

Date: 13th September-2026

BOLALARDA ONKOLOGIK KASALLIKLARNI ERTA ANIQLASHDA KLINIK-LABORATOR MA'LUMOTLARNI INTELLEKTUAL TAHLIL QILISH

To'ychiyeva Dilnavozxon Azizjon qizi

Magistr, O'zbekiston milliy universiteti

dilnavozxonsoliyeva38@gamil.com

KIRISH

Bolalar saraton kasalliklari nisbatan kam uchrashi bilan birga, bolalar salomatligi uchun jiddiy tibbiy va ijtimoiy muammo hisoblanadi. Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti ma'lumotlariga ko'ra, har yili dunyoda 0–19 yoshdagi taxminan 400 ming nafar bola va o'smirda saraton kasalligi rivojlanadi [1]. Bolalarda uchraydigan asosiy onkologik kasalliklar qatoriga leykozlar, bosh miya va markaziy asab tizimi o'smalari, limfomalar, neyroblastoma, Vilms o'smasi va boshqa qattiq o'smalar kiradi [1, 2]. Bolalar saratonining o'ziga xos xususiyatlaridan biri kasallikning dastlabki belgilarining nospesifikligidir. Isitma, umumiy holsizlik, rangparlik, ishtahaning pasayishi, vazn yo'qotish, suyak va bo'g'im og'riqlari, limfa tugunlarining kattalashishi, ko'karishlar va qon ketishga moyillik kabi belgilar ko'plab boshqa pediatrik kasalliklarda ham uchrashi mumkin. Natijada birlamchi tibbiy yordam bosqichida onkologik kasallikka shubha qilish kechikishi mumkin. WHO bolalar saratonini erta tashxislashda simptomlarni anglash, o'z vaqtida va to'g'ri klinik baholash hamda tashxisdan so'ng tegishli davolash xizmatlariga tezkor yo'naltirishni asosiy komponentlar sifatida belgilaydi [1]. Shu sababli erta tashxislashni faqat maxsus diagnostik tekshiruvlar bilan emas, balki klinik ma'lumotlarni tizimli yig'ish va tahlil qilish jarayoni sifatida qarash lozim. Bolalar saratonlarini xalqaro miqyosda standartlashtirishda ICC-3-2017 tasnifi muhim o'rin tutadi. Ushbu tasnif bolalar saratonlarini morfologik va anatomik xususiyatlari asosida asosiy diagnostik guruhlariga ajratish imkonini beradi [3, 4]. Leykozlar ICC-3 tasnifida alohida asosiy guruh sifatida ajratilgan bo'lib, limfoid leykozlar, o'tkir miyeloid leykoz va boshqa gematologik malignizatsiyalarni qamrab oladi [3]. Leykoz bolalar orasida eng ko'p uchraydigan saraton turlaridan biri hisoblanadi [2]. Shu sababli uning dastlabki belgilarini aniqlash va yuqori xavfli bolalarni o'z vaqtida ixtisoslashtirilgan tekshiruvga yo'naltirish erta tashxislash tizimining muhim vazifalaridan biridir. O'zbekiston bo'yicha Khazaei va hammualliflari tomonidan GLOBOCAN-2012 ma'lumotlari asosida o'tkazilgan tadqiqotda 0–14 yoshdagi bolalarda leykoz bilan kasallanish darajasi 3,0/100 000, o'lim darajasi 2,2/100 000 deb baholangan. O'g'il bolalarda kasallanish 3,7/100 000, qizlarda esa 2,2/100 000 ni tashkil etgan [5]. Mazkur ko'rsatkichlar 2012-yil ma'lumotlariga asoslanganligi sababli hozirgi epidemiologik vaziyatni to'liq ifodalamasligini hisobga olish lozim. Shu jihatdan O'zbekiston bo'yicha zamonaviy milliy ma'lumotlarni shakllantirish va ularni statistik hamda intellektual usullar yordamida tahlil qilish dolzarb hisoblanadi. O'zbekistonda bolalar saratoni muammosiga davlat darajasida ham alohida e'tibor qaratilmoqda. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2025-yil 19-maydagi PQ-186-son qarori bilan 2025–2030-yillarga mo'ljallangan bolalar saratoniga qarshi kurashish bo'yicha milliy strategiyani amalga oshirish chora-tadbirlari belgilangan [6]. Strategiyada bolalar

Date: 13th September-2026

saratonini erta bosqichlarda aniqlashni oshirish, tashxis qo'yish muddatlarini qisqartirish, ixtisoslashtirilgan tibbiy yordamni rivojlantirish va davolash natijalarini yaxshilashga qaratilgan vazifalar belgilangan. Shu sababli O'zbekiston sharoitida bolalar saratonini erta aniqlash uchun klinik va laborator ma'lumotlarni birlashtiruvchi statistik hamda intellektual model ishlab chiqish ilmiy va amaliy jihatdan dolzarbdir.

TADQIQOT MAQSADI. Bolalarda saraton kasalligini, xususan leykozni, erta tashxislashda klinik va laborator ko'rsatkichlarning diagnostik informativligini aniqlash hamda statistik va mashinali o'qitish usullariga asoslangan erta tashxislash modelini ishlab chiqishning ilmiy-metodik asoslarini shakllantirish.

Tadqiqot vazifalari:

1. Bolalar saratonini erta tashxislash bo'yicha zamonaviy ilmiy yondashuvlarni tahlil qilish.
2. Bolalar saratonlarini ICCC-3-2017 asosida tizimlashtirish.
3. Bolalar leykozining epidemiologik va klinik xususiyatlarini o'rganish.
4. Leykozning dastlabki klinik belgilarini aniqlash.
5. Klinik va laborator ko'rsatkichlarning diagnostik informativligini baholash.
6. Eng informativ prediktorlarni statistik usullar yordamida aniqlash.
7. Ko'p omilli logistik regressiya asosida mustaqil prediktorlarni aniqlash.
8. Tanlangan prediktorlar asosida mashinali o'qitish modellarini ishlab chiqish.
9. Modellar samaradorligini sensitivity, specificity, accuracy, F1-score va ROC-AUC orqali baholash.

O'zbekiston sharoitida klinik qarorni qo'llab-quvvatlovchi erta tashxislash algoritmini ishlab chiqish.

Tadqiqotning nazariy qismi WHO, IARC va NCI ma'lumotlari, ICCC-3-2017 xalqaro tasnifi, pediatrik onkologiyada sun'iy intellektdan foydalanish bo'yicha sistematik sharhlar hamda O'zbekiston Respublikasining bolalar saratoniga qarshi kurashish bo'yicha strategik hujjatlari asosida shakllantirildi [1–8].

Amaliy tadqiqot uchun bolalar onkologiyasi va gematologiyasi muassasalarida shakllantirilgan klinik ma'lumotlar bazasidan foydalanish taklif etiladi. Ma'lumotlar anonimlashtirilgan holda yig'ilishi va bemorlarning shaxsiy ma'lumotlari himoyalaniishi kerak.

O'rganiladigan ko'rsatkichlar:

Demografik ko'rsatkichlar

- yosh;
- jins;
- yashash hududi;
- murojaat sanasi;
- tibbiy yordamga murojaat qilishgacha bo'lgan vaqt.

Klinik ko'rsatkichlar

- uzoq davom etuvchi isitma;
- umumiy holsizlik;



Date: 13th September-2026



- rangparlik;
- ishtaha pasayishi;
- vazn yo'qotish;
- suyak va bo'g'im og'riqlari;
- limfa tugunlarining kattalashishi;
- gepatomegaliya;
- splenomegaliya;
- ko'karishlar;
- qon ketishga moyillik;
- tez-tez infeksiyalanish;
- bosh og'rig'i;
- nevrologik belgilar.

Laborator ko'rsatkichlar

- gemoglobin;
- eritrotsitlar;
- leykotsitlar;
- trombositlar;
- neyetrofillar;
- limfotsitlar;
- leykotsitar formula;
- periferik qondagi blast hujayralar;
- boshqa mavjud gematologik ko'rsatkichlar.

Statistik usullar

Kategorik o'zgaruvchilar o'rtasidagi bog'liqlikni baholash uchun χ^2 yoki Fisher exact testidan foydalanish mumkin. Uzluksiz o'zgaruvchilar uchun ma'lumotlarning taqsimlanishiga qarab Student t-testi yoki Mann-Whitney U testi qo'llanadi.

Klinik va laborator belgilar diagnostik informativligini baholashda:

$$OR = \frac{a \times d}{b \times c}$$

formula asosida odds ratio hisoblanadi.

Har bir muhim prediktor uchun 95 foizlik ishonch oralig'i aniqlanadi.

$$P(Y = 1) = \frac{1}{1 + \exp[-(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n)]}$$

Bu yerda:

- $P(Y=1)$ — bolada saraton yoki leykoz mavjud bo'lishining bashorat qilingan ehtimoli;
- Y — natijaviy o'zgaruvchi, bunda $Y=1$ — kasallik mavjud, $Y=0$ — kasallik mavjud emas;
- $X_1, X_2, \dots, X_n$ — modelga kiritilgan klinik, demografik yoki laborator prediktorlar;
- β_0 — modelning ozod hadi (intercept);
- $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ — tegishli prediktorlarning regressiya koeffitsientlari;

Date: 13th September-2026

- exp— eksponensial funksiya.

Mashinali o'qitish usullari

Tadqiqotning keyingi bosqichida quyidagi algoritmlarni solishtirish taklif etiladi:

- Logistic Regression;
- Random Forest;
- Support Vector Machine;
- Naive Bayes;
- k-Nearest Neighbors;
- Gradient Boosting.

Ma'lumotlar o'qitish va test to'plamlariga ajratiladi. Model tanlash jarayonida cross-validation qo'llanilishi maqsadga muvofiq.

Model samaradorligi quyidagi ko'rsatkichlar bilan baholanadi:

Sensitivity (sezgirlik) — kasalligi mavjud bo'lgan bemorlarni model tomonidan to'g'ri aniqlash qobiliyatini ifodalaydi:

$$Sensitivity = \frac{TP}{TP + FN}$$

Specificity (o'ziga xoslik) — kasalligi mavjud bo'lmagan bemorlarni to'g'ri aniqlash qobiliyatini ko'rsatadi:

$$Specificity = \frac{TN}{TN + FP}$$

Accuracy (aniqlik) — barcha kuzatuvlar orasida to'g'ri tasniflangan holatlar ulushini ifodalaydi:

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

Precision (aniq musbat bashorat qiymati) — model tomonidan musbat deb tasniflangan holatlarning qanchasi haqiqatda kasallikka ega ekanligini ko'rsatadi:

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

F1-score — precision va sensitivity ko'rsatkichlarining garmonik o'rtacha qiymati bo'lib, ayniqsa sinflar nomutanosib bo'lgan holatlarda model samaradorligini baholashda qo'llanadi:

$$F1 = 2 \times \frac{Precision \times Sensitivity}{Precision + Sensitivity}$$

yoki:

$$F1 = \frac{2TP}{2TP + FP + FN}$$

NATIJALAR

WHO ma'lumotlariga ko'ra, har yili dunyoda 0–19 yoshdagi taxminan 400 ming nafar bola va o'smir saraton kasalligiga chalinadi [1]. Bolalar saratoni tarkibida leykozlar muhim o'rin egallaydi [2]. Bolalar saratonining klinik ko'rinishlari ko'pincha nospesifik bo'lib, dastlabki simptomlar infeksiya, gematologik va boshqa kasalliklar bilan o'xshash bo'lishi mumkin. Shu sababli klinik belgilarni laborator ma'lumotlar bilan birgalikda baholash zarur.



Date: 13th September-2026

O'zbekiston bo'yicha mavjud epidemiologik ma'lumotlarning bir qismi xalqaro ma'lumotlar bazalariga asoslangan. Khazaei va hammualliflarining GLOBOCAN-2012 ma'lumotlariga asoslangan tadqiqotida 0–14 yoshdagi bolalarda leykoz bilan kasallanish 3,0/100 000, o'lim esa 2,2/100 000 deb baholangan [5]. O'zbekistonning zamonaviy holatini tavsiflovchi strategik materiallarda esa 2024-yilda 4074 ta yangi bolalar onkologik holati qayd etilgani ko'rsatilgan. Shundan 2934 tasi 0–14 yoshdagi bolalarga, 1140 tasi 15–18 yoshdagi bolalar va o'smirlarga to'g'ri kelgan. Bu mos ravishda 72,0% va 28,0% ni tashkil etadi [9].

Mazkur materialda 2416 ta holat o'tkir leykoz va xavfli o'smalar bilan bog'liq, shundan 1658 tasi gematologik kasalliklar sifatida ko'rsatilgan [9].

1-jadval. O'zbekistonda bolalar saratoni bo'yicha 2024-yil ma'lumotlari

Ko'rsatkich	Qiymat
Yangi bolalar onkologik holatlari	4074
0–14 yoshdagi holatlar	2934
0–14 yoshdagi holatlar ulushi	72,0%
15–18 yoshdagi holatlar	1140
15–18 yoshdagi holatlar ulushi	28,0%
O'tkir leykoz va xavfli o'smalar bilan bog'liq holatlar	2416
Gematologik kasalliklar	1658

Mazkur ko'rsatkichlar bolalar saratonining O'zbekistonda ham dolzarb tibbiy muammo ekanligini ko'rsatadi. Ayniqsa, 0–14 yosh guruhining umumiy holatlarning katta qismini tashkil qilishi ushbu yosh davrida erta aniqlash mexanizmlarini takomillashtirish zarurligini ko'rsatadi. Shu bilan birga, 2416 ta “o'tkir leykoz va xavfli o'smalar” hamda 1658 ta “gematologik kasalliklar” ko'rsatkichlarini metodologik jihatdan ehtiyotkorlik bilan talqin qilish kerak. Ushbu raqamlarni faqat “leykozlar soni” sifatida qabul qilish mumkin emas; maqolada ular manbada keltirilgan kategoriyalar nomi bilan berilishi lozim.

Bolalar saratonining diagnostik belgilari

Adabiyotlar tahlili asosida bolalarda leykozga shubha qilishda quyidagi belgilar muhim hisoblanadi:

- rangparlik;
- uzoq davom etuvchi isitma;
- holsizlik;
- sababsiz ko'karishlar;
- qon ketishga moyillik;
- suyak og'riqlari;
- limfa tugunlarining kattalashishi;
- jigar va taloq kattalashishi;
- takroriy infeksiyalar.

Ushbu belgilar alohida holda yetarli diagnostik mezon bo'lmay, ularni laborator ko'rsatkichlar bilan birgalikda baholash maqsadga muvofiq.



Date: 13th September-2026



Volchenboum va hammualliflari tomonidan pediatrik onkologiyada sun'iy intellektidan foydalanishga bag'ishlangan sistematik sharhda 42 ta tadqiqot tahlil qilingan bo'lib, ulardan 9 tasi leykozga bag'ishlangan [7,8]. Mazkur tadqiqotlarda Support Vector Machine, Random Forest, neyron tarmoqlar, k-Nearest Neighbors va Naive Bayes kabi algoritmlardan foydalanilgan. Biroq tadqiqotlar orasida tanlanma hajmining kichikligi, metodologik farqlar va tashqi validatsiyaning yetishmasligi kabi muammolar ham qayd etilgan [7,8]. Shu sababli O'zbekiston sharoitida ishlab chiqiladigan modelni faqat accuracy ko'rsatkichi bilan baholash yetarli emas. Modelning sensitivity, specificity, ROC-AUC, calibration va tashqi validatsiya natijalari ham hisobga olinishi kerak.

MUHOKAMA. Bolalar saratonini erta tashxislashning samaradorligi kasallik belgilarini o'z vaqtida aniqlash va shubhali bemorni tegishli mutaxassisga tezkor yo'naltirish bilan chambarchas bog'liq. WHO tomonidan belgilangan erta tashxislash tamoyillari ham ushbu yondashuvni qo'llab-quvvatlaydi [1]. O'zbekistonda 2025–2030-yillarga mo'ljallangan milliy strategiyani qabul qilinishi bolalar saratonini erta aniqlash masalasining davlat darajasidagi ustuvor yo'nalishlardan biriga aylanganini ko'rsatadi [6]. Mavjud ma'lumotlar bolalar saratonini erta aniqlashda bir nechta muammolar mavjudligini ko'rsatadi. Birinchidan, dastlabki klinik belgilar nospesifik. Ikkinchidan, mavjud epidemiologik ma'lumotlarning ayrimlari xalqaro baholashlar yoki strategik hujjatlarga asoslangan bo'lib, individual klinik ma'lumotlar darajasida chuqur tahlil qilish imkoniyati cheklangan. Uchinchidan, klinik va laborator ma'lumotlarni avtomatik ravishda integratsiyalashgan holda xavfni baholaydigan mahalliy modelga ehtiyoj mavjud.

Shu sababli O'zbekiston sharoitida quyidagi uch bosqichli model taklif etiladi.

1- bosqich — klinik skrining

Birlamchi tibbiy yordam bosqichida bolaning shikoyatlari va asosiy klinik belgilarini baholash.

2- bosqich — laborator skrining

Klinik jihatdan shubhali bolalarda umumiy qon tahlili va zarur laborator tekshiruvlarni baholash.

3- bosqich — intellektual xavf baholash

Klinik va laborator ma'lumotlarni matematik modelga kiritib, onkologik xavfni hisoblash.

Model umumiy ko'rinishda:

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$$

va

$$f(X) \rightarrow P(Y = 1)$$

ko'rinishida ifodalanadi.

$f(X) \rightarrow P(Y=1)$ ko'rinishida bo'lib, $P(Y=1)$ — bolada onkologik kasallik, xususan, leykoz mavjud bo'lish ehtimolini bildiradi.

Bunda model bolaning individual ma'lumotlari asosida onkologik kasallik ehtimolini baholaydi.

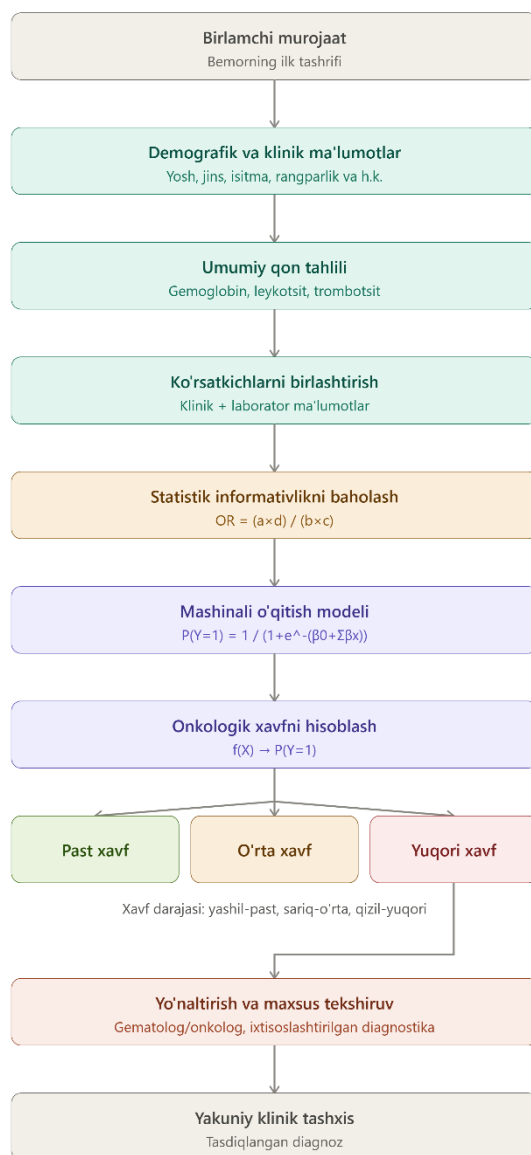
Natijaga ko'ra bemorlar:

- past xavf;

Date: 13th September-2026

- o'rta xavf;
 - yuqori xavf
- guruhlariga ajratilishi mumkin.

Yuqori xavf guruhidagi bemorlar bolalar gematologi yoki onkologiga tezkor yo'naltiriladi. Bunday tizim yakuniy tashxisni avtomatik qo'yish uchun emas, balki klinik qarorni qo'llab-quvvatlash uchun mo'ljallanishi kerak.



1-rasm. Taklif etilayotgan erta tashxislash algoritmi.

XULOSA. Bolalar saratonini erta tashxislash davolash samaradorligini oshirish va o'lim ko'rsatkichlarini kamaytirishda muhim ahamiyatga ega. Kasallikning dastlabki belgilarining nospesifikligi sababli klinik simptomlarni laborator va demografik ko'rsatkichlar bilan kompleks baholash zarur. O'zbekistondagi mavjud statistik va strategik ma'lumotlar bolalar onkologik kasalliklarini erta aniqlash masalasining dolzarbligini tasdiqlaydi [5, 6, 9].

Shu bois klinik belgilar, laborator ko'rsatkichlar va statistik informativlikni mashinali o'qitish usullari bilan birlashtirish asosida individual onkologik xavfni baholash istiqbolli

Date: 13th September-2026

yondashuv hisoblanadi. Taklif etilayotgan model yuqori xavfli bemorlarni erta aniqlash va ularni o'z vaqtida ixtisoslashtirilgan tekshiruvga yo'naltirishga xizmat qilishi mumkin. Kelgusida modelni real anonimlashtirilgan klinik ma'lumotlar asosida validatsiyadan o'tkazish va klinik qarorlarni qo'llab-quvvatlovchi axborot tizimiga integratsiya qilish maqsadga muvofiq.

ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. World Health Organization. Childhood cancer. Geneva: WHO; 2026.
2. International Agency for Research on Cancer. Childhood cancer. Lyon: IARC; 2026.
3. International Agency for Research on Cancer. International Classification of Childhood Cancer, 3rd edition, update 2017 (ICCC-3-2017). Lyon: IARC; 2017.
4. European Commission, Joint Research Centre. International Classification of Childhood Cancer, 3rd edition, update 2017: diagnostic group table. ECIS.
5. Khazaei Z, Goodarzi E, Adineh HA, Moradi Y, Sohrabivafa M, Darvishi I, Dehghani SL. Epidemiology, Incidence, and Mortality of Leukemia in Children Early Infancy to 14 Years Old of Age in South-Central Asia: A Global Ecological Study. *Journal of Comprehensive Pediatrics*. 2019;10(1):e82258. doi:10.5812/compreped.82258.
6. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti. 2025–2030-yillarda bolalar saratoniga qarshi kurashish bo'yicha O'zbekiston Respublikasi milliy strategiyasini amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida. PQ-186-son. 19.05.2025.
7. Volchenboum SL, Mayampurath A, et al. Applications of Artificial Intelligence in Pediatric Oncology: A Systematic Review. *JCO Clinical Cancer Informatics*. 2021. doi:10.1200/CCI.21.00102.
8. Volchenboum SL, Mayampurath A, et al. Applications of Artificial Intelligence in Pediatric Oncology: A Systematic Review. *JCO Clinical Cancer Informatics*. 2021.
9. Respublika bolalar onkologiyasi, gematologiyasi va immunologiya ilmiy-amaliy tibbiyot markazi ma'lumotlari asosida tayyorlangan Bolalik saratoni strategiyasi. O'zbekiston, 2024–2025.
10. World Health Organization. Improving the childhood cancer cure rate: Global Initiative for Childhood Cancer. Geneva: WHO.
11. National Cancer Institute. Childhood Cancers. Bethesda: NCI.
12. International Agency for Research on Cancer. International Incidence of Childhood Cancer, Volume III. Lyon: IARC.
13. World Health Organization Regional Office for Europe. Protecting every child's future: how Uzbekistan is strengthening childhood cancer care. 2026.

