

GINEKOLOGIK KASALLIKLARNI DIAGNOSTIKA QILISH VA DAVOLASHDA SUN'IY INTELLEKTNI QO'LLASH

М.Б. Ибрагимова

*клинический ординатор, Республиканский специализированный
научно-практический медицинский центр
онкологии и радиологии*

Annotatsiya: *Sun'iy intellekt zamonaviy tibbiyotda, xususan ginekologik amaliyotda, shifokorlarga yordamchi va hamkor sifatida faol joriy etilmoqda. Ushbu maqolada tuxumdon, ko'krak bezi va bachadon bo'yni saratoni, shuningdek policistoz tuxumdonlar sindromini diagnostika qilish va davolashda mashinaviy o'rganish usullarining samaradorligi tahlil qilinadi, xorijiy va o'zbek tadqiqotchilarining qarashlari qiyosiy baholanadi. Sohada mavjud metodologik, etik va infratuzilmaviy muammolar ko'rib chiqiladi hamda ularni bartaraf etishning zamonaviy yondashuvlari taklif etiladi. Xulosa qilib aytganda, sun'iy intellekt shifokorning o'rnini bosa olmaydi, biroq diagnostik aniqlikni sezilarli darajada oshirish salohiyatiga ega.*

Kalit so'zlar: *sun'iy intellekt, mashinaviy o'rganish, chuqur o'rganish, ginekologiya, tuxumdon saratoni, ko'krak bezi saratoni, bachadon bo'yni saratoni, radiomika, policistoz tuxumdonlar sindromi, diagnostika.*

Zamonaviy sog'liqni saqlash tizimi tez sur'atlarda raqamlashtirilmoqda, bu esa tibbiy amaliyotga sun'iy intellekt texnologiyalarini keng joriy etish uchun asos yaratmoqda. Ginekologiya sohasi bundan mustasno emas — bu yerda sun'iy intellekt diagnostika jarayonining deyarli barcha bosqichlarida qo'llanilmoqda: tasvirlarni tahlil qilishdan tortib, davolash strategiyasini shakllantirish va terapiya natijalarini bashorat qilishgacha¹⁵⁰. Mashinaviy o'rganish algoritmlari katta hajmdagi klinik, genetik va instrumental ma'lumotlarni qayta ishlab, inson ko'zi uchun sezilmaydigan qonuniyatlarni aniqlash imkonini beradi.

Shu bilan birga, sohada bir qator hal etilmagan muammolar mavjud: algoritmlarning shaffofligi, ma'lumotlar sifati va yetarliligi, klinik amaliyotga integratsiya qilish qiyinchiliklari, huquqiy va deontologik jihatlar. Muhimi shundaki, xalqaro adabiyotda sun'iy intellektning samaradorligi haqida yagona fikr mavjud emas — turli mualliflar bir xil klinik

¹⁵⁰Dhombres F., Bonnard J., Bailly K. et al. Contributions of artificial intelligence reported in obstetrics and gynecology journals: systematic review // J. Med. Internet Res. — 2022. — Vol. 24, № 4. — e35465.

vazifalarda ba'zan bir-biriga zid natijalarga erishmoqda, bu esa mavzuni tanqidiy tahlil qilishni taqozo etadi. Ushbu maqolaning maqsadi — ginekologik kasalliklarni diagnostika qilish va davolashda sun'iy intellekt qo'llanilishining hozirgi holatini tahlil qilish, mavjud muammolarni tizimlashtirish, ularni bartaraf etishning zamonaviy yo'llarini aniqlash hamda har bir yo'nalish doirasida turli tadqiqotchilarning, jumladan o'zbek olimlarining, bahsli qarashlarini mazmunan qiyoslashdir.

Sun'iy intellekt turlari va metodologik asoslari

Tibbiyotda sun'iy intellektning ikki asosiy turi ajratiladi: ramziy (simvolik) sun'iy intellekt, ya'ni simptomlar, kasalliklar va ehtimoliy tashxislar o'rtasidagi mantiqiy bog'lanishlarni o'rnatuvchi ekspert tizimlari, va noramziy sun'iy intellekt, ya'ni mashinaviy o'rganishga asoslangan tizimlar¹⁵¹. Amaliyotda hozirgi kunda ikkinchi yo'nalish ustunlik qiladi.

Mashinaviy o'rganish tayanch vektorlar usuli, tasodifiy o'rmon (random forest) va neyron tarmoqlar orqali amalga oshiriladi. Tayanch vektorlar usuli va tasodifiy o'rmon yosh, tana massasi indeksi kabi klinik ko'rsatkichlarning sonli kombinatsiyalari bilan ishlashda samarali¹⁵². Chuqur o'rganishga asoslangan sun'iy neyron tarmoqlar esa bugungi kunda ustuvor yo'nalishga aylandi — ular ko'p qatlamli tuzilmalar orqali murakkab bog'liqliklarni modellashtirish imkonini beradi. Tasvirlarni tahlil qilish uchun maxsus ishlab chiqilgan konvolyutsion neyron tarmoqlar grafik protsessorlar yordamida xom tasvirlar ustida bevosita o'qitiladi, biroq faqat o'zi o'rgangan parametrlar doirasidagi tasvirlarni ishonchli aniqlaydi, bu esa o'quv bazasini kengaytirish zaruratini keltirib chiqaradi¹⁵³.

Sun'iy intellektning yana bir istiqbolli yo'nalishi — o'quv ma'lumotlari yetishmagan sharoitda sun'iy (sintetik) tasvirlar hosil qilishdir. Xususan, o'zbek tadqiqotchilari B.B. Mo'minov, N.M. Nasimova va R.X. Nasimov chuqur generativ tarmoqlar yordamida sintetik raqamli tibbiy tasvirlarni hosil qilish va ularning sifatini baholash metodologiyasini ishlab chiqdilar¹⁵⁴. Mazkur yondashuv real bemorlar ma'lumotlarining tanqisligini qisman qoplashi mumkin bo'lsa-da, sintetik tasvirlarning patologik belgilarni qanchalik ishonchli aks ettirishi, ya'ni ularning klinik amaliyotga tatbiq etilishi hali yetarlicha tekshirilmagan masala bo'lib

¹⁵¹ Dhombres F., Bonnard J., Bailly K. et al. Contributions of artificial intelligence reported in obstetrics and gynecology journals: systematic review // J. Med. Internet Res. — 2022. — Vol. 24, № 4. — e35465.

¹⁵² Speiser J.L. A random forest method with feature selection for developing medical prediction models with clustered and longitudinal data // J. Biomed. Inform. — 2021. — Vol. 117. — 103763.

¹⁵³ Hosny A., Parmar C., Quackenbush J. et al. Artificial intelligence in radiology // Nat. Rev. Cancer. — 2018. — Vol. 18, № 8. — P. 500–510.

¹⁵⁴ Мўминов Б.Б., Насимова Н.М., Насимов Р.Х. Сунъий интеллектдан фойдаланиб синтетик рақамли тиббий тасвирларни ҳосил қилиш ва баҳолаш // Тошкент давлат иқтисодиёт университети "Иқтисодиёт ва инновацион технологиялар" илмий электрон журнали. — 2022. — № 3.

qolmoqda — bu esa nafaqat tasvirni tasniflash, balki uni yaratish bosqichida ham tanqidiy nazoratning zarurligini ko'rsatadi.

O'quv to'plamidagi belgilash darajasiga qarab chuqur o'rganish nazoratli, nazoratsiz va yarim nazoratli turlarga bo'linadi: nazoratli o'rganishda barcha tasvirlar "tasvir-belgi" juftligi bilan belgilanadi, nazoratsizda esa model belgisiz ma'lumotlar ichidagi yashirin qonuniyatlarni mustaqil aniqlaydi.

Tuxumdon saratoni diagnostikasida sun'iy intellekt qo'llanilishi

Tuxumdon yangi hosilalarini xavfsiz va xavfli turlarga ajratishda radiomika usuli katta ahamiyat kasb etadi — u MRT, KT va UTT tasvirlaridan sonli ko'rsatkichlarni ajratib olib, patologik hosilalar fenotiplarini shakllantiradi, bu esa inson ko'zi ilg'ay olmaydigan tafsilotlarni aniqlash orqali diagnostik sezuvchanlikni oshiradi¹⁵⁵. Xitoydagi o'nta klinikadan yig'ilgan ma'lumotlar asosida o'tkazilgan Y. Gao va hammualliflarining retrospektiv tadqiqotida chuqur konvolyutsion neyron tarmoq modeli UTT tasvirlarini avtomatik baholab, tuxumdon saratonini aniqlashda mutaxassislarning qo'lda tahlilidan yuqori aniqlik ko'rsatgan (0,876 ga nisbatan yaxshiroq natija, $p < 0,05$)¹⁵⁶. F. Christiansen va hammualliflarining tadqiqotida ham chuqur o'rganish modeli UTT tasvirlari asosida xavfli o'smani ekspert-shifokor bahosiga yaqin aniqlikda, ammo ancha qisqa vaqt ichida aniqlagani ko'rsatildi¹⁵⁷.

Biroq barcha tadqiqotchilar sun'iy intellektning bu sohadagi ustunligini bir xilda tasdiqlamaydi. L. Qian va hammualliflari MRT-radiomika modelini logistik regressiya bilan uyg'unlashtirib solishtirganda, aksincha, an'anaviy (klassik) statistik model aynan I–II bosqich xavflilik darajasini farqlashda mashinaviy o'rganishga asoslangan kombinatsion modeldan ko'ra samaraliroq ekanini aniqladilar¹⁵⁸ — bu esa tuxumdon saratonining operatsiyaoldi tashxisida muhim ahamiyatga ega, chunki aynan shu bosqichda davolash taktikasi belgilanadi. Shunday qilib, Gao va Christiansen sun'iy intellektning tasvirga asoslangan skringdagi ustunligini ko'rsatsa, Qian va hammualliflarining natijalari sun'iy intellektning har bir vazifada ustunlik qila olmasligini, ba'zan klassik statistik yondashuvning yanada barqaror bo'lishi mumkinligini eslatadi.

¹⁵⁵Shrestha P., Poudyal B., Yadollahi S. et al. A systematic review on the use of artificial intelligence in gynecologic imaging — background, state of the art, and future directions // *Gynecol. Oncol.* — 2022. — Vol. 166, № 3. — P. 596–605.

¹⁵⁶Gao Y., Zeng S., Xu X. et al. Deep learning-enabled pelvic ultrasound images for accurate diagnosis of ovarian cancer in China: a retrospective, multicentre, diagnostic study // *Lancet Digit. Health.* — 2022. — Vol. 4, № 3. — P. 179–187.

¹⁵⁷Christiansen F., Epstein E.L., Smedberg E. et al. Ultrasound image analysis using deep neural networks for discriminating between benign and malignant ovarian tumors: comparison with expert subjective assessment // *Ultrasound Obstet. Gynecol.* — 2021. — Vol. 57, № 1. — P. 155–163.

¹⁵⁸Qian L., Ren J., Liu A. et al. MR imaging of epithelial ovarian cancer: a combined model to predict histologic subtypes // *Eur. Radiol.* — 2020. — Vol. 30, № 11. — P. 5815–5825.

Tasvirlarni tahlil qilishdan tashqari, F. Hamidi va hammualliflari Lasso regressiyasi va elastik-to'r regressiyasi yordamida tuxumdon saratoniga xos mikroRNK turlarini aniqlashga urindilar¹⁵⁹. C. Nero va hammualliflari esa chuqur o'rganish modeli yordamida gistologik preparatlarda BRCA1/2 mutatsiyasini aniqlashni sinab ko'rdilar, bu esa terapiya tanlashda muhim rol o'ynaydi¹⁶⁰. J. Ma va hammualliflari qon biomarkerlari (shu jumladan sirkulyatsiyadagi o'sma hujayralari) asosidagi sun'iy intellekt modeli platina preparatlari bilan davolash samaradorligini bashorat qilishda foydali ekanini ko'rsatdilar¹⁶¹.

Ko'krak bezi saratoni diagnostikasida sun'iy intellekt

Ko'krak bezi yangi hosilalarini erta aniqlash terapiya samaradorligini oshirishning asosiy omili hisoblanadi. K.E. Oh va hammualliflarining 2023-yilgi metatahlilida radiomika usulining ko'krak bezi hosilalarini differensial diagnostika qilishdagi imkoniyatlari umumlashtirilgan — radiomika o'smaning sonli xususiyatlarini ajratib olib, qatlamma-qatlam tahlil qilish orqali kamdan-kam uchraydigan, masalan invaziv mikropapillyar rak kabi turlarini ham aniqlay olishi ko'rsatilgan^{162,163}. Y.-L. Tang va hammualliflari chuqur o'rganish modelini qo'ltiq osti limfa tugunlaridagi metastazlarni UTT tasvirlari asosida aniqlashda qo'llab, sun'iy intellekt ikki mutaxassisning qo'lda bahosidan yuqori aniqlik ko'rsatganini ($p<0,05$) aniqladilar¹⁶⁴.

Shu bilan birga, sun'iy intellektning uzoq muddatli klinik bashorat berish qobiliyati borasida jiddiy tanqidiy dalillar mavjud. A.K. Clift va hammualliflarining 141 765 nafar bemor ishtirokidagi yirik populyatsion tadqiqotida ko'krak bezi saratonidan o'n yillik o'lim xavfini bashorat qilishda XGBoost va sun'iy neyron tarmoq kabi mashinaviy o'rganish usullari Kox proporsional xavflar regressiyasi kabi klassik statistik modellardan ustun kelmadi, aksincha, saraton III–IV bosqichlarida neyron tarmoq usullarining kalibrovka barqarorligi past bo'lib chiqdi¹⁶⁵. Demak, Tang va Oh kabi mualliflar sun'iy intellektning tasvirni tasniflash

¹⁵⁹Hamidi F., Gilani N., Belaghi R.A. et al. Exploration of potential miRNA biomarkers and prediction for ovarian cancer using artificial intelligence // *Front. Genet.* — 2021. — Vol. 12. — 724785.

¹⁶⁰Nero C., Boldrini L., Lenkiewicz J. et al. Deep-learning to predict BRCA mutation and survival from digital H&E slides of epithelial ovarian cancer // *Int. J. Mol. Sci.* — 2022. — Vol. 23, № 19. — 11326.

¹⁶¹Ma J., Yang J., Jin Y. et al. Artificial intelligence based on blood biomarkers including CTCs predicts outcomes in epithelial ovarian cancer: a prospective study // *Onco Targets Ther.* — 2021. — Vol. 14. — P. 3267–3280.

¹⁶²Oh K.E., Vasandani N., Anwar A. Radiomics to differentiate malignant and benign breast lesions: a systematic review and diagnostic test accuracy meta-analysis // *Cureus.* — 2023. — Vol. 15, № 11. — e49015.

¹⁶³Verras G.I., Tchabashvili L., Mulita F. et al. Micropapillary breast carcinoma: from molecular pathogenesis to prognosis // *Breast Cancer (Dove Med. Press).* — 2022. — Vol. 14. — P. 41–61.

¹⁶⁴Tang Y.L., Wang B., Ou-Yang T. et al. Ultrasound radiomics based on axillary lymph nodes images for predicting lymph node metastasis in breast cancer // *Front. Oncol.* — 2023. — Vol. 13. — 1217309.

¹⁶⁵Clift A.K., Dodwell D., Lord S. et al. Development and internal-external validation of statistical and machine learning models for breast cancer prognostication: cohort study // *BMJ.* — 2023. — Vol. 381. — e073800.

va metastazni aniqlashdagi aniq, chegaralangan vazifalardagi ustunligini isbotlagan bo'lsa, Clift va hammualliflarining natijalari shuni ko'rsatadiki, murakkab va ko'p omilli, uzoq muddatli prognoz talab etuvchi vazifalarda mashinaviy o'rganish har doim ham eng ishonchli yechim bo'la olmaydi. Muallifning fikricha, bu farq sun'iy intellektni vazifaning xarakteriga qarab tanlash zarurligini ko'rsatadi: qisqa muddatli, aniq tasvirga asoslangan tasniflashda u samarali, ammo uzoq muddatli, ko'p klinik omilni hisobga oluvchi bashoratlarda ehtiyotkorlik talab etiladi.

Sun'iy intellekt, shuningdek, neoadyuvant kimyoterapiya boshlanishidan oldin patologik to'liq javob natijalarini bashorat qilish, davolash sxemalarini individuallashtirish imkonini ham beradi¹⁶⁶, biroq bu yo'nalishdagi modellar ham, yuqorida ko'rsatilganidek, faqat tor va aniq belgilangan klinik vazifalar doirasida ishonchli natija berishi lozimligini unutmaslik kerak.

Bachadon bo'yni displaziyasi va saratoni diagnostikasida sun'iy intellektni qo'llash masalalari

Kolposkopiya, MRT, KT va sitologik tekshiruv natijalarini baholashda sun'iy intellekt modellari keng qo'llaniladi. P. Xue va hammualliflari 19 000 dan ortiq kolposkopik obrazlarni tahlil qilib, mashinaviy o'rganish usuli 82,2% holatlarda (qo'lda skrinig — 65,9%) anomal kolposkopik manzarani aniqlaganini, xato ijobiy natijalar minimal bo'lganini ko'rsatdilar¹⁶⁷. Biroq mualliflarning o'zlari ham tan olganidek, bu algoritm displaziya va saratonning aniq bosqichini farqlay olmaydi — ya'ni yuqori umumiy aniqlikka qaramay, uning klinik qo'llanilishi hali cheklangan.

Diqqatga sazovor tomoni shundaki, bachadon bo'yni saratonining tarqalish darajasini baholashda o'zbek tadqiqotchisi N.X. Shamansurova mutlaqo boshqa — neyron tarmoqqa asoslanmagan, ammo hisoblash jihatidan innovatsion — yo'nalishni taklif etdi: kompression elastografiya rejimida murakkab UTT yordamida ishlab chiqilgan sintetik o'sma hajmi ko'rsatkichlari (ikkilamchi va uchlamchi ko'paytmalar) bachadon bo'yni saratonining mahalliy tarqalishini qimmat MRT/KT tekshiruvlariga muqobil ravishda, yuqori aniqlik va sezilarli iqtisodiy tejamkorlik bilan baholash imkonini berdi¹⁶⁸. Bu natija P. Xue va hammualliflarining chuqur o'rganishga asoslangan yondashuvi bilan qiziq tazod hosil qiladi: agar xorijiy

¹⁶⁶Tran W.T., Jerzak K., Lu F.I. et al. Personalized breast cancer treatments using artificial intelligence in radiomics and pathomics // J. Med. Imaging Radiat. Sci. — 2019. — Vol. 50, № 4 (Suppl. 2). — P. 32–41.

¹⁶⁷Xue P., Tang C., Li Q. et al. Development and validation of an artificial intelligence system for grading colposcopic impressions and guiding biopsies // BMC Med. — 2020. — Vol. 18, № 1. — 406.

¹⁶⁸Шамансурова Н.Х. Бачадон бўйни саратонининг тарқалишини баҳолашда ультратовушнинг инновацион технологиялари: тиббиёт фанлари фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати. — Тошкент: Республика ихтисослаштирилган онкология ва радиология илмий-амалий тиббиёт маркази, 2023.

mualliflar katta hajmdagi tasvir massividan neyron tarmoq orqali o'rganishga tayansa, o'zbek tadqiqotchisi mavjud UTT uskunasi asosida matematik hisoblangan sintetik ko'rsatkichlar yordamida ham qimmat texnologiyalar yetishmaydigan mintaqalarda yuqori klinik samaradorlikka erishish mumkinligini isbotladi. Bu ikki yondashuv bir-birini istisno etmaydi, aksincha, resurslari cheklangan sharoitlarda sun'iy intellektga muqobil yoki uni to'ldiruvchi yechimlar ham mavjud ekanini ko'rsatadi.

Sitologik surtmalarni tahlil qilishda sun'iy intellekt besh bosqichdan iborat jarayonni — tasvir olish, dastlabki qayta ishlash, segmentatsiya, hujayra yadrosi va sitoplazmani ajratish, belgilarni chiqarish va tasniflashni — o'z ichiga oladi. F.H. Araújo va hammualliflari PAP-testdan olingan hujayra tasvirlari asosida LSIL va ASCUS bosqichlarini farqlash uchun chuqur o'rganishni qo'lladilar¹⁶⁹, biroq usul alohida hujayralarni ajratib olishda qo'lda yordam talab qildi. C.-W. Wang va hammualliflari esa whole slide imaging texnologiyasi yordamida HSIL bosqichi va bachadon bo'yni saratonini avtomatik tahlil qiluvchi algoritm ishlab chiqdilar¹⁷⁰. Shu bilan birga, hujayra tasviri xira yoki bir hujayra ikkinchisini qoplab turgan holatlarda dastur skriningni to'liq bajara olmaydi, shu sababli hozirgi kunda tsitologlar ishtirokisiz avtonom skrining amalga oshirish imkonsiz¹⁷¹.

Policistoz tuxumdonlar sindromi diagnostikasida sun'iy intellektni qo'llash masalalari

Sun'iy intellekt onkologik kasalliklardan tashqari ginekologik endokrinopatiyalar, jumladan policistoz tuxumdonlar sindromini ham aniqlashda qo'llaniladi. Bunda UTT tasvirlari, fizikal va gormonal ko'rsatkichlar, shuningdek genetik ekspressiya ma'lumotlari tahlil qilinadi¹⁷². S. Suha va M.N. Islam to'rt xil mashinaviy o'rganish yondashuvini — an'anaviy, xususiyatlarni qisqartirilgan an'anaviy, chuqur o'rganish va gibrid (chuqur o'rganish + steking) usullarini — qiyosladilar. Natijalarga ko'ra, gibrid usul 99,89% aniqlikni ta'minlab, eng samarali yechim bo'lib chiqdi¹⁷³.

Biroq bunday yuqori aniqlik ko'rsatkichi faqat UTT tasviridagi morfologik belgilarga tayanadi, holbuki sindromning tub sababi ko'pincha genetik darajada yotadi. O'zbek

¹⁶⁹ Araújo F.H., Silva R.R.V., Ushizima D.M. et al. Deep learning for cell image segmentation and ranking // Comput. Med. Imaging Graph. — 2019. — Vol. 72. — P. 13–21.

¹⁷⁰ Wang C.W., Liou Y.A., Lin Y.J. et al. Artificial intelligence-assisted fast screening cervical high grade squamous intraepithelial lesion and squamous cell carcinoma diagnosis and treatment planning // Sci. Rep. — 2021. — Vol. 11, № 1. — 16244.

¹⁷¹ Wang P., Wang L., Li Y. et al. Automatic cell nuclei segmentation and classification of cervical Pap smear images // Biomed. Signal Process. Control. — 2019. — Vol. 48. — P. 93–103.

¹⁷² Barrera F.J., Brown E.D.L., Rojo A. et al. Application of machine learning and artificial intelligence in the diagnosis and classification of polycystic ovarian syndrome: a systematic review // Front. Endocrinol. — 2023. — Vol. 14. — 1106625.

¹⁷³ Suha S.A., Islam M.N. An extended machine learning technique for polycystic ovary syndrome detection using ovary ultrasound image // Sci. Rep. — 2022. — Vol. 12, № 1. — 17123.

tadqiqotchisi K.Sh. Zaxidova Toshkent tibbiyot akademiyasida himoya qilingan dissertatsion tadqiqotida o'zbek populyatsiyasidagi reproduktiv yoshdagi ayollarda PPARG2 va androgen retseptori genlarining polimorfizmini o'rgandi va PPARG2 genining G mutant alleli hamda G/G gomozigota genotipi policistoz tuxumdonlar sindromining A va B fenotiplarida rivojlanish ehtimolini oshirishini isbotladi, shu bilan birga androgen retseptori genining polimorfizmi kasallik rivojlanishi bilan bog'liq emasligini ko'rsatdi¹⁷⁴. Bu ikki tadqiqot bir-birini rad etmaydi, balki bir-birini to'ldiradi: Suha va Islamning gibrid modeli tashxisni tezkor va arzon usulda — faqat UTT tasviri asosida — qo'yishga xizmat qilsa, Zaxidovanning molekulyar-genetik tadqiqoti kasallikning chuqur patogenetik mexanizmini ochib beradi, bu esa hozirgi UTT-asosli sun'iy intellekt modellarining diqqat markazidan tashqarida qolmoqda. Demak, faqat tasvirga asoslangan sun'iy intellekt modellari policistoz tuxumdonlar sindromining barcha jihatlarini — xususan uning genetik geterogenligini — qamrab ololmaydi, bu esa kelajakda genetik ma'lumotlarni ham o'z ichiga olgan integratsion modellar zarurligini ko'rsatadi.

Shunga qaramay, faqat UTT natijalariga tayanib policistoz tuxumdonlar sindromi tashxisini qo'yish noto'g'ri hisoblanadi, chunki bu tashxis giperandrogeniya, hayz siklining buzilishi va tuxumdonlarning polikistoz tuzilishidan iborat uchlik mezonga asoslanadi¹⁷⁵.

O'tkazilgan tahlil ginekologik amaliyotda sun'iy intellekt qo'llanilishining bir qator jiddiy muammolarga duch kelayotganini ko'rsatadi. Birinchidan, bu — algoritmlarning "generalizatsiya" muammosi: chuqur o'rganish modellari faqat o'zi o'qitilgan tasvir parametrlariga o'xshash yangi holatlarni ishonchli tahlil qiladi, boshqa uskunada yoki boshqa populyatsiyada olingan tasvirlar bilan ishlashda aniqlik keskin pasayishi mumkin¹⁷⁶. Bunga yorqin misol sifatida H.C. Dong va hammualliflarining tadqiqotini keltirish mumkin: chuqur o'rganish modeli endometriya saratonining miometriyaga invaziya chuqurligini MR-tasvirlar asosida aniqlashda T1w rejimida rentgenologlarning o'ziga (77,8%) nisbatan yuqoriroq (79,2%), T2w rejimida esa pastroq (70,8%) aniqlik ko'rsatdi. Mualliflar bunga bemorlarda birga uchraydigan leyomioma o'smaning miometriy chegaralarini xiralashtirib, sun'iy intellekt xulosalarining noto'g'ri bo'lishiga sabab bo'lishini asoslab berdilar¹⁷⁷. Bu — sun'iy intellekt

¹⁷⁴Захидова К.Ш. Ўзбекистон аҳолиси аёлларида поликистоз тухумдон синдромининг молекуляр генетик жиҳатлари: тиббиёт фанлари фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати. — Тошкент: Тошкент тиббиёт академияси, 2024.

¹⁷⁵Fauser B.C., Tarlatzis B.C., Rebar R.W. et al. Consensus on women's health aspects of polycystic ovary syndrome (PCOS): the Amsterdam ESHRE/ASRM-Sponsored 3rd PCOS Consensus Workshop Group // Fertil. Steril. — 2012. — Vol. 97, № 1. — P. 28–38.

¹⁷⁶Hosny A., Parmar C., Quackenbush J. et al. Artificial intelligence in radiology // Nat. Rev. Cancer. — 2018. — Vol. 18, № 8. — P. 500–510.

¹⁷⁷Dong H.C., Dong H.K., Yu M.H. et al. Using deep learning with convolutional neural network approach to identify the invasion depth of endometrial cancer in myometrium using MR images: a pilot study // Int. J. Environ. Res. Public Health. — 2020. — Vol. 17, № 16. — 5993.

natijalarini sinchiklab tekshirmasdan qabul qilish xavfli ekanini ko'rsatuvchi yorqin misoldir va qo'shma patologiyalar mavjud bo'lganda algoritmlar ishonchligi pasayishi mumkinligini tasdiqlaydi.

Ikkinchidan, ko'p tadqiqotlar retrospektiv va bir markazli xarakterga ega bo'lib, natijalarning ko'p markazli, prospektiv tekshiruvlarda tasdiqlanishi talab etiladi. Uchinchidan, sifatli va yetarli hajmdagi belgilangan (annotatsiyalangan) ma'lumotlar yetishmasligi katta muammo hisoblanadi — tibbiy tasvirlarni belgilash yuqori malakali mutaxassis vaqtini talab qiladi va ma'lumotlar maxfiyligi bilan bog'liq cheklovlarga duch keladi.

To'rtinchidan, ko'pgina chuqur o'rganish modellari "qora quti" tamoyili asosida ishlaydi — ya'ni model qanday xulosaga qanday yo'l bilan kelganini shifokor va bemor uchun tushunarli tarzda izohlab bera olmaydi, bu esa klinik ishonchni pasaytiradi. Beshinchidan, huquqiy va deontologik masalalar hal etilmagan: xato tashxis qo'yilganda javobgarlik kim zimmasida bo'lishi, bemor ma'lumotlarining maxfiyligini qanday ta'minlash masalalari aniq tartibga solinmagan. Oltinchidan, sun'iy intellekt tizimlarini amaliy tibbiyotga integratsiya qilish infratuzilmaviy xarajatlar, shifokorlarni o'qitish va ishonchni shakllantirish jarayonlarini talab qiladi, bu esa, Shamansurovaning tadqiqotida ko'rsatilganidek, ayniqsa qimmat texnologiyalar yetishmaydigan viloyat va tuman darajasidagi tibbiyot muassasalarida sekinlik bilan kechmoqda.

Yuqorida sanab o'tilgan muammolarni hal etish yo'nalishida bir qator istiqbolli yechimlar ishlab chiqilmoqda. Avvalo, ko'p markazli va federativ o'rganish (federated learning) yondashuvi — bunda model turli klinikalarning ma'lumotlarini bir joyga to'plamasdan, mahalliy serverlarda o'qitiladi va faqat model parametrlari almashtiriladi. Bu usul bemor ma'lumotlari maxfiyligini saqlagan holda modelning generalizatsiya qobiliyatini oshirishga xizmat qiladi — bu ayniqsa Dong va hammualliflari aniqlagan qo'shma patologiya sharoitidagi xatoliklarni kamaytirishga yordam berishi mumkin.

Ikkinchidan, "tushuntiriladigan sun'iy intellekt" yo'nalishi faol rivojlanmoqda — bu yondashuv modelning qarorini tasvirning qaysi qismlariga asoslanganini vizual ko'rsatish imkonini beradi, natijada shifokor sun'iy intellekt xulosasini tekshirib, tanqidiy baholay oladi.

Uchinchidan, gibrid modellar — klassik mashinaviy o'rganish va chuqur o'rganishni birlashtiruvchi ansambl usullar — yakka algoritmlarga nisbatan yuqori barqarorlik va aniqlik ko'rsatmoqda, bunga policistoz tuxumdonlar sindromi diagnostikasida gibrid usulning 99,89% aniqlikka erishgani yaqqol misol bo'la oladi¹⁷⁸. To'rtinchidan, Zaxidovanning molekulyar-genetik tadqiqotida ko'rsatilganidek, tasvirga asoslangan sun'iy intellekt

¹⁷⁸Suha S.A., Islam M.N. An extended machine learning technique for polycystic ovary syndrome detection using ovary ultrasound image // Sci. Rep. — 2022. — Vol. 12, № 1. — 17123.

modellarini genetik va biokimyoviy ko'rsatkichlar bilan boyitish — ya'ni ko'p modalli (multimodal) integratsion modellar yaratish — kelajakda diagnostikaning yanada chuqurroq va patogenetik jihatdan asoslangan bo'lishini ta'minlaydi¹⁷⁹.

Beshinchidan, Shamansurovaning tajribasi shuni ko'rsatadiki, resurslari cheklangan mintaqalarda qimmat neyron tarmoq infratuzilmasini kutmasdan, mavjud UTT uskunasida ishlab chiqilgan sintetik ko'rsatkichlar va hisoblash algoritmlari orqali ham yuqori klinik va iqtisodiy samaradorlikka erishish mumkin¹⁸⁰ — bu yondashuv sun'iy intellektni to'liq almashtirmasa-da, uning joriy etilishigacha bo'lgan bosqichda muhim oraliq yechim bo'lib xizmat qilishi mumkin. Oltinchidan, sun'iy intellekt tizimlarini tibbiy amaliyotga joriy etishning huquqiy asoslarini ishlab chiqish, klinik sinovlar va tartibga solish organlari tomonidan sertifikatlash mexanizmlarini takomillashtirish, shifokorlarni tegishli vositalar bilan ishlashga o'qitish sohadagi kadrlar salohiyatini oshirishning muhim yo'nalishi hisoblanadi.

O'tkazilgan tahlil shuni ko'rsatadiki, sun'iy intellekt ginekologik amaliyotda — tuxumdon, ko'krak bezi, bachadon bo'yni saratoni va policistoz tuxumdonlar sindromini diagnostika qilishda — sezilarli natijalarga erishgan, ayrim holatlarda mutaxassislarning qo'lda tahliliga nisbatan yuqori aniqlik ko'rsatgan. Shu bilan birga, har bir yo'nalish doirasida o'tkazilgan qiyosiy tahlil — Gao va Qian, Tang va Clift, Xue va Shamansurova, Suha va Zaxidova kabi tadqiqotchilarning natijalarini solishtirish — shuni ko'rsatadiki, sun'iy intellektning samaradorligi bir xilda emas: u tasvirga asoslangan aniq, chegaralangan vazifalarda yuqori natija bersa, murakkab, ko'p omilli, uzoq muddatli yoki chuqur patogenetik tahlil talab etuvchi vazifalarda klassik statistik yoki molekulyar-genetik usullardan ustunlik qila olmasligi mumkin.

Shu sababli sun'iy intellektni shifokorning o'rnini bosuvchi vosita emas, balki uning diagnostik salohiyatini kuchaytiruvchi hamkor sifatida qabul qilish maqsadga muvofiqdir. O'zbek tadqiqotchilarining tajribasi — xoh sintetik tasvirlar yaratish, xoh hisoblash algoritmlariga asoslangan innovatsion UTT texnologiyalari, xoh molekulyar-genetik izlanishlar bo'lsin — sun'iy intellektga muqobil yoki uni to'ldiruvchi yo'nalishlarning ham amaliy ahamiyatga ega ekanini ko'rsatadi, ayniqsa resurslari cheklangan mintaqalarda. Kelajakda federativ o'rganish, tushuntiriladigan sun'iy intellekt va ko'p modalli (tasvir +

¹⁷⁹Захидова К.Ш. Ўзбекистон аҳолиси аёлларида поликистоз тухумдон синдромининг молекуляр генетик жиҳатлари: тиббиёт фанлари фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати. — Тошкент: Тошкент тиббиёт академияси, 2024.

¹⁸⁰Шамансуроова Н.Х. Бачадон бўйни саратонининг тарқалишини баҳолашда ультратовушнинг инновацион технологиялари: тиббиёт фанлари фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати. — Тошкент: Республика ихтисослаштирилган онкология ва радиология илмий-амалий тиббиёт маркази, 2023.

genetika + klinik ma'lumotlar) integratsion modellar sohadagi mavjud muammolarni bosqichma-bosqich bartaraf etishga xizmat qiladi, deb hisoblaymiz.