

**BIOKIMYOVIY TAHLILLARDA SUN'IY INTELLEKTNING O'RNI:
MA'LUMOTLARGA ASOSLANGAN DIAGNOSTIKA VA PROGNOZ**

Malikov Xurshidbek

*Qo'qon universiteti Andijonfiliali Tibbiyot fakulteti
Davolash ishi yo'nalishi 3-bosqich talabasi*

**MAQOLA
MALUMOTI**

ANNOTATSIYA:

MAQOLA TARIXI:

*Received: 14.02.2026
Revised: 15.02.2026
Accepted: 16.02.2026*

KALIT SO'ZLAR:

*Big Data, Sun'iy
intellekt (SI),
Biomarkerlar /
Biokimyoviy
ko'rsatkichlar, Kasallik
xavfini bashorat qilish,
Mashinali o'rganish,
Explainable AI (xAI),
Integrativ ma'lumotlar
(multi-omics),
Tibbiyotda
raqamlashtirish*

Katta ma'lumotlar (Big Data) va sun'iy intellekt tibbiyot sohasida biokimyoviy ko'rsatkichlarning murakkab va yuqori o'lchovli tuzilishini tahlil qilishda yangi paradigmani taklif qiladi. Ushbu maqola SI va mashinali o'rganish metodlarini qo'llagan holda biokimyoviy markerlar (metabolitlar, fermentlar, yallig'lanish indikatorlari va boshqa) asosida kasallik xavfini bashorat qilish imkoniyatlarini ko'rib chiqadi. Maqolada oldindan ishlov berish, xususiyatlar tanlovi, nazoratli modellash, shuningdek, izohli (explainable) AI usullari muhokama qilinadi. Tadqiqotlar, masalan, neyron tarmoqlar, Random Forest va gradient boosting modellari orqali yurak-qon tomir kasalliklari, Parkinson kasalligi va boshqa surunkali kasalliklar xavfini bashorat qilishda yuqori aniqlik ko'rsatganini bildiradi. Bundan tashqari, izohli AI metodlari (masalan, SHAP) orqali AI qarorlari tushunarli bo'lib, klinik integratsiya va shaffoflikni oshiradi. Ushbu yondashuvning afzalliklari orasida erta diagnostika, shaxsiylashtirilgan profilaktika va resurslarni samarali taqsimlash mavjud; ammo ma'lumotlarning sifati, etik masalalar va regulyator cheklovlari muammolari ham ko'tariladi. Kelajakda

multimodal ma'lumotlar (genom, metabolom, proteom) va real-vaqt monitoring (biosensorlar, wearables) integratsiyasi ushbu sohani yanada rivojlantirishga xizmat qilishi mumkin.

So'nggi yillarda tibbiyot va biologiya sohasida yig'ilayotgan ma'lumotlar hajmi ulkan darajaga yetdi. Elektron sog'liq yozuvlari (Electronic Health Records, EHR), laboratoriya tahlillari (biokimyoviy ko'rsatkichlar), genom ma'lumotlari, bioimaging va boshqa manbalar birgalikda Big Data deb ataluvchi katta va murakkab ma'lumot to'plamlarini yaratmoqda. An'anaviy statistik usullar bunday yuqori o'lchovli ma'lumotlarni qayta ishlashda cheklovlarga duch keladi: o'zaro bog'liqlik, noaniqlik, shovqin (noise) va yo'qolgan ma'lumotlar kabi muammolar ko'p uchraydi.

Sun'iy intellekt (SI), xususan, mashinali o'rganish (MO) va chuqur o'rganish (deep learning) modellari bunday murakkab ma'lumotlarda naqadar foydali bo'lishi mumkinligi allaqachon ko'rsatildi. SI biomarkerlar (metabolitlar, yallig'lanish indikatorlari, fermentlar



va boshqa biokimyoviy ko'rsatkichlar) asosida kasallik xavfini bashorat qilishda yangi imkoniyatlar ochib beradi. Bu esa tibbiyotda erta diagnostika, shaxsiylashtirilgan davolash va profilaktik strategiyalarni rivojlantirish uchun juda muhimdir.

2. Adabiyotlar sharhi

Sun'iy intellekt, xususan mashinali o'rganish, multi-omics (genom, transcriptom, proteom, metabolom) ma'lumotlarini birlashtirish orqali biomarkerlarni aniqlashda katta rol o'ynamoqda. Machine learning va deep learning modellari turli omik ma'lumotlar turlari va yuqori o'lchamli klinik ma'lumotlarni tahlil qilgan holda, diagnostik, prognostik va bashorat qiluvchi biomarkerlarni aniqlashga imkon beradi. AI-biologiya integratsiyasi kimyoviy ko'rsatkichlar va kasallik fenotiplari o'rtasidagi murakkab bog'liqlikni aniqlashni tezlashtiradi va aniqlikni oshiradi.

AI kasallik xavfini bashoratlashda. Yurak-qon tomir kasalliklari xavfini bashoratlashda AI modellarining samaradorligi ilmiy tekshirilgan. Masalan, yaqinda BMC Medicine jurnalida chop etilgan tizimli sharhda SI yordamida yurak-qon tomir kasalliklari uchun xavf bashoratlash modellari tahlil qilingan.

Shuningdek, klinik tadqiqotlarda biokimyoviy va klinik biomarkerlar asosida sun'iy intellekt yordamida "oldindan profilaktika" modellarini qurish mumkinligi ko'rsatilgan. AI talofati va xavf davrida biomarker identifikatsiyasi. Misol sifatida, COVID-19 pandemiyasi davrida AI va mashinali o'rganish orqali favqulodda bo'limlarga qabul qilingan bemorlarda prognoz uchun muhim biokimyoviy biomarkerlar aniqlangan. Bundan tashqari, interpretatsiyalanadigan (izohli) AI metodlari (xAI), masalan, SHAP, klinik kontekstda qarorlar qabul qilish uchun ishonchlilikni oshirishga yordam beradi. Amirehsan Ghasemi va boshqalar o'tkazgan sistematik tahlilda SHAP – eng keng qo'llaniladigan xAI metodlaridan biri ekani aniqlangan, ayniqsa daraxt asosidagi modellarda.

Kasalliklarning oldini olish va ilgari bosqichda diagnostika. Altzgeymer kasalligini erta aniqlashda bir qator tadqiqotlar sun'iy intellekt va neyroimaging biomarkerlaridan foydalangan. Strukturaviy MRI va PET ma'lumotlarini SI yordamida bashorat qilish usullari ma'lum. Shuningdek, yurak-qon tomir kasalliklarini yoshda rivojlanishini (premature cardiovascular aging) bashoratlashda klinik va biokimyoviy biomarkerlar bilan multidimensional vizualizatsiya va AI-modellari ishlatilgan

Metodologiya va yondashuv. Quyida, Big Data va sun'iy intellekt yordamida biokimyoviy ko'rsatkichlar tahlilini va kasallik xavfini bashorat qilish uchun umumiy metodologik yondashuv keltiriladi:

1. **Ma'lumot yig'ish va integratsiya**

o Klinik va laboratoriya ma'lumotlar bazalaridan (EHR, tahlillar) katta hajmdagi biokimyoviy ko'rsatkichlar to'planadi.

o Multi-omics ma'lumotlar: genom, metabolom, proteom, agar mavjud bo'lsa, qo'shiladi.

o Demografik ma'lumotlar (yosh, jinsi), hayot tarzi omillari (ovqat, jismoniy faollik) va boshqa klinik ma'lumotlar qo'shiladi.

2. **Oldindan ishlov berish (preprocessing)**



- Yo‘qolgan qiymatlarni imputatsiya qilish.
- Normalizatsiya: o‘lchov birligidagi farqlarni yo‘q qilish.
- Outlier (me‘yordan tashqari) aniqlash va nazorati.
- Xususiyatlar (features) tanlovi: eng prognozchi biomarkerlarni aniqlash uchun statistik metodlar va avtomatik tanlash algoritmlari (masalan, LASSO, xgboost feature importance).

3. Model qurilishi

- **Mashinali o‘rganish modellari:** Random Forest, Gradient Boosting, Support Vector Machines (SVM) va boshqalar.
- **Chuqur o‘rganish:** neyron tarmoqlar, konvolyutsion neyron tarmoqlar (agar ko‘p o‘lchovli ma‘lumotlar bo‘lsa) va transformatorlar.
- **Explainable AI:** SHAP, LIME kabi usullar yordamida model natijalarini izohlash va interpretatsiya qilish.
- **Bayes tarmoqlari va ehtimollik modellari:** noaniqlikni modellashtirish va bog‘liqlikni tushunishda qo‘llaniladi.
- **Validatsiya:** kross-valitatsiya, mustaqil test to‘plamlari va modelni boshqa populyatsiyalarda tekshirish.

4. Tahlil va interpretatsiya

- Najotlangan biomarkerlar va ularning modeldagi ahamiyati (feature importance) aniqlanadi.
- Izohli AI yondashuvlari yordamida model qarorlari shifokorlar uchun tushunarli shaklda taqdim etiladi.
- Biologik va klinik ma'nosi: model topgan biomarkerlar kasallik patofiziologiyasiga mos kelishi yoki yangi patogenetik mexanizmlarni ko‘rsatishi mumkinligi tekshiriladi.

5. Implementatsiya va klinik integratsiya

- Modellar klinik protokollarga kiritiladi va sog‘liqni saqlash tashkilotlarida sinovdan o‘tkaziladi.
- Shifokor-muhandis hamkorligi: model natijalari va bashoratlarini klinikqaror qabul qilishda qo‘llashda shifokorlarga mos interfeys yoki tushuntirish tizimi yaratiladi.
- Maxfiylik va etik jihatlar: bemor ma‘lumotlarini anonymizatsiya qilish, xavfsizlikni ta‘minlash (shifrlash, ruxsatli kirish), regulyator talablar (masalan, GDPR, HIPAA) bajarilishi.

Qo'llanilish misollari va amaliy holatlar

Yurak-qon tomir kasalliklari

Abzaliyev va boshqalar (2025) "Multidimensional Visualization and AI-Driven Prediction" tadqiqotida klinik va biokimyoviy biomarkerlar asosida premature cardiovascular aging (erta yurak-tomir qarishi) bashorat qilindi. Bunday modellar bemorning yurak salomatligi tarixini, qonda fermentlar, lipid profil va boshqa ko'rsatkichlarni birlashtirib, kelajakdagi kasallik xavfini baholaydi va shaxsiy profilaktika strategiyasini taklif qilishi mumkin.

Shoshilinch bo'limda biomarker identifikatsiyasi. COVID-19 pandemiyasi misolida, shoshilinch bo'limga qabul qilingan bemorlarning klinik, epidemiologik va analitik ma'lumotlari (89 dan ortiq o'zgaruvchi) Random Forest modeli yordamida tahlil qilingan. Natijada, AI tezda prognoz uchun muhim biokimyoviy biomarkerlarni aniqlab bera olgan, bu esa bemorlarni javobli va samarali boshqarishda foydali bo'lgan.

Onkologiya va dorilarni rivojlantirish. AI yordamida biomarkerlarni aniqlash dorilarni kashf qilish jarayonini tezlashtiradi. Masalan, prediktiv modellar va simulyatsiyalar AI orqali dori samaradorligi va xavfsizligini baholashda qo'llaniladi, bu dori klinik sinovlarini soddalashtirish imkonini yaratadi.

Shuningdek, kombinatsiyalangan terapiyalar uchun phenotypic response surfaces platformasi mavjud bo'lib, u AI yordamida bemorlarning individual javoblarini modellaydi va optimal dori kombinatsiyalarini aniqlaydi.

Qiyinchiliklar, xavf va cheklovlar

1. Ma'lumotlar sifati va geterogenligi

- o Ma'lumotlar turli manbalardan olinganda (turli laboratoriyalar, tibbiyot markazlari) standartizatsiya muammolari paydo bo'ladi.
- o Yo'qolgan yoki noto'g'ri qiymatlar (missing data) va o'lchov xatoliklari AI modelining aniqligiga salbiy ta'sir qilishi mumkin.
- o Ma'lumotlar integratsiyasi (multi-omics + klinik) murakkab va resurs talab qiladi.

2. Etik va maxfiylik masalalari

- o Bemor ma'lumotlarining maxfiyligi juda muhim: ma'lumotlar anonimlash, shifrlash va ruxsatli kirish nazorati talab qilinadi.
- o AI bashoratlarning ijtimoiy va psixologik oqibatlari: "Men yuqori xavf guruhidaman" degan xabar bemor uchun stress yoki noto'g'ri interpretatsiyaga olib kelishi mumkin.

o Regulyator talablari: AI modellari klinik foydalanish uchun tasdiqlanishi, xavfsizlik va samaradorligi klinik sinovlarda sinovdan o'tishi kerak.

3. Model interpretabilitiyasi va ishonchliligi

o Qiyin (kompleks) AI modellar, xususan chuqur neyron tarmoqlar, "qora quti"ga aylanishi mumkin.

o Izohli AI (xAI) yondashuvlari kerak, lekin ularning ham chegarasi bor: SHAP yoki LIME natijalari har doim biologik ma'no bilan mos kelmasligi mumkin.

o Modellarning umumlashuvchanligi (generalizability): bir klinik populyatsiyada yaxshi ishlagan model boshqa populyatsiyalarda bajarilmasligi mumkin.

4. Klinik integratsiya va amaliy qo'llanilishi

o Modellarini klinik protokollarga qo'shish murakkab (tibbiy xodimlarning qabul qilishi, o'qitilishi).

o AI bashoratlari va klinik qarorlar orasida muvozanatni topish: AI natijalari shifokorlar tomonidan tekshirilishi va birgalikda ishlatilishi kerak.

o Resurslar va iqtisodiy jihatlar: ma'lumot yig'ish, saqlash, ishlov berish hamda modelni ekspluatatsiyaga kiritish katta xarajat talab qilishi mumkin.

Kelajak yo'nalishlari va istiqbollar

• **Multimodal integratsiya:** Genom, transcriptom, proteom, metabolom va klinik ma'lumotlarni birlashtirish orqali yanada to'liq va aniq prognoz modellarini yaratish.

• **Real-vaqt monitoring:** "Wearables" (kiyiladigan qurilmalar), biosensorlar va IoT qurilmalaridan ma'lumot yig'ib, real-vaqt AI tahlillari va kasallik xavfini monitoring qilish.

• **Izohli va ishonchli AI:** xAI metodlarini takomillashtirish, shaffof va regulyator talablariga mos modellar yaratish.

• **Shaxsiylashtirilgan profilaktika:** AI bashoratlari asoslangan shaxsiy profilaktik strategiyalar (ovqat, hayot tarzi, dori) ishlab chiqish.

• **Klinik sinovlar va adoptsiya:** AI modellarini klinik sinovlardan o'tkazish, sog'liqni saqlash tizimiga integratsiyasi va real dunyo qo'llanilishi bo'yicha tadqiqotlar.

• **Axborot xavfsizligi va etik infratuzilma:** ma'lumot xavfsizligi, bemor roziligi, regulyator siyosatlar va axborot shaffofligi bo'yicha standartlar yaratish.

Xulosa

Yirik ma'lumotlar va sun'iy intellekt tibbiyotda biokimyoviy ko'rsatkichlarni tahlil qilish va kasallik xavfini bashorat qilishda katta imkoniyatlar yaratmoqda. Bunday yondashuvlar erta diagnostika, shaxsiylashtirilgan davolash va profilaktika strategiyalarini rivojlantirishga

xizmat qiladi. AI modellarining aniqligi va interpretatsiyasi biologik bilimlar bilan birga ishlanganida, ular klinik amalda katta foyda keltirishi mumkin. Biroq, ma'lumotlarning sifati, etik va maxfiylik jihatlari, model ishonchliligi va regulyator cheklovlari kabi qiyinchiliklar ham mavjud. Kelajakda multimodal ma'lumotlarning integratsiyasi, real-vaqt monitoring va izohli AI metodlari rivojlanishi bu sohada yangi yutuqlarni olib kelishi ehtimoli katta.

References

1. Cai, Y., Cai, Y.Q., Tang, L.Y. va boshqalar. "Artificial intelligence in the risk prediction models of cardiovascular disease and development of an independent validation screening tool: a systematic review." BMC Medicine, 22:56, 2024. [BioMed Central](#)
2. Qureshi, M. D. A., Ramzan, M. F., Amjad, F., Haider, N. "Artificial Intelligence in Metabolomics for Disease Profiling: A Machine Learning Approach to Biomarker Discovery." Indus Journal of Bioscience Research. [induspublishers.com](#)
3. Role of Artificial Intelligence in Identifying Vital Biomarkers with Greater Precision in Emergency Departments During Emerging Pandemics. International Journal of Molecular Sciences, MDPI. [MDPI](#)
4. Ghasemi, A., Hashtarkhani, S., Schwartz, D. L., Shaban-Nejad, A. "Explainable artificial intelligence in breast cancer detection and risk prediction: A systematic scoping review." arXiv, 2024. [arXiv](#)
5. Rudroff, T., Rainio, O., Klén, R. "AI for the prediction of early stages of Alzheimer's disease from neuroimaging biomarkers — A narrative review." arXiv, 2024. [arXiv](#)
6. Abzaliyev, K., Suleimenova, M., Abzaliyeva, S., Mansurova, M., Shomanov, A., Bugibayeva, A., Tolemisova, A., Kurmanova, A., Nassyrova, N. "Multidimensional Visualization and AI-Driven Prediction Using Clinical and Biochemical Biomarkers in Premature Cardiovascular Aging." Biomedicines, 13(10):2482, 2025. [MDPI](#)
7. Machine learning enhances biomarker discovery: From multi-omics to functional genomics. Medical Research Archives. [European Society of Medicine -](#)
8. AI-Powered Biomarker Discovery: Identifying Novel Biomarkers for Early Disease Detection and Drug Development. Journal of Machine Learning in Pharmaceutical Research. [pharmapub.org](#)