TIBBIYOT
TA'LIMI & INNOVATSIYALARI



- 14.00.00 - Tibbiyot fanlari;
- 14.00.01 - Akusherlik va ginekologiya;
- 14.00.02 - Morfologiya;
- 14.00.03 - Endokrinologiya;
- 14.00.04 - Otorinolaringologiya;
- 14.00.05 - Ichki kasalliklar;
- 14.00.06 - Kardiologiya;
- 14.00.07 - Gigiena;
- 14.00.08 - Oftal'mologiya;
- 14.00.09 - Pediatriya;
- 14.00.10 - Yuqumli kasalliklar;
- 14.00.11 - Dermatologiya va venerologiya;
- 14.00.12 - Tibbiy reabilitologiya;
- 14.00.13 - Nevrologiya;
- 14.00.14 - Onkologiya;
- 14.00.15 - Patologik anatomiya;
- 14.00.16 - Normal va patologik fiziologiya;
- 14.00.17 - Farmakologiya va klinik farmakologiya;
- 14.00.18 - Psixiatriya va narkologiya;
- 14.00.19 - Klinik radiologiya;
- 14.00.20 - Tibbiy genetika;
- 14.00.21 - Stomatologiya;
- 14.00.22 - Travmatologiya va ortopediya;
- 14.00.23 - Hamshiralik ishini tashkil etish;
- 14.00.24 - Sud tibbiyoti;
- 14.00.27 - Xirurgiya;
- 14.00.28 - Neyroxirurgiya;
- 14.00.41 - Xalq tabobati;
- 14.00.35 - Bolalar xirurgiyasi;
- 14.00.34 - Yurak-qon tomir xirurgiyasi

№9-SON

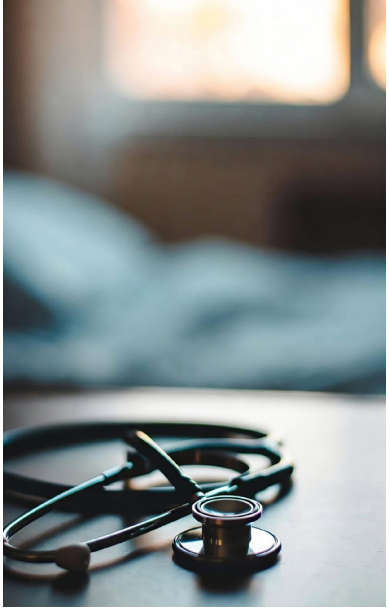
2026-yil, sentabr

tibbiyot-talimi-va-innovatsiyalari.uz

https://t.me/tibbbiyot_2100

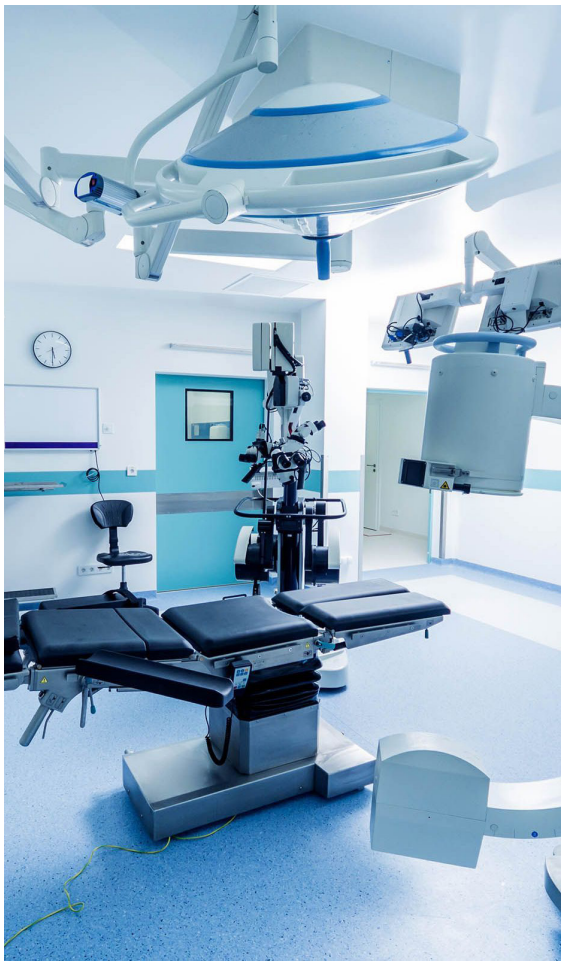
Litsenziya raqami: №745444













Tahrir hay’ati a’zolari:



BOSH MUHARRIR:
Shuhrat Baymuradov Abdujalilovich
tibbiyot fanlari doktori (DSc), professor



BOSH MUHARRIR O‘RINBOSARI:
Iminov Komiljon Odiljonovich
tibbiyot fanlari bo‘yicha falsafa doktori

“Tibbiyot ta'limi va innovasiyalari” ilmi elektron jurnali 29.04.2025-yildan O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Adminstratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan C-5669801 reyestr raqami tartibi bo‘yicha ro‘yxatdan o‘tkazilgan. Litsenziya raqami: №745444.

Tahrir hay’ati a’zolari:



Sharipov Kongratbay Avezimbetovich
Texnika fanlari doktori (DSc), professor



Ishanqulov Artiqboy Eshboyevich
Biologiya fanlari doktori (DSc), professor



Otamuradov Furqat Abdukarimovich
tibbiyot fanlari doktori (DSc), dotsent.



Shuxrat Jumayevich Teshayev
tibbiyot fanlari doktori (DSc), professor



Oral Aminovna Ataniyazova
tibbiyot fanlari doktori (DSc), professor



Jalolova Feruza Maxamatjanovna
Tibbiyot fanlari bo‘yicha falsafa doktori (DSc), dotsent



Uraqov Shokir Ulashovich
tibbiyot fanlari doktori doktori (DSc)

Aripkhodjaeva Shakhzoda
resident doctor in national medical center

"TIBBIYOT TA’LIMI VA INNOVATSIYALARI"
ilmiy elektron jurnali O‘zbekiston Respublikasi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi (AOKA) tomonidan 2024-yil 9-oktabrdan boshlab c-5669651 raqami ostida rasmiy ro‘yxatdan o‘tkazilgan.

Murojaat uchun telefon:
+998 97 748 70 03
Email: @munis_sm

MUNDARIJA

TRIAMSINOLON PREPARATI YORDAMIDA YUZ VA BO‘YIN SOHASIDA JOYLASHGAN YANGI VA ESKI KELOID CHANDIQLARNI DAVOLASH SAMARADORLIGINI TAQQOSLASH 8
Boymuradov Shuhrat Abdujalilovich, G‘aybullayev Javohir G‘afurovich

SEREBROVASKULYAR KASALLIKLARDA BUYRAK SHIKASTLANISHINING ISHEMIK-GIPOKSIK MEXANIZMLARI: HIF-1α VA TGF-β1 KO‘RSATKICHLARINING YOSHGA BOG‘LIQ O‘ZGARISHLARI 16
Abdullaev Nodirbek Uroyimjonovich, Mamajonov Iqboljon Maribjonovich

RESULTS OF THE STUDY OF CERTAIN CYTOKINES IN PATIENTS WITH THYROID CANCER 23
Sulaymanov Dilshod Abdirakhimovich, Sabirov Jakhongir Ruziyevich, Yigitaliev Alisher Bakhodirovich, Sarvar Temurovich Islomov

QALQONSIMON BEZ SARATONINING KLINIK KECHUVI XUSUSIYATLARIGA BOG‘LIQ HOLDA INTERLEYKINLAR DINAMIKASINI BAHOLASH 28
Sulaymanov Dilshod Abdiraximovich, Sabirov Jakhongir Ro‘ziyevich, Yigitaliyev Alisher Baxodirovich, Sarvar Temurovich Islomov

МЕДИКО-СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ГНОЙНО-ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ОРГАНОВ РЕПРОДУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ЖЕНЩИН 34
Фозилбеков Рузикул Анаркулович

DISCRIMINATIVE PERFORMANCE OF HEMATOLOGICAL PARAMETERS FOR IDENTIFYING B-THALASSEMIA CARRIERS: A SECONDARY ANALYSIS OF AN OPEN-ACCESS SCREENING DATASET 47
Alimov Farruh Shuhrat ugli

NEUROLOGICAL COMPLICATIONS ASSOCIATED WITH EPIDURAL ANESTHESIA IN OBSTETRIC PATIENTS: A CLINICAL-STATISTICAL ANALYSIS 52
Ikromova Mufazzal Abdurashidovna, Yakubova Marxamat Mirakramovna

PROSTATA BEZI SARATONI DAVOLANGANIDAN KEYIN URODINAMIK TEST NATIJALARINING TAHLILI 58
Haqqulov Erkin Bekmirzayevich, Alimov Jaloliddin Usmonxon o‘g‘li, Rahmatullayev Akmaljon Ortig‘ali o‘g‘li, Sabirov Akmaljon Alijon o‘g‘li

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ 3D-КАТЕГОРИЗАЦИЯ ПЕРЕЛОМОВ МЫЩЕЛКОВОГО ОТРОСТКА НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ: МОРФОМЕТРИЧЕСКИ-РОТАЦИОННО-ДИСЛОКАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ТЯЖЕСТИ И ВЫБОРУ ЛЕЧЕБНОЙ ТАКТИКИ 63
Мусаев Шамшодбек Шухратович, Шомуродов Кахрамон Эркинович, Мухиддинов Шахризод Мухиддин угли

MECHANISM-DEPENDENT KINETICS OF BONE REMODELING AND INFLAMMATORY MARKERS AFTER COMBINED MAXILLOFACIAL TRAUMA 69
Khatamov Ulugbek Altibayevich

BACHADON MIOMASINING TURLI TOPIK VARIANTLARI MAVJUD AYOLLARDA EXOGRAFIK TADQIQOT NATIJALARI 75
Muxitdinova Mexriniso Yorkibekovna, Shokirova Sadoqatxon Muxammatsoliyevna

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ НОРМОТЕНЗИВНОЙ ГЛАУКОМЕ 81
Газизова Лилия Комиловна

КЛИНИЧЕСКИ ЗНАЧИМАЯ РЕКЛАССИФИКАЦИЯ ФЕНОТИПА ХРОНИЧЕСКОЙ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ ПОСЛЕ КАРДИО-МРТ: ОСОБОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПРИ ПОСТИНФАРКТНОМ КАРДИОСКЛЕРОЗЕ 84
Таирова Мадина

СКРЫТОЕ РУБЦОВО-ФИБРОЗНОЕ ПОРАЖЕНИЕ МИОКАРДА У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ: ДОБАВОЧНАЯ ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ КАРДИО-МРТ 89
Ходжибекова Юлдуз Маратовна

СЫВОРОТОЧНЫЕ РОСТОВЫЕ ФАКТОРЫ И ПРОВОСПАЛИТЕЛЬНЫЕ ЦИТОКИНЫ КАК МАРКЕРЫ ПРОГРЕССИРОВАНИЯ ПЛАЦЕНТАРНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ У БЕРЕМЕННЫХ ЖЕНЩИН 96
Джураева Дилдора Мухитдиновна, Умирова Мухаббат Абдусатторовна

ОСНОВНЫЕ БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ У ДЕТЕЙ 101
Сарварова Лейла Биналиевна

ДИССОЦИАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ОТВЕТА И КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НА ФОНЕ КАРДИОРЕАБИЛИТАЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ, ОЖИРЕНИЕМ И МЕТАБОЛИЧЕСКИМ СИНДРОМОМ 105
Ташкенбаева Наргиза Фархадовна, Курбанов Равшанбек Давлетович

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СКРИНИНГА СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОГО РИСКА НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ ARCUS SENILIS В ПЕРВИЧНОМ ЗВЕНЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ 112
Ганиева Мафтуна Ракибаевна

OYOQ VENOZ TROFIK YARALARINI KOMPLEKS DAVOLASHNI KLINIK-MORFOLOGIK ASOSLASH: MUAMMONING ZAMONAVIY HOLATI, HAL ETILMAGAN MASALALAR VA ISTIQBOLLARI 117
Hamroyev Xudoyshukur Nutfilloyevich

GENERALIZATSIYALASHGAN EPILEPSIYADA KLINIK, NEYROPSIXOLOGIK VA NEYROTROFIK KO‘RSATKICHLAR ASOSIDA INTEGRAL BAHOLASH MODELINI ISHLAB CHIQISHGA DASTLABKI YONDASHUV 123
Fayziyeva Ra’nogul Hoji qizi, Azizova Ra’no Bahodirovna

TIZZA BO‘G‘IMINING YIRINGLI OSTEOARTRITIDA KLINIK-LABORATOR VA INSTRUMENTAL KO‘RSATKICHLAR ASOSIDA INDIVIDUAL DAVOLASH TAKTIKASINI TANLASH 128
Shoimov Shomurod Eshpo‘lat o‘g‘li

MULTIDIMENSIONAL EFFECTS OF PSYCHOMOTOR REHABILITATION AFTER ISCHEMIC STROKE: A CONTROLLED STUDY OF MOTOR, FUNCTIONAL, BALANCE, AND EMOTIONAL RECOVERY 134
Maftuna Baxtiyor qizi Ibodulloyeva, Zarifboy R. Ibodullayev

КЛИНИКО-СТОМАТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЯ ТВЁРДЫХ ТКАНЕЙ ЗУБОВ У ЛИЦ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ЭКСПОЗИЦИИ 145
Шукурова Умида Абдурасуловна, Хатамова Шахло Алтибаевна

TISH RIVOJLANISHINING GISTOLOGIK BOSQICHLARI: ODONTOGENEZ JARAYONIDA HUJAYRAVIY DIFFERENSIALLANISH VA EPITELIAL-MEZENXIMAL O‘ZARO TA’SIRLAR 154
Saidov Quvonchbek Komil o‘g‘li, Bazarova Gulnora Rustamovna

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ ПЕРЦЕНТИЛЬНЫХ КРИВЫХ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ: ОПЫТ РАЗНЫХ СТРАН И ПЕРСПЕКТИВЫ ДЛЯ УЗБЕКИСТАНА 162
Алимова Насиба Усмановна, Гилязетдинов Камиль Наильевич, Тиллаева Дильноза Толиповна

HAVONI IFLOSLANTIRUVCHI MODDALARNING SURUNKALI TA’SIRI NATIJASIDA NASLNING NAFAS YO‘LLARI DEVORIDAGI LIMFOID TO‘QIMALARNING TUG‘RUQDAN KEYINGI RIVOJLANISHIGA TA’SIRINI IMMUNOGISTOKIMYOVIY BAHOLASH USULI 169
Azizova Feruza Xusanovna, To‘laboyev Sunnatulla Olimjon o‘g‘li, Saloydinov Azmiddin Shariddin o‘g‘li, Ergasheva Feruza Davlatmirzayevna

PROFILAKTIKA VA GIGIYENA 174
Saidov Quvonchbek Komil o‘g‘li, Bazarova Gulnora Rustamovna

“ONANING HAVONI IFLOSLANTIRUVCHI MODDALARGA SURUNKALI TA’SIRLANISHI SHAROITIDA NASL JIGARINING POSTNATAL RIVOJLANISHI VA DIFFERENSIALLANISHINING XUSUSIYATLARINI IMMUNOGISTOKIMYOVIY BAHOLASH USULI” 181
Azizova Feruza Xusanovna, Abdusalomov G‘ayrat Abdusalomovich, Mamasidikov Soatjon Sodikovich, Xasanov Qobil Xakimovich

РОЛЬ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ РЕПРОДУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ В СТРУКТУРЕ ПСИХОСОМАТИКИ ЖЕНЩИН 185
Фозилбеков Рузикул Анаркулович

СВЯЗЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РН СЛЮНЫ И СОСТОЯНИЯ ПАРОДОНТА У ПАЦИЕНТОВ С ГАСТРОЭЗОФАГЕАЛЬНОЙ РЕФЛЮКСНОЙ БОЛЕЗНЬЮ 198
Шокирова Хуринисо Абдумавлон кизи

КЛИНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТЬ ХРОНИЧЕСКОЙ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ С СОХРАНЕННОЙ ФРАКЦИЕЙ ВЫБРОСА У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНЬЮ СИСТЕМА ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ С ОСТРЫМ КОРОНАРНЫМ СИНДРОМОМ 203
Маджидова Гулбахор Толибовна, Намозов Умид Тургун угли

MIASTENIYA GRAVISDA MIKRONUTRIENTLAR VA MIKROELEMENTLAR DISREGULYATSIYASI: KLINIK DALILLAR, BIOLOGIK ASOSLAR VA TADQIQOTDAGI BO‘SHLIQLAR 210
Shukrulloyeva Nodirabegim Akbarovna

СИСТЕМА ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ С ОСТРЫМ КОРОНАРНЫМ СИНДРОМОМ 215
Маджидова Гулбахор Толибовна, Холикулова Мафтуна Маликовна

TO‘QIMACHILIK SANOATI AYOL XODIMALARIDA SURUNKALI TARQOQ PARODONTIT RIVOJLANISHINING XAVF OMILLARI VA DAVOLASH SAMARADORLIGINI OPTIMALLASHTIRISH ASOSLARI 226
Odinaxon Umarova Nu’monovna, Ahmedov Abdumutalib Yo‘ldoshevich

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ПОВРЕЖДЕНИЙ КОЛЕННОГО СУСТАВА У ФУТБОЛИСТОВ В СПОРТИВНОЙ МЕДИЦИНЕ 232
Анваров Абдуманнон Абдурахмонович, Ким Ольга Анатольевна, Ким Вероника Александровна

XAVF OMILLARI ASOSIDA GLAUKOMANI ERTA ANIQLASH SKRININGI VA PROFILAKTIKASINI TAKOMILLASHTIRISH 236
Ermatova Bekzoda Oybek qizi

МОДИФИКАЦИЯ ТИРЕОИДНОГО СТАТУСА У РАБОТНИКОВ АЛМАЛЫКСКОГО ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА ПОД ВЛИЯНИЕМ ТЕХНОГЕННЫХ ЭНДОКРИННЫХ ДИЗРАПТОРОВ 239
Алимова Насиба Усмановна, Каланходжаева Шахноза Бахтияровна, Жонсаидова Гавхар Тангиберди кизи

KORXONALARDA SHOVQIN VA TEBRANISHLI VAZIYATLARNI TEKSHIRISH VA BAHOLASH, CHANGGA OID PATOLOGIYALAR HAMDA SOG‘LOMLASHTIRISH TADBIRLARI 245
Bokiyev Kamriddin Toshmatovich

ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ В СИСТЕМЕ ДИНАМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ДИАГНОСТИКИ И РЕАБИЛИТАЦИИ ЮНЫХ ФУТБОЛИСТОВ ПОСЛЕ ТРАВМ КОЛЕННОГО СУСТАВА 250
Анваров Абдуманнон Абдурахмонович, Ким Ольга Анатольевна, Турсунов Шоҳжаҳон Мустафоевич, Жураев Элбек Арзикулович, Анварова Малика Абдурахмоновна

ОПТИМИЗАЦИЯ ЛОКАЛЬНЫХ МИНИИНВАЗИВНЫХ МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ ПОСТПАНКРЕАТИЧЕСКИХ ПЕРИПАНКРЕАТИЧЕСКИХ АБСЦЕССОВ: КЛИНИКО-СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ 260
Журабоев Ойбек Улугбек угли

RAQAMLI TASVIRLAR VA KLINIK MA’LUMOTLARNI TAHLIL QILISHDA RAQAMLI TIBBIYOTNING O‘RNI 266
Yakubov G‘olib Akbarovich

ГОРМОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОСЛЕ БАРИАТРИЧЕСКОЙ ХИРУРГИИ 272
Шагазатова Барно Хабибуллаевна, Кудратова Насиба Алишеровна

BOLALARDA NOEPILEPTIK PAROKSIZMAL HOLATLARNING KLINIK-SEMIOLOGIK XUSUSIYATLARI VA DIFFERENSIAL-DIAGNOSTIK MEZONLARI 277
Bobomurodova Maftuna, Akmal G‘aybiyev Ahmadjonovich Xikmatillo qizi, Kuziyev Shoxbozjon Izzatillo o‘g‘li

ИЗМЕНЕНИЕ ИММУНОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА БОЛЬНЫХ С МЕТАБОЛИЧЕСКИМ СИНДРОМОМ 284
Бекмурадова Махсуда Салхидиновна

TUBERKULEZ VA QANDLI DIABET BILAN KOMORBID HOLATDA TUR VA TUBERKULEZ BILAN BEMORLARDA IMMUNOLOGIK VA SITOKINLAR PROFILI MARKERLARINING PROGNOSTIK IMKONIYATLARINI ANIQLASH 291
Xolmatova Gulhayo Azimjanovna, Xalimova Zamira Yusupovna, Jurayeva Mohigul Azimjanovna, Ashuraliyeva Mavludaxon Azimovna

GIPOGONADOTROP GIPOGONADIZMLI AYOLLARDA ERTA MIOKARD REMODELLANISHINING ELEKTROKARDIOGRAFIK VA EXOKARDIOGRAFIK BELGILARI: KASALLIK DAVOMIYLIGI VA GORMONAL O‘RNINI BOSUVCHI TERAPIYANING AHAMIYATI 296
Hamroyeva Dilafruz Ismatullo qizi, Xolova Dilorom Sharifovna

МУЛЬТИМАРКЕРНЫЙ ПОДХОД К РАННЕЙ ДИАГНОСТИКЕ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ ПРИ САХАРНОМ ДИАБЕТЕ 2-ГО ТИПА: РОЛЬ NT-PROBNP И SST2 300
Алимов Анвар Валиевич, Алимова Насиба Усмановна, Усманова Истора Абдуворисовна

LEYKEMIYA HUJAYRALARINI SEGMENTATSIYALASH UCHUN DARVOZALI KO‘P MASSHTABLI XUSUSIYATLARNI TAKOMILLASHTIRISH 306
Muksimova Shahnoza Shamuhitovna, Umirzakova Sabina Totlibayevna, Isxakova Nargiza Patxillayevna

LEYKEMIYA HUJAYRALARINI SEGMENTATSIYALASH UCHUN DARVOZALI KO‘P MASSHTABLI XUSUSIYATLARNI TAKOMILLASHTIRISH

Muksimova Shahnoza Shamuhitovna
Toshkent davlat iqtisodiyot unversiteti axborot tizimlari va texnologiyalari kafedrasi dotsenti

Umirzakova Sabina Totlibayevna
Toshkent davlat iqtisodiyot unversiteti axborot tizimlari va texnologiyalari kafedrasi dotsenti

Isxakova Nargiza Patxillayevna
Toshkent davlat iqtisodiyot unversiteti axborot tizimlari va texnologiyalari kafedrasi dotsenti

Annotatsiya: Periferik qon surtmasi tasvirlarida leykemiya hujayralarini segmentatsiyalash sinf ichidagi yuqori o‘zgaruvchanlik, hujayra chegaralarining aniq ifodalanmasligi va hujayralarning tez-tez bir-birini qoplashi tufayli murakkab masala bo‘lib qolmoqda. Konvolyutsion va transformerga asoslangan zamonaviy usullar yuqori natijalarni ko‘rsatsa-da, ular ko‘pincha chegaralarni aniqlash sifatini hisoblash xarajatlari evaziga qurbon qiladi va bu ularning amaliy joriy etilishini cheklaydi. Ushbu ishda biz chegaralarni aniq modellashtirishni samarali ko‘p masshtabli xususiyatlar tasviri bilan birlashtiruvchi, leykemiya hujayralarini segmentatsiyalashga mo‘ljallangan yangi chuqur arxitekturani taklif etamiz. Yondashuvimizning markazida struktura tafsilotlarini saqlagan holda ajratuvchi xususiyatlarni o‘rganishni kuchaytiruvchi adaptiv xususiyatlarni takomillashtirish strategiyasi turadi. Og‘ir tayanch tarmoqlar yoki global e’tibor mexanizmlariga tayanish o‘rniga, taklif etilgan arxitektura yengil bo‘lib qolgan holda ham lokal, ham kontekstual axborotni qamrab oladi. Etalon ma’lumotlar to‘plamlarida o‘tkazilgan keng ko‘lamli tajribalar taklif etilayotgan usul Dice va IoU kabi bir qator baholash mezonlari bo‘yicha zamonaviy modellardan ustun ekanini hamda buni sezilarli darajada kam parametrlar va past FLOPs ko‘rsatkichi bilan amalga oshirishini ko‘rsatadi. Ayniqsa, usul mavjud yondashuvlarning asosiy zaif tomoni hisoblangan kichik va bir-birini qoplaydigan hujayralarni segmentatsiyalashda yuqori natija beradi. Ushbu natijalar aniqlik, samaradorlik va umumlashtirish qobiliyati o‘rtasidagi qulay muvozanatni namoyish etib, usulni real klinik amaliyotga joriy etish hamda keng ko‘lamli gematologik tahlil uchun istiqbolli nomzod sifatida ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: Leykemiya hujayralarini segmentatsiyalash, periferik qon surtmasi, tibbiy tasvirlarni segmentatsiyalash, qon hujayralarini tahlil qilish, o‘tkir limfoblastik leykemiya, gematologik tasvirlar tahlili.

Abstract: Segmenting leukemia cells in peripheral blood smear images remains challenging due to high intra-class variability, poorly defined cell boundaries, and frequent cell overlap. While recent convolutional and transformer-based methods achieve strong performance, they often trade off boundary precision against computational cost, limiting their practical deployment. In this work, we propose a novel deep architecture for leukemia cell segmentation that couples accurate boundary modeling with effective multi-scale feature representation. Central to our approach is an adaptive feature refinement strategy that enhances the learning of discriminative features while preserving fine-grained structural detail. Rather than relying on heavy backbones or global attention mechanisms, our design remains lightweight while still capturing both local and contextual information. Extensive experiments on benchmark datasets show that the proposed method not only surpasses state-of-the-art models across multiple evaluation metrics, including Dice and IoU, but also does so with substantially fewer parameters and lower FLOPs. Notably, our method excels at segmenting small and overlapping cells, the primary failure mode of existing approaches. These results demonstrate a favorable balance among accuracy, efficiency, and generalization, positioning the method as a strong candidate for real-world clinical deployment and large-scale hematological analysis.

Key words: Leukemia cell segmentation, peripheral blood smear, medical image segmentation, blood cell analysis, acute lymphoblastic leukemia, hematological image analysis.

Аннотация: Сегментация лейкозных клеток на изображениях мазков периферической крови остается сложной задачей из-за высокой внутриклассовой изменчивости, нечеткого отображения границ клеток и частого взаимного перекрытия клеток. Хотя современные методы на основе сверточных и трансформерных архитектур демонстрируют высокие результаты, они зачастую жертвуют качеством выделения границ ради вычислительных затрат, что ограничивает их практическое внедрение. В данной работе мы предлагаем новую глубокую архитектуру для сегментации лейкозных клеток, объединяющую точное моделирование границ с эффективным многомасштабным представлением признаков. В основе нашего подхода лежит стратегия адаптивного уточнения признаков, усиливающая изучение дискриминативных признаков при сохранении структурных деталей. Вместо опоры на тяжелые базовые сети или механизмы глобального внимания предложенная архитектура охватывает как локальную, так и контекстную информацию, оставаясь легковесной. Обширные эксперименты на эталонных наборах данных показывают, что предлагаемый метод превосходит современные модели по ряду метрик оценки, включая Dice и IoU, достигая этого при значительно меньшем количестве параметров и низких показателях FLOPs. Особенно высокие результаты метод демонстрирует при сегментации мелких и перекрывающихся клеток — основной слабости существующих подходов. Эти результаты демонстрируют благоприятный баланс между точностью, эффективностью и способностью к обобщению, что делает метод перспективным кандидатом для внедрения в реальную клиническую практику и широкомасштабный гематологический анализ.

Ключевые слова: Сегментация лейкозных клеток, мазок периферической крови, сегментация медицинских изображений, анализ клеток крови, острый лимфобластный лейкоз, анализ гематологических изображений.

KIRISH

Leykemiya — suyak ko‘migi va periferik qonda oq qon tanachalarining anomal ko‘payishi bilan xarakterlanadigan, hayot uchun xavfli qon saratonidir. Kasallikni erta va aniq aniqlash davolash rejasini tuzish uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega hamda bemorning omon qolishiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi [1]. An’anaviy tarzda leykemiya gematologlar tomonidan periferik qon surtmalarini qo‘lda tekshirish orqali tashxislanadi; bu jarayon ko‘p vaqt talab qiladi, subyektiv hisoblanadi va mutaxassis tajribasiga kuchli bog‘liqdir [2]. Kengaytiriladigan hamda ishonchli diagnostika vositalariga bo‘lgan ehtiyojning ortishi natijasida qon surtmasi tasvirlarini avtomatik tahlil qilish samarali muqobil sifatida shakllandi [3]. Chuqur o‘qitishdagi, xususan, konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN) sohasidagi so‘nggi yutuqlar tibbiy tasvirlarni tahlil qilish tizimlarining hujayralarni aniqlash, tasniflash va segmentatsiyalash kabi vazifalarni bajarish imkoniyatlarini sezilarli darajada oshirdi [4]. Ular orasida hujayralarni segmentatsiyalash alohida ahamiyatga ega, chunki u xususiyatlarni ajratib olish va kasallikni tasniflash kabi keyingi bosqich vazifalarining aniqligiga kuchli ta’sir ko‘rsatadi [5]. U-Net [6], Attention U-Net [7], DeepLabV3 [8] hamda transformerga asoslangan tarmoqlar kabi yondashuvlar etalon ma’lumotlar to‘plamlarida yuqori natijalarga erishdi. Shunga qaramay, bir qator muhim muammolar hal etilmagan holicha qolmoqda. Leykemiya hujayralarini segmentatsiyalashdagi asosiy to‘siq hujayra morfologiyasining sezilarli xilma-xilligi, jumladan, o‘lcham, shakl va bo‘yalish intensivligidagi farqlar, shuningdek, bir-birini qoplovchi tuzilmalarning tez-tez uchrashidir [9]. Qon surtmasi tasvirlarida, bundan tashqari, segmentatsiya murakkabligini oshiruvchi murakkab fon, shovqin va artefaktlar bo‘lishi mumkin. Mavjud modellar ko‘pincha kichik va aniq ifodalanmagan hujayra chegaralarini ajratishda qiynaladi, bu esa segmentatsiya aniqligining pasayishiga olib keladi [10].

Bundan tashqari, ko‘plab usullar yuqori hisoblash resurslarini talab qiluvchi katta tarmoqlarga tayanadi, bu esa ularni resurslari cheklangan sharoitlarda, bemor yonida (point-of-care) klinik qo‘llash uchun yaroqsiz qiladi [11]. Hozirgi usullarning yana bir jiddiy cheklovi — ularning ma’lumotlar to‘plamlari bo‘ylab umumlashtirish qobiliyatining pastligi: bitta ma’lumotlar to‘plamida o‘qitilgan modellar boshqa manbalardan olingan tasvirlarga qo‘llanganda, bo‘yash protokollari, tasvirga olish sharoitlari va annotatsiya uslublaridagi farqlardan kelib chiqadigan domen siljishi tufayli odatda samaradorligini yo‘qotadi [12]. Ushbu kamchilik ma’lumotlar o‘zgaruvchanligi muqarrar bo‘lgan real klinik muhitga joriy etishda jiddiy to‘siq hisoblanadi. Ushbu ish yuqorida keltirilgan muammolarni hal etishga qaratilgan. Biz leykemiya hujayralarini segmentatsiyalash masalasini chuqur o‘qitish asosidagi yondashuv orqali ko‘rib chiqamiz va uchta markaziy masalaga e’tibor qaratamiz: xususiyatlar tasviri, chegaralarni lokalizatsiya qilish hamda ma’lumotlar o‘zgaruvchanligiga barqarorlik. Taklif etilayotgan usul ko‘p masshtabli xususiyatlarni ajratib olishni adaptiv xususiyatlarni takomillashtirish bilan birlashtiruvchi puxta ishlab chiqilgan arxitekturaga asoslanadi va hisoblash samaradorligini yo‘qotmagan holda segmentatsiya aniqligini oshiradi. Yondashuvimiz ochiq kirish imkoniyatidagi qon hujayralari ma’lumotlar to‘plamlarida keng ko‘lamli tajribalar orqali tekshirildi. Natijalar modelimiz Dice koeffitsienti, kesishmaning birlashmaga nisbati (IoU) va bir qator boshqa baholash mezonlari bo‘yicha so‘nggi zamonaviy usullardan ustun ekanini, ayni paytda model murakkabligini kamaytirishini ko‘rsatadi.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

Leykemiya hujayralarini periferik qon surtmasi va suyak ko‘migi tasvirlaridan avtomatik segmentatsiyalash so‘nggi yillarda kompyuter ko‘rishi va tibbiy tasvirlarni qayta ishlashning muhim yo‘nalishlaridan biriga aylandi. Leykemiya diagnostikasida hujayralarning morfologik xususiyatlarini, jumladan, yadro shakli, hujayra chegaralari, o‘lchami, teksturasi va bo‘yalish xususiyatlarini aniq ajratib olish muhim ahamiyatga ega. Shu sababli segmentatsiya bosqichi keyingi tasniflash, hujayralarni sanash va kompyuter yordamida tashxis qo‘yish tizimlarining aniqligini belgilovchi asosiy komponentlardan biri hisoblanadi. Qon surtmasi tasvirlarida hujayralarning o‘lchami va shaklining o‘zgaruvchanligi, hujayralarning bir-birini qoplashi, yadro chegaralarining noaniqligi hamda fon va bo‘yalish intensivligining o‘zgarishi segmentatsiya jarayonini murakkablashtiradi. 2025-yilda e’lon qilingan tadqiqotda ham oq qon hujayralarini segmentatsiyalashning asosiy muammolari sifatida hujayralarning bir-birini qoplashi, o‘lcham va shaklning o‘zgaruvchanligi hamda yetilmagan hujayralarning notekis chegaralari qayd etilgan. Tibbiy tasvirlarni segmentatsiyalashda chuqur o‘qitish usullarining rivojlanishi ushbu muammolarni hal qilish uchun yangi imkoniyatlarni yaratdi. Ayniqsa, U-Net arxitekturasi kodlovchi-dekodlovchi tuzilmasi va skip-bog‘lanishlari orqali yuqori darajadagi semantik xususiyatlarni past darajadagi fazoviy tafsilotlar bilan birlashtirish imkonini bergani sababli biomedikal tasvirlarni segmentatsiyalashda asosiy arxitekturalardan biriga aylandi. Keyinchalik U-Net oilasining U-Net++, U-Net 3+ kabi modifikatsiyalari ishlab chiqilib, turli darajadagi xususiyatlarni yanada samarali birlashtirishga e’tibor qaratildi. U-Net++ kodlovchi va dekodlovchi o‘rtasidagi semantik tafovutni kamaytirish uchun zich va ichma-ich skip-bog‘lanishlardan foydalanadi, U-Net 3+ esa to‘liq masshtabli skip-bog‘lanishlar orqali turli rezolyutsiyalardagi xususiyatlarni birlashtirishga yo‘naltirilgan. Bunday arxitekturalar kichik obyektlar va murakkab shaklli tuzilmalarni segmentatsiyalashda muhim afzalliklarga ega.

Leykemiya hujayralarini segmentatsiyalashga bevosita yo‘naltirilgan tadqiqotlarda ham U-Net oilasidan faol foydalanilmoqda. Jan va hammualliflar periferik qon surtmasi tasvirlaridagi oq qon hujayralarini segmentatsiyalash uchun U-Net++, marker watershed algoritmi va neyron oddiy differensial tenglamalar (ODE) kombinatsiyasini taklif qilgan. Mualliflar ALL-IDB1 va ALL-IDB2 ma’lumotlar to‘plamlaridan foydalangan holda mean IoU bo‘yicha 97,73 %, Dice koeffitsienti bo‘yicha 98,36 % va mean pixel accuracy bo‘yicha 98,97 % natijalarni qayd etgan. Ushbu yondashuv, ayniqsa, bir-biriga tutashib qolgan hujayralarni ajratish masalasida an’anaviy segmentatsiya usullarining cheklovlarini kamaytirishga qaratilgan. Shu bilan birga, mualliflar kelgusida hisoblash murakkabligi va xotira sarfini kamaytirish zarurligini ham ta’kidlagan. Ko‘p masshtabli xususiyatlarni shakllantirish segmentatsiya aniqligini oshirishning yana bir muhim yo‘nalishi hisoblanadi. Qon surtmasi tasvirlarida hujayralarning o‘lchami bir xil bo‘lmagani sababli faqat bitta fazoviy masshtabda olingan xususiyatlar kichik hujayralarning nozik chegaralari yoki yirik hujayralarning umumiy morfologik tuzilishini to‘liq ifodalay olmaydi. Shu nuqtayi nazardan, xususiyatlar piramidasi va ko‘p masshtabli xususiyatlarni birlashtirishga asoslangan yondashuvlar turli rezolyutsiyalarda joylashgan obyektlarni bir vaqtning o‘zida tasvirlash imkonini beradi. WBC-Net tadqiqotida UNet++ va ResNet elementlari birlashtirilib, aralash skip-yo‘llar orqali ko‘p masshtabli tasvir xususiyatlarini birlashtirish mexanizmi ishlab chiqilgan. Ushbu yondashuv oq qon hujayralarini segmentatsiyalashda xususiyatlarni ajratib olish va ularni turli masshtablarda birlashtirishning ahamiyatini ko‘rsatadi. Ko‘p masshtabli xususiyatlarni takomillashtirish bilan bir qatorda, e’tibor mexanizmlaridan foydalanish ham tibbiy tasvirlarni segmentatsiyalashda muhim yo‘nalishga aylandi. Attention U-Net kabi arxitekturalar tarmoqni tasvirning barcha qismlariga bir xil darajada e’tibor qaratish o‘rniga, segmentatsiya uchun muhim bo‘lgan fazoviy sohalarni ajratib ko‘rsatishga imkon beradi. Bunday mexanizmlar, ayniqsa, hujayra va fon o‘rtasidagi kontrast past bo‘lgan hamda hujayra chegaralari aniq ifodalanmagan tasvirlarda foydali hisoblanadi. Leykemiya hujayralari tasvirlarida bir-biriga yaqin joylashgan yoki qisman bir-birini qoplaydigan hujayralar mavjudligi sababli, ahamiyatli hududlarni adaptiv ravishda ajratib ko‘rsatish segmentatsiya chegaralarini aniqlashtirishga xizmat qilishi mumkin.

Keyingi tadqiqotlarda konvolyutsion tarmoqlar bilan bir qatorda transformerga asoslangan arxitekturalar ham tibbiy tasvirlarni segmentatsiyalashda qo‘llanila boshlandi. TransUNet transformer mexanizmlarini U-Net arxitekturasi bilan birlashtirib, uzoq masofali bog‘liqliklarni modellashtirish va kuchli semantik xususiyatlarni shakllantirish imkonini beradi. Swin-UNet esa ierarxik Swin Transformer asosida U-Netga o‘xshash segmentatsiya tuzilmasini shakllantiradi. SegFormer kabi modellar esa samarali transformer arxitekturasi yordamida global kontekstual axborotni hisobga olishga yo‘naltirilgan. Bunday yondashuvlarning asosiy afzalligi tasvirning uzoq masofali bog‘liqliklarini modellashtirishdan iborat bo‘lsa-da, ularning hisoblash murakkabligi va xotira talabi yengil klinik tizimlarni ishlab chiqishda muayyan cheklovlarni yuzaga keltiradi. 2026-yilda Ou va hammualliflar tomonidan taklif qilingan MTLL modeli limfotsitar leykemiyani tasniflash va hujayra yadrosini segmentatsiyalash vazifalarini yagona ko‘p vazifali tizimda birlashtiradi. Model CNN-Transformer asosidagi gibrid tayanch tarmoqdan foydalanib, lokal tekstura va global semantik axborotni birlashtiradi. Segmentatsiya qismida atrous spatial pyramid pooling va multilayer perceptronlarni birlashtiruvchi AM dekoderi orqali ko‘p

masshtabli kontekstual axborotdan foydalaniladi. Tadqiqotda modelning segmentatsiya natijasi 98,83 % darajasiga yetgani va turli tasvirlash sharoitlari hamda patologik turlar o‘rtasidagi tajribalar orqali umumlashtirish qobiliyati baholangani qayd etilgan. Ushbu natijalar ko‘p masshtabli xususiyatlarni global kontekst bilan birlashtirish leykemiya hujayralari va ularning yadrolarini segmentatsiyalash uchun istiqbolli yo‘nalish ekanini ko‘rsatadi. So‘nggi davrda Segment Anything Model (SAM) kabi tayanch segmentatsiya modellari ham tibbiy tasvirlarni segmentatsiyalashda keng o‘

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tibbiy tasvirlarni segmentatsiyalash chuqur o‘qitishning, xususan, CNNning paydo bo‘lishi bilan sezilarli darajada rivojlandi. Dastlabki yondashuvlar chegaraviy qiymat bo‘yicha ajratish, qirralarni aniqlash va morfologik amallar kabi klassik usullarga tayangan [13], biroq ular shovqinga, intensivlik o‘zgarishiga va murakkab hujayra tuzilmalariga sezgir bo‘lib chiqdi hamda bu ularning klinik ahamiyatini chekladi. To‘liq konvolyutsion tarmoqlar (FCN) to‘liq bog‘langan qatlamlarni konvolyutsion qatlamlar bilan almashtirib, piksel darajasidagi uzluksiz (end-to-end) segmentatsiyani joriy etdi va ixtiyoriy o‘lchamdagi kirishlar uchun zich bashoratlash imkonini berdi [14, 15]. Biroq FCN tibbiy tasvirlarda chegaralarni aniq ajratish uchun zarur bo‘lgan nozik fazoviy tafsilotlarni saqlab qolishda qiynalgan. U-Net arxitekturasi ushbu cheklovlarni bartaraf etdi va tezda soha uchun asosiy modelga aylandi. Uning o‘tkazib yuborish bog‘lanishlariga ega kodlovchi–dekodlovchi tuzilishi quyi darajadagi fazoviy xususiyatlarni yuqori darajadagi semantik axborot bilan birlashtiradi va aniq segmentatsiya imkonini beradi [16], u leykemiya hujayralarini segmentatsiyalash kabi vazifalarda keng qo‘llanilgan [17]. Keyingi ishlarda U-Net arxitektura o‘zgartirishlari orqali takomillashtirildi: U-Net++ kodlovchi va dekodlovchi o‘rtasidagi semantik tafovutni kamaytirish uchun ichma-ich joylashgan zich skip-bog‘lanishlarni joriy etadi [18], UNet 3+ esa to‘liq masshtabli skip-bog‘lanishlar va chuqur nazorat orqali ko‘p masshtabli xususiyatlarni birlashtirishni kuchaytiradi [19]. Ushbu usullar yondashuvi bo‘yicha farq qilsa-da, ularning barchasi turli o‘lcham va murakkab shakldagi obyektlarni tanib olishni yaxshilaydi.

E’tibor mexanizmlari xususiyatlar tasvirini kuchaytirishning yana bir muhim yo‘nalishi hisoblanadi [20]. Masalan, Attention U-Net [7] fonni bostirgan holda ahamiyatli sohalarni ajratib ko‘rsatish uchun fazoviy va kanal bo‘yicha e’tiborni qo‘llaydi; bu bir-birini qoplaydigan hamda chegaralari kam farqlanadigan leykemiya hujayralari uchun ayniqsa qimmatlidir [21]. E’tiborga asoslangan yangiroq usullar ko‘p masshtabli o‘zaro ta’sirlar va xususiyatlar ahamiyatliligini qamrab olish orqali barqarorlik hamda talqin qilinuvchanlikni yanada oshiradi [22]. Bevosita leykemiya sohasida U-Net va uning variantlariga asoslangan bir nechta ixtisoslashgan tizimlar ishlab chiqilgan: masalan, bir-birini qoplovchi hujayralarni ajratish uchun U-Net++ni suvayirg‘ich (watershed) algoritmi bilan birlashtiruvchi gibrid oqimlar [22], o‘qitish barqarorligini oshirish maqsadida neyron oddiy differensial tenglamalardan foydalanish hamda segmentatsiya va tasniflashni birgalikda bajarish uchun xususiyatlarni birlashtirish bilan bilimlarni ko‘chirish (transfer learning) [23]. Ushbu yutuqlarga qaramay, asosiy muammolar saqlanib qolmoqda. Hujayra shakllarining xilma-xilligi, ularning tez-tez bir-birini qoplashi va bo‘yalishning bir xil emasligi tasvirlarning yuqori o‘zgaruvchanligiga olib keladi; o‘qitish ma’lumotlarida yaxshi natija ko‘rsatuvchi modellar ko‘pincha ko‘rilmagan ma’lumotlar to‘plamlariga umumlashtira olmaydi. Ko‘plab usullar, shuningdek, real vaqt rejimida yoki resurslari cheklangan sharoitlarda qo‘llash uchun amaliy bo‘lmagan murakkab va hisoblash jihatidan talabchan arxitekturalarga bog‘liq. Shu sababli, bir vaqtning o‘zida chegaralarni hisobga oluvchi, yengil va real klinik amaliyotda uchraydigan keng ko‘lamli sharoitlarga umumlashtira oladigan modellarga bo‘lgan ehtiyoj sezilarli bo‘lib qolmoqda.

TAHLIL VA NATIJALAR

Ushbu maqolada biz periferik qon surtmasi tasvirlarida leykemiya hujayralarini segmentatsiyalash uchun yagona tizimni taklif etamiz; bunday tasvirlarda ko‘p sonli kichik va vizual jihatdan o‘xshash hujayralar an’anaviy segmentatsiya modellarining samaradorligini ko‘pincha pasaytiradi. Arxitektura ResNet-50 tayanch tarmog‘ini xususiyatlar piramidasi tarmog‘i (FPN) bilan birlashtiradi va shu orqali ushbu vazifaning ikkita asosiy qiyinchiligini birgalikda hal etadi: morfologik jihatdan murakkab hujayralardan ajratuvchi xususiyatlarni ajratib olish va o‘lchami keskin farq qiluvchi obyektlarni tasvirlash. Leykemiya hujayralarining nozik morfologik xususiyatlarini qamrab olish uchun tayanch tarmoq sifatida ResNet-50 tanlandi. Chuqur qoldiqli tarmoq sifatida ResNet-50 gradientning yo‘qolib borishi muammosini yumshatuvchi va xususiyatlarning samarali tarqalishini ta’minlovchi ayniyat asosidagi skip-bog‘lanishlardan foydalanadi, bu esa chuqur arxitekturalarni barqaror o‘qitish imkonini beradi. Tarmoq bo‘g‘iz (bottleneck) qoldiqli bloklardan iborat ierarxik bosqichlarga ajratilgan bo‘lib, har bir bosqich semantik abstraksiyani oshirib, fazoviy o‘lchamni bosqichma-bosqich kamaytiradi. 1×1, 3×3 va 1×1 konvolyutsiyalarni ketma-ket joylashtiruvchi bo‘g‘iz tuzilishi tasvirlash imkoniyatini pasaytirmagan holda hisoblash samaradorligini saqlaydi. Amalga oshirishimizda ResNet-50ning faqat dastlabki to‘rtta bosqichi saqlab qolindi

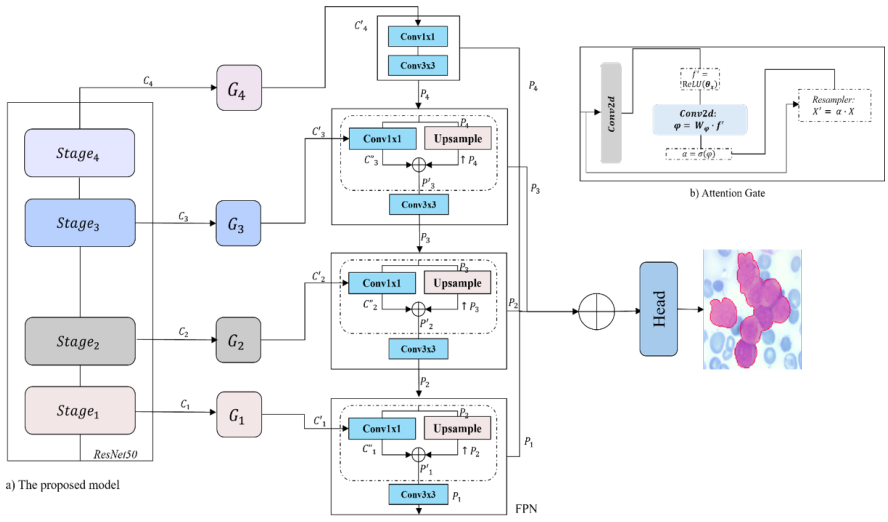
(1-rasm); bunday tanlov yuqoriroq fazoviy o‘lchamni saqlaydi va modelning nozik struktura tafsilotlarini qamrab olish qobiliyatini kuchaytiradi, bu esa kichik va zich joylashgan hujayralarni segmentatsiyalash uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega. Ko‘p masshtabli o‘zgaruvchanlikni hisobga olish maqsadida ajratib olingan xususiyatlar FPN tomonidan ierarxik tarzda birlashtiriladi va turli fazoviy o‘lchamlar bo‘yicha barqaror tasvirlar hosil qilinadi; bu o‘lchami sezilarli farq qiluvchi hamda vizual jihatdan o‘xshash fon hujayralari orasida joylashgan leykemiya hujayralarini aniqlash uchun zarurdir. Tayanch tarmoq bilan FPN o‘rtasida biz oraliq xususiyat xaritalarini keyingi bosqichga uzatishdan oldin tanlab filtrlaydigan darvoza mexanizmini joriy etamiz. Ahamiyatsiz yoki shovqinli faollashuvlarni bostirish orqali ushbu darvozalash sxemasi birlashtirilgan xususiyatlar sifatini, natijada esa murakkab sohalarda segmentatsiya aniqligini oshiradi. Tayanch tarmoqning turli bosqichlaridan ajratib olingan xususiyatlar (1) tenglama bilan ifodalanadi:

$$C_1 \dots C_n = B_{res}(X_i), n = \{1,2,3,4\} \quad (1)$$

bu yerda C_n — tayanch tarmoqning n-bosqichidan ajratib olingan xususiyat xaritasini bildiradi, B_{res} — ResNet tayanch tarmog‘ining o‘qitiladigan parametrlarini ifodalaydi, X_i esa kirish RGB tasviriga mos keladi. Har bir tayanch bosqichdan xususiyat xaritalarini ajratib olgach, xususiyatlar tasvirini takomillashtirish uchun e’tiborga asoslangan filtrlash mexanizmi qo‘llaniladi. Xususan, biz Attention U-Net dan ilhomlangan, fon shovqinini bostirgan holda ahamiyatli fazoviy xususiyatlarni ajratib ko‘rsatishga mo‘ljallangan modifikatsiyalangan e’tibor darvozasidan (AG) foydalanamiz. Kodlovchi xususiyatlari bilan tashqi darvozalash signali o‘rtasidagi o‘zaro ta’sirga tayanadigan asl formuladan farqli o‘laroq, bizning yondashuvimiz bitta kirishli e’tibor strategiyasini qo‘llaydi. Bunday yechim tayanch tarmoq xususiyatlarining ierarxik tabiati bilan izohlanadi: har bir bosqich alohida semantik darajadagi tasvirlarni hosil qiladi (1b-rasm). Natijada, bitta chuqur xususiyat xaritasi ustida ishlagan holda taklif etilayotgan e’tibor mexanizmi hisoblash samaradorligini saqlagan holda xususiyatlarni yanada barqaror va samarali takomillashtirishga erishadi; bu (2) tenglamada ifodalangan:

$$C'_n = \sigma\left(relu\left(w_{C_n} \cdot C_n\right) \cdot w_\varphi\right) \odot C_n, = \{1,2,3,4\} \quad (2)$$

Taklif etilayotgan darvoza mexanizmi tayanch tarmoqning har bir xususiyat xaritasi C_n ustida ishlab, uning fazoviy javoblarini tanlab takomillashtiradi. Bu yerda W_{C_n} va W_φ — o‘qitiladigan vazn parametrlari, ReLU — to‘g‘rilangan chiziqli birlik faollashtirish funksiyasi, σ — sigmoid funksiya, ⊙ esa elementma-element ko‘paytirish amalini bildiradi. Xususiyat xaritasi C_n (tayanch tarmoqning i-bosqichi) avval o‘qitiladigan chiziqli proyeksiya W_{C_n} orqali o‘zgartiriladi, so‘ngra ahamiyatli javoblarni qamrab olish uchun nochiziqli faollashtirishdan o‘tkaziladi. Hosil bo‘lgan tasvir keyinchalik W_φ vazni bilan modulyatsiyalanadi va [0, 1] oralig‘idagi qiymatlarga ega e’tibor niqobini hosil qilish uchun sigmoid funksiyadan o‘tkaziladi; bu niqob axborotga boy sohalarni ajratib ko‘rsatib, ahamiyatsiz yoki shovqinli faollashuvlarni bostiradi. Takomillashtirilgan xususiyat xaritasi ushbu niqob bilan dastlabki xususiyat xaritasining elementma-element ko‘paytirilishi natijasida olinadi. Bunday yechim har bir bosqichda xususiyatlarni adaptiv qayta kalibrlash imkonini beradi va modelning fon ta’sirini kamaytirgan holda leykemiya hujayralari joylashgan sohalarga e’tibor qaratish qobiliyatini oshiradi:



1-rasm. (a) Taklif etilayotgan modelning sxematik tasviri; (b) adaptiv xususiyat tanlash uchun qo‘llanilgan modifikatsiyalangan e’tibor darvozasining batafsil tuzilishi

$$P_4 = F_{3x3}(F_{1x1}(C'_4)) \quad (3)$$

Darvozalashdan so‘ng takomillashtirilgan xususiyatlar FPN ga uzatiladi; FPN — turli fazoviy o‘lchamlarda obyektlar tasvirini kuchaytiruvchi ko‘p masshtabli xususiyatlarni ajratib olish tizimidir. FPN yonlama bog‘lanishlarga ega yuqoridan pastga yo‘nalgan yo‘lni quradi va yuqori darajadagi semantik xususiyatlarni quyi darajadagi fazoviy tafsilotlar bilan birlashtiradi (1a-rasm). Bunday ierarxik birlashtirish turli o‘lchamdagi obyektlarni barqaror aniqlash va segmentatsiyalash imkonini beradi, bu esa FPN ni kichik hamda ko‘p masshtabli nishonlar uchun ayniqsa samarali qiladi. (3) tenglamada ko‘rsatilganidek, piramidani qurish yuqori o‘lchamli, biroq semantik jihatdan cheklangan quyi darajadagi xususiyatlardan olinadigan eng yuqori darajadan boshlanadi. Ushbu xususiyatlarni saqlash va kuchaytirish uchun model tayanch tarmoqning to‘rtinchi bosqichidan olingan darvozalangan xususiyat xaritasi C'_4 ni o‘z ichiga oladi:

$$P_3 = F_{3x3}(F_{1x1}(C'_3) + \uparrow P_4) \quad (4)$$

Uchinchi bosqichdan olingan darvozalangan xususiyat xaritasi C'_3 eng yuqori daraja tasviri bilan birlashtiriladi. Xususan, chuqur tayanch xususiyatlaridan olingan hamda kuchli semantikaga, biroq past fazoviy o‘lchamga ega yuqori darajadagi xususiyat xaritasi P_4 avval masshtabi oshiriladi, so‘ngra C'_3 bilan elementma-element qo‘shish orqali birlashtiriladi. Yuqori darajadagi kontekstual axborotni nozikroq fazoviy tafsilotlar bilan integratsiyalash orqali bunday birlashtirish xususiyat xaritasining tasvirlash sifatini oshiradi va (5) tenglamada ifodalanganidek, yanada axborotli hamda ajratuvchi natija beradi:

$$P_2 = F_{3x3}(F_{1x1}(C'_2) + \uparrow P_3) \quad (5)$$

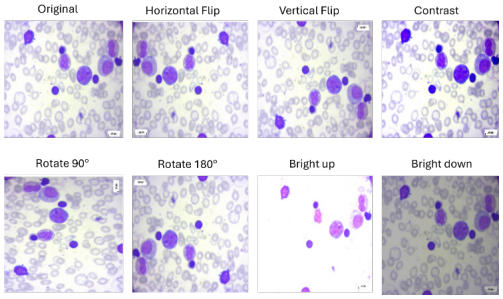
Oraliq daraja P_2 yuqori darajadagi xususiyatlarni bosqichma-bosqich masshtablash va ularni tayanch tarmoqning mos xususiyati C'_2, bilan birlashtirish orqali hosil qilinadi; bu semantik boylik bilan fazoviy tafsilot o‘rtasidagi muvozanatni ta’minlaydi va (6) tenglamada ifodalanadi:

$$P_1 = F_{3x3}(F_{1x1}(C'_1) + \uparrow P_2) \quad (6)$$

Eng quyi daraja P_1 eng yuqori fazoviy o‘lchamga ega bo‘lib, leykemiya hujayralari kabi kichik va zich joylashgan obyektlarni aniq segmentatsiyalash uchun zarur bo‘lgan nozik tafsilotlarni saqlaydi ((6) tenglama). Segmentatsiya boshi FPN dan olingan ko‘p masshtabli xususiyatlarni birlashtiradi va bosqichma-bosqich masshtablash hamda xususiyatlarni birlashtirish orqali piksel darajasidagi zich bashoratlarni hosil qiladi; yakuniy natija konvolyutsiya va undan keyingi sigmoid faollashtirish orqali olinadi. Sinflar muvozanatsizligini bartaraf etish va aniqlikni oshirish maqsadida biz binar kross-entropiya (BCE) hamda Dice yo‘qotishlarini birlashtiruvchi gibrid yo‘qotish funksiyasidan foydalanamiz; u piksel darajasidagi aniqlik va soha darajasidagi qoplanishni birgalikda ta’minlaydi. Umumiy yo‘qotishdagi ikkala hadni λ_1 va λ_2 vaznlari muvozanatlashtiradi; bu (7) tenglamada ifodalanadi:

$$L_{Total} = \lambda_1 L_{BCE} + \lambda_2 L_{Dice} \quad (7)$$

Ushbu tadqiqotda biz [32] da taqdim etilgan, ochiq kirish imkoniyatidagi periferik qon surtmasi ma’lumotlar to‘plamidan foydalanamiz; u ham normal oq qon tanachalari, ham leykemiya (B-ALL) hujayralarini o‘z ichiga olgan qon namunalarining mikroskopik tasvirlaridan iborat. Tasvirlar hujayra morfologiyasi, bo‘yash sharoitlari va tasvir sifati bo‘yicha sezilarli o‘zgaruvchanlikka ega, bu esa ma’lumotlar to‘plamini barqaror segmentatsiya modellarini baholash uchun juda mos qiladi. To‘plamda o‘lchami, shakli va fazoviy taqsimoti turlicha bo‘lgan xilma-xil hujayra tuzilmalari, shuningdek hujayralar tez-tez bir-birini qoplaydigan va yaqin joylashadigan murakkab fonlar mavjud. Ushbu xususiyatlar kichik obyektlarni segmentatsiyalash, sinflararo farqning pastligi va hujayra chegaralarining noaniqligi bilan bog‘liq qiyinchiliklarni yuzaga keltiradi (2-rasm).



2-rasm. Periferik qon surtmasi tasvirlariga qo‘llanilgan ma’lumotlarni kengaytirish namunalari: geometrik o‘zgartirishlar (aks ettirish, burish) va fotometrik sozlashlar (yorqinlik hamda kontrastni o‘zgartirish)

Kirish ma'lumotlarining bir xilligini ta'minlash va umumlashtirish qobiliyatini oshirish uchun o'qitishdan oldin bir nechta dastlabki ishlov berish bosqichlari qo'llanildi. Barcha tasvirlar bir xillikni ta'minlash uchun qat'iy fazoviy o'lchamga keltirildi, piksel intensivliklari esa o'qitishni barqarorlashtirish va yaqinlashishni tezlashtirish maqsadida standart oraliqqa normallashtirildi. Barqarorlikni oshirish hamda qayta o'qitilishning oldini olish uchun hujayralar yo'nalishi va tasvirga olish sharoitlaridagi o'zgarishlarni modellashtiruvchi ma'lumotlarni kengaytirish usullari — tasodifiy gorizontal va vertikal aks ettirish, burish hamda masshtablash qo'llanildi. Mos etalon niqoblar ham aynan shu tarzda o'zgartirilib, nazoratning aniqligi saqlab qolindi. Ma'lumotlar to'plami ko'rilmagan sharoitlarda samaradorlikni baholash uchun o'qitish, validatsiya va test qism to'plamlariga ajratildi. Avvalo, biz taklif etilayotgan yondashuvni uchta toifaga ajratilgan zamonaviy (SOTA) segmentatsiya modellari bilan taqqoslaymiz: (1) konvolyutsiyaga asoslangan usullar, (2) transformerga asoslangan usullar va (3) tayanch (foundation) segmentatsiya modellari (SAM oilasi). Bunday tasniflash leykemiya hujayralarini segmentatsiyalash uchun qaysi arxitektura paradigmalari ko'proq mos kelishini oydinlashtiradi. U-Net va uning variantlari kabi konvolyutsiyaga asoslangan modellar ierarxik xususiyatlarni ajratib olishga urg'u beradi hamda samaradorligi va barqarorligi tufayli kuchli tayanch modellar bo'lib qolmoqda. Transformerga asoslangan modellar uzoq masofali bog'liqliklarni qamrab olish uchun global e'tibordan foydalanadi, biroq bu ko'pincha yuqori hisoblash xarajatlari bilan bog'liq. SAM kabi tayanch modellar kuchli umumlashtirish qobiliyatini taqdim etadi, ammo tibbiy tasvirlar uchun zarur bo'lgan sohaga xos aniqlikka ega bo'lmasligi mumkin. Barcha modellar bir xil sharoitlarda standart segmentatsiya mezonlari — Dice, IoU, Precision, Recall va Accuracy hamda hisoblash xarajatlari ko'rsatkichlari, ya'ni parametrlar soni va FLOPs bo'yicha baholandi.

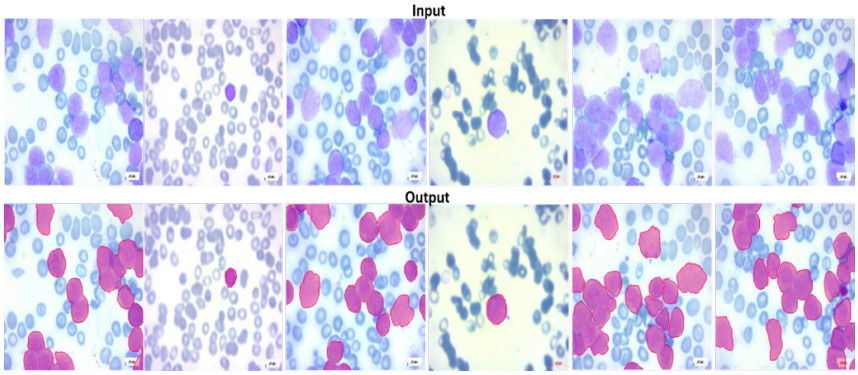
1-jadvalda ko'rsatilganidek, taklif etilayotgan yondashuv hisoblash murakkabligi bo'yicha sezilarli darajada samaraliroq bo'lgan holda yuqori segmentatsiya natijalariga erishadi. U SOTA usullaridan ustun kelib, chegaralarni aniqroq ajratadi va umumiy aniqligi yuqoriroq bo'ladi. SAMga asoslangan modellar yaxshi umumlashtirsa-da, nozik tafsilotli tibbiy segmentatsiyada kamroq samarali bo'lib chiqadi; bizning usulimiz esa nishonni aniqroq lokalizatsiya qiladi. Ushbu natijalar taklif etilayotgan tizim aniqlik, samaradorlik va umumlashtirish qobiliyati o'rtasida qulay muvozanatni ta'minlashini tasdiqlaydi hamda uning klinik amaliyot uchun yuqori salohiyatini ko'rsatadi (3-rasm). 2-jadvalda ko'rsatilganidek, taklif etilayotgan tizimning tayanch tarmog'i sifatida ResNet-50 tanlandi, chunki u muvozanatlashgan hisoblash murakkabligini saqlagan holda ierarxik va semantik jihatdan boy xususiyatlar tasvirini qamrab olish qobiliyatiga ega. ResNet-18 kabi sayozroq arxitekturalar va MobileNetV2 kabi yengil modellar bilan solishtirganda, ResNet-50 bo'g'iz qoldiqli bloklari orqali chuqurroq xususiyatlarni ajratib olishni ta'minlaydi hamda murakkab tuzilmalar va nozik tafsilotlarni samaraliroq modellashtirish imkonini beradi. Uning qoldiqli o'qitish mexanizmi gradientning samarali tarqalishini qo'llab-quvvatlaydi va tarmoqqa sifat pasayishisiz ko'proq ajratuvchi xususiyatlarni o'rganish imkonini beradi; bu xususiyat aniq segmentatsiya uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega. Ko'p bosqichli tuzilish, bundan tashqari, semantik abstraksiyasi bosqichma-bosqich ortib boruvchi xususiyat xaritalarini hosil qiladi va ResNet-50 ni ko'p masshtabli birlashtirish uchun FPN bilan yuqori darajada mos qiladi. O'z navbatida, darvozalash moduli C_1 dan C_4 gacha bo'lgan bosqichlar o'rtasidagi aniq ajratilgan semantik darajalardan foyda ko'radi; bu ahamiyatsiz faollashuvlarni samaraliroq bostirish va nishon sohalarni kuchliroq ajratib ko'rsatish imkonini beradi. ResNet-50 tasvirlash quvvati, arxitektura mosligi va hisoblash samaradorligi o'rtasida optimal muvozanatni ta'minlaydi hamda murakkab vizual sharoitlarda segmentatsiya aniqligini oshiradi.

1-jadval. Turli paradigmalarga oid zamonaviy (SOTA) modellar bilan taqqoslash

Usul	Parametrlar (M)	FLOPs (G)	Dice	IoU	Precision	Recall	Acc
U-Net [6]	31.0	17.0	89.1	81.2	88.5	89.8	85.7
Attention U-Net [7]	52.0	17.4	90.5	83.1	90.2	91.0	87.8
nnU-Net [13]	32.0	67.5	90.9	83.9	90.5	91.3	88.1
DeepLabV3 [8]	42.3	25.1	91.4	84.6	91.0	91.8	89.3
U-Net++ [18]	34.0	20.0	91.2	84.2	90.8	91.5	88.9
UNet 3+ [19]	36.0	22.5	91.6	85.0	91.2	91.9	89.5
TransUNet [24]	105.0	45.2	92.1	85.7	91.8	92.5	90.3
Swin-UNet [25]	62.0	32.0	91.9	85.2	91.5	92.0	89.9
SegFormer [26]	27.0	62.0	91.7	84.9	91.2	91.8	89.6
Mask2Former [27]	44.0	67.0	91.8	85.1	91.4	92.0	89.8
Mask DINO [28]	56.0	66.0	92.0	85.4	91.7	92.3	90.1
SAM-B [29]	90	742	89.5	80.2	88.7	90.1	85.9
SAM-L [30]	308	2600	90.1	81.5	89.4	90.8	86.7
H- SAM [31]	632	4000+	90.5	82.0	89.8	91.2	87.2
Taklif etilgan model	22.1	13.2	92.6	86.1	92.1	92.8	90.8

2-jadval. Taklif etilayotgan davozali FPN segmentatsiya tizimida turli tayanch tarmoqlarni taqqoslash

Model	Tayanch tarmoq	Darvozalash	FPN	Dice	IoU
Model 1	ResNet 18	√	√	90.3	85.21
Model 2	DenseNet-121	√	√	87.19	80.33
Model 4	MobileNet V2	√	√	83.76	76.00
Bizning model	ResNet 50	√	√	92.61	87.45



3-rasm. Taklif etilayotgan modelning natijalari

XULOSA

Ushbu tadqiqotda biz leykemiya hujayralarini segmentatsiyalash uchun ham aniq, ham samarali chuqur o‘qitish tizimini taklif etdik. Yondashuv tibbiy tasvirlarni segmentatsiyalashdagi uchta doimiy muammoni hal etishga mo‘ljallangan: hujayra morfologiyasining o‘zgaruvchanligi, chegaralarning noaniqligi va ma’lumotlar to‘plamlari bo‘ylab umumlashtirish qobiliyatining cheklanganligi. Xususiyatlar tasvirini yaxshilash hamda adaptiv takomillashtirish orqali model ham global kontekstual axborotni, ham nozik struktura tafsilotlarini qamrab oladi. Keng ko‘lamli tajribalar uning Dice koeffitsienti va kesishmaning birlashmaga nisbati (IoU)ni o‘z ichiga olgan bir qator baholash mezonlari bo‘yicha SOTA usullaridan izchil ustun ekanini ko‘rsatadi. Aniqlikdagi ushbu yutuqdan tashqari, model past hisoblash murakkabligiga ega yengil arxitekturani saqlab qoladi, bu esa uni real vaqt rejimidagi klinik qo‘llash va resurslari cheklangan sharoitlarga joriy etish uchun mos qiladi.

Usul, shuningdek, tasvirga olish sharoitlaridagi o‘zgarishlarga nisbatan barqaror bo‘lib, uni turli klinik muhitlarda qo‘llash mumkinligini ko‘rsatadi. Mavjud konvolyutsion va transformerga asoslangan modellarga nisbatan u past hisoblash xarajati bilan yuqoriroq samaradorlikni, ayniqsa, kichik hamda bir-birini qoplaydigan leykemiya hujayralari uchun ta’minlaydi. Kelgusi tadqiqotlar uchun bir necha yo‘nalish ochiq qolmoqda. Birinchidan, umumlashtirish qobiliyatini to‘liqroq baholash maqsadida kattaroq, ko‘p markazli ma’lumotlar to‘plamlarida kengroq validatsiya o‘tkazish zarur. Ikkinchidan, taqsimotning sezilarli siljishi sharoitida samaradorlikni oshirish uchun domenga moslashtirish usullarini qo‘shish mumkin. Tizimni segmentatsiya va tasniflashni birgalikda bajarishga kengaytirish esa kompyuter yordamida tashxis qo‘yish uchun yanada to‘liq yechim beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Gil, J.V., Fuentes, C., Verde, M.Á., Miralles, A., de Las Heras, S., Fernández, J.M., Barragán, E. and Llop, M., 2026. Phenocopies in acute lymphoblastic leukemia: Redefining leukemia subtypes in the transcriptomic era. *Blood Reviews*, p.101383.
2. Mei, L., Song, X., Shen, H., Lian, C., Han, S., Xu, C., Pei, H., Lei, C. and Xiong, B., 2026. Frequency□domain object detection network for leukemia diagnosis in bone marrow microscopy. *Microscopy Research and Technique*, 89(3), pp.386-399.
3. Ramírez-Ramírez, D., Zamora-Herrera, G., Romo-Rodríguez, R., Cuéllar Mendoza, M., Ayala-Contreras, K., López Aguilar, E., Zapata-Tarrés, M. and Pelayo, R., 2026. Taking High-Tech to the Field: Leukemia Diagnosis in Pediatric Mexican Patients from Vulnerable and Remote Regions. *Diagnostics*, 16(3), p.411.
4. Alkhouli, M.S. and Joshi, H., 2026. E-DCNN: Ensemble-Based Deep CNN Model for Acute Lymphoblastic Leukaemia (ALL) Classifier Using Microscopic Blood Smear Images. *Journal of Multiscale Modelling*, p.2640004.

5. Altalhi, S.H. and Alzahrani, S.M., 2026. Demystifying Deep Learning Decisions in Leukemia Diagnostics Using Explainable AI. *Diagnostics*, 16(2), p.212.
6. Ronneberger, O., Fischer, P. and Brox, T., 2015, October. U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation. In *International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention* (pp. 234-241). Cham: Springer International Publishing.
7. Oktay, O., Schlemper, J., Folgoc, L.L., Lee, M., Heinrich, M., Misawa, K., Mori, K., McDonagh, S., Hammerla, N.Y., Kainz, B. and Glocker, B., 2018. Attention U-Net: Learning where to look for the pancreas. *arXiv preprint arXiv:1804.03999*.
8. Chen, L.C., Papandreou, G., Schroff, F. and Adam, H., 2017. Rethinking atrous convolution for semantic image segmentation. *arXiv preprint arXiv:1706.05587*.
9. Latha, R.S., Ramya Devi, M., Sakthivel, P. and Sreekanth, G.R., 2026. DSTL-NET: Multi-level Leukemia Stage Classification Via Dual-Stage Segmentation Based Transfer Learning Networks. *International Journal of Computational Intelligence Systems*.
10. Banerjee, T., Singh, D.P., Dhanabal, S., Chandar, K.P., Bommisetti, R.K., Narayan, Y., Chakole, N., Dutta, C., Bhosale, Y.H. and Singh, R.M., 2026. A Comprehensive Study of Various Hybrid Deep Learning Models for Leukaemia Classification: Comparative Analysis with Existing Studies. *Archives of Computational Methods in Engineering*, pp.1-34.
11. Dhalla, S., Mittal, A. and Gupta, S., 2026. LeukoSegmenter: A Double Encoder-decoder Based Network for Leukocyte Segmentation From Blood Smear Images. *International Journal of Information Technology & Decision Making*.
12. Kumar, K. and Verma, V.S., 2026. Next-Generation AI Frameworks for Leukemia Detection: Techniques, Dataset, Challenges, and Future Research Horizons. *Archives of Computational Methods in Engineering*, pp.1-27.
13. Isensee, F., Petersen, J., Klein, A., Zimmerer, D., Jaeger, P.F., Kohl, S., Wasserthal, J., Koehler, G., Norajitra, T., Wirkert, S. and Maier-Hein, K.H., 2018. nnu-net: Self-adapting framework for u-net-based medical image segmentation. *arXiv preprint arXiv:1809.10486*.
14. Jan, Z., Shabir, M., Farman, H., Rahman, A. and M. Nasralla, M., 2025. Deep learning based semantic segmentation of leukemia effected white blood cell. *PLoS One*, 20(5), p.e0320596.
15. Ponnusamy, U. and Perumal, V., 2026. Comprehensive review on learning models of leukemia detection based on morphological information. *Leukemia & Lymphoma*, 67(2), pp.255-281.
16. Ou, C., Hu, Z., Wang, X., Cao, K. and Wang, Y., 2026. MTLL: A Novel Multi-Task Learning Approach for Lymphocytic Leukemia Classification and Nucleus Segmentation. *Electronics*, 15(7), p.1419.
17. Al-Rahaawi, A.F., ATASOY, N.A. and Atasoy, F., 2026. DFF-U-NET: Deep features fusion u-net for bone marrow cells classification using advanced feature selection techniques. *Biomedical Signal Processing and Control*, 112, p.108600.
18. Zhou, Z., Rahman Siddiquee, M.M., Tajbakhsh, N. and Liang, J., 2018, September. Unet++: A nested u-net architecture for medical image segmentation. In *International Workshop on Deep Learning in Medical Image Analysis*(pp. 3-11). Cham: Springer International Publishing.
19. Huang, H., Lin, L., Tong, R., Hu, H., Zhang, Q., Iwamoto, Y., Han, X., Chen, Y.W. and Wu, J., 2020, May. Unet 3+: A full-scale connected u-net for medical image segmentation. In *ICASSP 2020-2020 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)* (pp. 1055-1059). IEEE.
20. Ayesha, N. and Khalidi, H., 2026. A Vision Transformer with a Self-Attention Mechanism for High-Accuracy Blood Cell Classification. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 16(1), pp.32557-32563.
21. Ou, C., Hu, Z., Wang, X., Cao, K. and Wang, Y., 2026. MTLL: A Novel Multi-Task Learning Approach for Lymphocytic Leukemia Classification and Nucleus Segmentation. *Electronics*, 15(7), p.1419.
22. Wu, L.W., Huang, C.R. and Ouyang, Y.C., 2026. Segmentation domain adaptation for enhanced white blood cell classification using spatial co-occurrence feature embedding. *Biomedical Signal Processing and Control*, 112, p.108529.
23. Ramesh, M., Billa, N., Rejeti, V.K.K. and Cherukuri, P., 2025. Blast Cell Segmentation and Leukemia Classification using Hybrid Deep Kronecker WideResNet using Blood Smear Images. *Computational Biology and Chemistry*, p.108800.
24. Chen, J., Lu, Y., Yu, Q., Luo, X., Adeli, E., Wang, Y., Lu, L., Yuille, A.L. and Zhou, Y., 2021. TransUNet: Transformers make strong encoders for medical image segmentation. *arXiv preprint arXiv:2102.04306*.
25. Cao, H., Wang, Y., Chen, J., Jiang, D., Zhang, X., Tian, Q. and Wang, M., 2022, October. Swin-UNet: UNet-like pure transformer for medical image segmentation. In *European Conference on Computer Vision* (pp. 205-218). Cham: Springer Nature Switzerland.
26. Xie, E., Wang, W., Yu, Z., Anandkumar, A., Alvarez, J.M. and Luo, P., 2021. SegFormer: Simple and efficient design for semantic segmentation with transformers. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 34, pp.12077-12090.

27. Cheng, B., Misra, I., Schwing, A.G., Kirillov, A. and Girdhar, R., 2022. Masked-attention mask transformer for universal image segmentation. In *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*(pp. 1290-1299).
28. Li, F., Zhang, H., Xu, H., Liu, S., Zhang, L., Ni, L.M. and Shum, H.Y., 2023. Mask DINO: Towards a unified transformer-based framework for object detection and segmentation. In *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* (pp. 3041-3050).
29. Kirillov, A., Mintun, E., Ravi, N., Mao, H., Rolland, C., Gustafson, L., Xiao, T., Whitehead, S., Berg, A.C., Lo, W.Y. and Dollár, P., 2023. Segment Anything. In *Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision*(pp. 4015-4026).
30. Ke, L., Ye, M., Danelljan, M., Tai, Y.W., Tang, C.K. and Yu, F., 2023. Segment anything in high quality. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 36, pp.29914-29934.
31. Cheng, Z., Wei, Q., Zhu, H., Wang, Y., Qu, L., Shao, W. and Zhou, Y., 2024. Unleashing the potential of SAM for medical adaptation via hierarchical decoding. In *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* (pp. 3511-3522).
32. Ghaderzadeh, M., Aria, M., Hosseini, A., Asadi, F., Bashash, D. and Abolghasemi, H., 2022. A fast and efficient CNN model for B-ALL diagnosis and its subtypes classification using peripheral blood smear images. *International Journal of Intelligent Systems*, 37(8), pp.5113-5133.

TIBBIYOT
TA'LIMI & INNOVATSIYALARI

2026. № 9

Muharrir: Sherzod Qurbonov

Mas’ul kotib: Surmaniso Mirzaliyeva

Dizayner: Oloviddin Sobir o‘g‘li

© Materiallar ko‘chirib bosilganda “Tibbiyot ta'limi va innovasiyalari” ilmi elektron jurnali manba sifatida ko‘rsatilishi shart. Jurnalda bosilgan material va reklamalardagi dalillarning aniqligiga mualliflar ma’sul. Tahririyat fikri har vaqt ham mualliflar fikriga mos kelamasligi mumkin. Tahririyatga yuborilgan materiallar qaytarilmaydi.

Jurnalga istalgan payt quyidagi rekvizitlar orqali obuna bo‘lishingiz mumkin. Obuna bo‘lgach, @iqtisodiyot_77 telegram sahifamizga to‘lov haqidagi ma’lumotni skrinshot yoki foto shaklida jo‘natishingizni so‘raymiz. Shu asosda har oygi jurnal yangi sonini manzilingizga jo‘natamiz.

Mazkur jurnalda maqolalar chop etish uchun quyidagi havolalarga
maqola, reklama, hikoya va boshqa ijodiy materiallar yuborishingiz mumkin.
Materiallar va reklamalar pullik asosda chop etiladi.
El.Pochta: sq143235@gmail.com
Bot: @munis_sm
Tel.: 97 748 70 03





Google scholar

PubMed MEDLINE
NIH U.S. National Library of Medicine National Institutes of Health
Advancing Health Through Knowledge