontal suyak darajasi, endodontik davolash natijasi yoki implant atrofidagi suyak o'zgarishi kuzatiladi. Sun'iy intellekt bu jarayonda o'lchovlarni bir xil usulda qaytarishi bilan ahamiyatli. Ammo bunday monitoring faqat tasvirlar bir xil proyeksiya, sifat va formatda olinganda ishonchli bo'ladi. Klinikalar tasvir olish protokolini standartlashtirmasa, **algoritm** solishtirayotgan farq patologiya emas, texnik farq bo'lib chiqishi mumkin.

Xulosa

Sun'iy intellekt yordamida stomatologik rentgen tasvirlarini tahlil qilish imkoniyati diagnostikani tezlashtirish, xatolarni kamaytirish va davolash rejasini aniqroq asoslashga xizmat qiladi. Uning klinik qiymati **algoritmning** o'zida emas,

balki tasvir sifati, shifokor malakasi, ma'lumot xavfsizligi va natijani bemorning real klinik holati bilan bog'lash qobiliyatida namoyon bo'ladi. O'zbekiston stomatologiyasida bu yo'nalish raqamli rentgenografiya, **CBCT**, elektron arxiv va teletibbiyot bilan uyg'un rivojlansa, hududiy xizmatlar o'rtasidagi sifat tafovutini kamaytirishi mumkin.

Amaliy jihatdan eng maqbul model **algoritm**ni ikkinchi o'qish va monitoring vositasi sifatida qo'llashdir. Shifokor tasvirni mustaqil baholaydi, **algoritm** gumonli zonalarni ko'rsatadi, yakuniy xulosa esa klinik ko'rik va bemor shikoyatlari bilan solishtiriladi. Bu model ortiqcha murakkab emas, ammo xavfsizlikni oshiradi. Mahalliy sharoitda asosiy vazifa dastur sotib olishdan oldin klinik protokol, kadrlar tayyorgarligi va ma'lumotlar bazasini tayyorlashdir. Shunda **sun'iy intellekt** stomatologiyani insoniy qarordan uzoqlashtirmaydi, aksincha, shifokorning dalilga asoslangan qarorini mustahkamlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Komilov H.P., Ibragimova M.I., Hamroyeva O. Terapevtik stomatologiya propedevtikasi. Darslik. - Toshkent: Yangi asr avlodi, 2006. - 312 b.
2. Xalilov I.X., Xudanov B.O., Daminova Sh.B., Muxamedova M.S., Mirisalixova F.L., Raxmatullayeva D.U. Bolalar terapevtik stomatologiyasi. O'quv darsligi. - Toshkent, 2017. - 444 b.
3. Irsaliev X.I., Nigmatov R.N., Xabilov N.L. Ortopedik stomatologiya. Darslik. - Toshkent: Global, 2018. - 620 b.
4. Ergashev B.M. Stomatologik bemorlarda raqamli diagnostika usuli bilan tashhis qo'yish // Yosh olimlar ilmiy-amaliy anjumani materiallari. - Toshkent: Toshkent davlat stomatologiya instituti, 2022. - B. 152-154.
5. Yusupjanova N. Karies va parodont kasalliklari profilaktikasi // Modern Science and Research. - 2025. - T. 2, № 4. - B. 732-736.
6. Saidova M.A. Parodont va oshqozon-ichak trakti kasalliklari // IQRO jurnali. - 2025. - T. 14, № 2. - B. 44-49.