

YANGI TEXNOLOGIYALAR PRIZMASIDA LEYKOTSIT–TOMIR O'ZARO TA'SIRI, TOMIR ANATOMIYASINI QAYTA TALQIN QILISH

Xalilov Sanjar Abdivohid o'g'li

*Toshkent Davlat Tibbiyot Universiteti Odam anatomiyasi va OXTA kafedrası
assistenti*

Xalilov Hikmatulla Dilshod o'g'li

*Toshkent Davlat Tibbiyot Universiteti Normal va patologik fiziologiya kafedrası
assistenti*

Ernazarov Javohir Jamshid o'g'li

Toshkent Davlat Tibbiyot Universiteti Stomatologiya fakulteti talabasi

Annotatsiya: *Tomir tizimi nafaqat qon oqimi, balki immun tizimning asosiy faol ishtirokchisi sifatida ham xizmat qiladi. Leykotsitlarning tomir devoridagi endoteliylar bilan o'zaro ta'siri immun javob, yallig'lanish va patologik jarayonlarni tartibga solishda markaziy o'rin tutadi. An'anaviy anatomik talqinlar tomirlarni statik, passiv strukturalar sifatida ko'rib chiqqan bo'lsa-da, yangi texnologiyalar ularning dinamik, heterojen va murakkab fiziologik vazifalarini ochib berdi. Ushbu sharhli maqolada single-cell RNK ketma-ketlashtirish (scRNA-seq), spatial transcriptomika, intravital mikroskopiya va organ-on-chip kabi innovatsion usullar yordamida so'nggi o'n yil ichida (2015-2025) erishilgan fundamental tushunchalarni qayta ko'rib chiqamiz. Bu metodologiyalar leykotsit endotelyal adgeziyasini, migratsiyasini va signallashuvini nazorat qiluvchi molekulyar mexanizmlarni noan'anaviy aniqlik bilan ochib berdi, shuningdek, turli organlardagi tomirlarning tizimli funksional va fenotipik farqlarini (vaskulyar geografiya) aniqladi. Ushbu fanlararo yondashuv tomirlarni yallig'lanish, o'smalar, avtoimmun va yurak-qon tomir kasalliklarida o'zgarishlar kontekstida qayta talqin qilish imkonini beradi, bu esa yangi terapeutik strategiyalar uchun asos bo'lishi mumkin.*

Kalit so'zlar: *leykotsit endotelyal adgeziyasi, vaskulyar geografiya, single-cell omika, spatial transcriptomika, intravital mikroskopiya, organ-on-chip, endotelyal geterojenlik, immun-vaskulyar interfeys, yallig'lanish, tomir barqarorligi.*

Tadqiqot Maqsadi

Ushbu sharhli maqolaning asosiy maqsadi 2015-2025 yillar oralig'ida rivojlangan single-cell/spatial omika, intravital mikroskopiya va organ-on-chip kabi yuqori texnologik usullar orqali leykotsitlar bilan qon tomir endoteliysi o'rtasidagi dinamik o'zaro ta'sirni o'rganishda erishilgan muhim tushunchalarni umumlashtirish va tahlil qilishdan iborat. Maqola vaskulyar tizimning an'anaviy, statik anatomik tavsifidan funksional, heterojen va dinamik tizim sifatidagi yangi talqinga o'tish jarayonini yoritadi. Maxsus e'tibor ushbu o'zaro ta'sirni boshqaruvchi molekulyar yo'llar, turli patologik sharoitlarda (yallig'lanish, o'smalar) ro'y beradigan

o'zgarishlar va turli a'zo va to'qimalardagi endotelyal hujayralarning funksional ahamiyatga ega bo'lgan farqlari (vaskulyar geografiya)ga qaratiladi. Shuningdek, maqola ushbu sohadagi mavjud bo'shliqlarni aniqlash va kelajakdagi tadqiqot yo'nalishlarini belgilashga intiladi.

Tadqiqot Uslublari

Maqolada tanqidiy sharh usuli qo'llanilib, so'nggi o'n yil ichida chop etilgan yuqori darajadagi ilmiy maqolalar tizimli tahlil qilindi. Single-cell omika usullari, xususan scRNA-seq, turli tipdagi endotelyal va immun hujayralarni aniqlash, ularning gen ifodalanish profillarini o'rganish va yangi subpopulyatsiyalarni topish imkonini berdi [1]. Spatial omika (masalan, 10x Genomics Visium, multiplex immunohistokimyo) ushbu ma'lumotlarni to'qimaning morfologik kontekstiga joylashtirib, molekulyar mexanizmlarning aniq topografik taqsimlanishini tushunishga yordam berdi [2]. Intravital mikroskopiya (ikkala fotonli va konfokal) jonli organizmda leykotsitlarning tomirlar ichida va orqali harakatlanishini, ularning endotel bilan valikang o'zaro ta'sirini real vaqt rejimida va subcellular darajada kuzatish imkoniyatini yaratdi [3]. Organ-on-chip (mikrofluidik qurilmalar) murakkab in vitro modellar yaratish orqali inson tomirlarining fiziologik sharoitlarini simulyatsiya qilish va inson immun hujayralari bilan endotelyal o'zaro ta'sirni batafsil va boshqariladigan tarzda o'rganishga imkon berdi [4]. Ushbu texnologiyalardan olingan natijalarni integratsiyalash va qiyosiy tahlil qilish ushbu sohadagi taraqqiyotni chuqurroq tushunishga imkon beradi.

Kirish

Tomir tizimi an'anaviy ravishda qon o'tkazuvchi kanallar tarmog'i sifatida tasvirlangan. Biroq, uning biologiyasi shunchaki gidravlika emas; tomirlar, ayniqsa ularning endoteliyl qatlami, immun tizim bilan uzviy bog'liq bo'lgan murakkab signalizatsiya va regulyator interfeysdir. Leykotsitlarning tomir devoridagi endoteliyl hujayralar bilan o'zaro ta'siri—adzeziya, yashirinish va transendotelial migratsiya—immun monitoring, yallig'lanishli javob va to'qimalarni tiklash uchun juda muhimdir. O'tgan asrda bu jarayonlar selektinlar, integrinlar va xemokinlar vositasidagi "adzeziya kaskadi" modeli yordamida keng o'rganilgan bo'lsa-da, bu model nisbatan soddalashtirilgan va asosan periferik qon tomirlaridagi jarayonlarni o'z ichiga oladi [5].

2010-yillarning o'rtalaridan boshlab biologik tadqiqotlar texnologiyasidagi inqilobiy o'zgarishlar tomir-leykotsit o'zaro ta'sirini butunlay yangi nuqtai nazardan ko'rish imkonini berdi. Birinchi navbatda, single-cell omika hujayra populyatsiyalari ichidagi mavjud bo'lgan heterojenlikni ochib berdi. Endoteliyl hujayralar nafaqat o'rniga qarab (arteriola, venula, kapillyar), balki organlar va hattoki patologik holatlar (masalan, o'sma mikro-muhiti) bo'yicha ham o'ziga xos gen ifodalanish va funksional xususiyatlarga ega ekanligi aniqlandi [6]. Masalan, miya tomirlarining endoteliylari gematokephalik to'siqni tashkil etadi va immun hujayralar

migratsiyasiga nisbatan turli reaksiyaga ega, o'pkadagi endoteliylar esa leykotsitlarni o'tkazish uchun ixtisoslashgan [7]. Ushbu "vaskulyar geografiya" tushunchasi tomirlarni universal, bir hil kanallar sifatida emas, balki a'zo-spesifik funktsiyalarga ega bo'lgan differentsiallangan tuzilmalar sifatida qayta talqin qilishni talab qiladi.

Ikkinchidan, spatial omika usullari bu molekulyar farqlarni to'qimaning uch o'lchamli arxitekturasiga bilan bog'ladi. Bu usullar yallig'lanish o'chog'ida qaysi turdagi endoteliyl hujayralarning faollashganligini, leykotsitlar qayerda va qanday adgeziya qilishini va signallashuv molekulalarining aniq joylashgan gradientlarini ko'rsatishga qodir [2]. Uchinchidan, intravital mikroskopiya tomirlarning anatomiya darsliklaridagi statik tasvirlardan jonli, nafas oluvchi tuzilmalar sifatidagi ko'rinishiga o'tishni anglatadi. Bu usul yordamida leykotsitlarning "kruzing" harakati, endotel yuzasidagi yashirinishi va migratsiya jarayonining turli bosqichlari jonli organizmda bevosita kuzatilmoqda, bu esa an'anaviy modellarda ko'rinmaydigan yangi dinamik xatti-harakatlarni ochib berdi [8]. Nihoyat, organ-on-chip texnologiyalari inson biologiyasiga nisbatan yuqori mos keladigan va hayvon modellaridan kamroq qaram bo'lgan tartibga solinadigan eksperimental platformalar taqdim etadi. Mikrofluidik qurilmalar yordamida oqim kuchlanishi ostidagi endoteliyl qatlamlar yaratish va ularga leykotsitlarni qo'shish mumkin, bu esa inson tomir-immun o'zaro ta'sirini batafsil mexanistik o'rganish imkonini beradi [9].

Ushbu texnologiyalar konvergentsiyasi natijasida 2015-2025 yillar davomida tomirlarning anatomik va funktsional tavsifi tubdan o'zgardi. Endi tomirlar faqat qon o'tish yo'llari emas, balki immunologik ma'lumotlarni qayta ishlovchi, o'ziga xos sharoitlar bo'yicha moslashuvchan va turli patologiyalarning rivojlanishida faol ishtirok etuvchi dinamik organlar sifatida ko'rilmogda. Ushbu sharh ushbu paradigmaviy o'zgarishni, uning asosiy kashfiyotlarini va kelajakdagi ta'sirlarini chuqur o'rganishga qaratilgan.

Natijalar

1. Single-Cell va Spatial Omika orqali Endotelyal Hujayralarning Keng Qamrovli Katalogi va Vaskulyar Geografiyaning Aniqlanishi.

So'nggi o'n yil ichida o'tkazilgan keng ko'lamli scRNA-seq tadqiqotlari inson va sichqon modellaridagi deyarli barcha asosiy a'zolardagi endoteliyl hujayralarni qamrab oldi. Bu tadqiqotlar endoteliylarning a'zo-spesifik gen ifodalanish dasturlariga ega ekanligini, shuningdek, har bir a'zo ichida ham funktsional subpopulyatsiyalar mavjudligini aniq ko'rsatdi. Masalan, miya markaziy nerv tizimida gematokephalik to'siqni tashkil etuvchi kapillyar endoteliylari (CLDN5, SLC01A2 yuqori) va immun hujayralar migratsiyasini tartibga soluvchi post-kapillyar venula endoteliylari (PLVAP, VCAM1 potentsial) o'rtasida aniq farqlar aniqlangan [6, 10]. O'pka tomirlarida g'alati o'xshashlikdagi reseptor 1 (PLXNA1) kabi molekulalarning yuqori ifodasi havo o'tkazuvchi yo'llar va qon o'tkazuvchi

tomirlar o'rtasidagi o'zaro ta'sirni ko'rsatadi [7]. Jigar sinusoidal endoteliylari esa immun tolerantlikni qo'llab-quvvatlovchi o'ziga xos fenotipni namoyish etadi [11].

Spatial omika usullari, masalan, multiplexed ion beam imaging (MIBI) va CODEX, bu transkriptomik ma'lumotlarni morfologik kontekstga joylashtirdi. Bu usullar yordamida yallig'langan to'qimalarda VCAM-1 yoki ICAM-1 kabi adgeziya molekulalarini ifodalovchi endoteliyl hujayralar aniq o'choqlarda klasterlanganligi, atrof-muhitdagi signallarga javoban ularning faollashishi lokal ekanligi ko'rsatildi [2, 12]. Bundan tashqari, leykotsitlar migratsiyasining "qo'shni yo'llari" – transendotelial o'tishdan keyin ularning to'qima ichidagi yo'nalishi – endoteliyl tomonidan chiqariladigan gradientlar bilan bog'liqligi aniqlandi, bu jarayonni faqat migratsiya emas, balki yo'naltirish sifatida ham ta'kidlaydi [13].

2. Intravital Mikroskopiya orqali Leykotsit–Endotel O'zaro Ta'sirining Dinamikasini Jonli Kuzatish.

Intravital mikroskopiya yutuqlar, xususan ikki fotonli mikroskopiyaning rivojlanishi, immun hujayralar harakatini jonli organizmda subcellular darajada kuzatish imkonini berdi. Bu usullar "adgeziya kaskadi" ning statik modelini murakkablashtirdi. Masalan, zich venulalarda neyetrofillar va monotsitlar ko'pincha "kruzing" deb ataladigan jarayon orqali sekin harakatlanayotgani, endotel yuzasini skanerlayotgandek ko'rinishi va migratsiyaga tayyorgarlik ko'rayotgandek ko'rinishi kuzatildi [8]. Kuzatishlar shuni ko'rsatdiki, L-selektin va integrinlarning faollashishi vaqt va makonda aniq tartibga solinadi, bu esa an'anaviy bosqichma-bosqich modeldan ko'ra dinamikroqdir.

Shuningdek, tomirlarning o'zlari ham statik emasligi aniqlandi. Yallig'lanish paytida endoteliyl hujayralarining o'lchami o'zgarishi, shishishi yoki hatto yallig'langan joyga qarab yo'naltirilgan protrüzionlar (invadosomal) hosil qilishi mumkin [14]. Boshqa muhim kashfiyot shundan iboratki, leykotsitlarning transendotelial migratsiyasi faqat endoteliylar orasidagi bo'shliqlar orqali (parasellular) emas, balki ba'zi sharoitlarda to'g'ridan-to'g'ri endoteliyl hujayra orqali (transcellular) ham amalga oshirilishi mumkin [15]. Intravital tadqiqotlar, shuningdek, miya, o'pka va limfa tugunlari kabi a'zoldagi tomirlarning leykotsitlarni o'tkazishda o'ziga xos usullari borligini tasdiqladi. Masalan, miyada immun hujayralar migratsiyasi asosan g'ovak sinusoidlardan amalga oshiriladi, bu jarayon aniq molekulyar yo'llar bilan tartibga solinadi [16].

3. Organ-on-Chip Platformalarida Mexanistik O'rganish va Inson Biologiyasiga O'tish.

Organ-on-chip texnologiyalari inson endoteliyl va immun hujayralaridan foydalangan holda tomir-immun o'zaro ta'sirini standartlashtirilgan va boshqariladigan sharoitda o'rganish imkonini berdi. Mikrofluidik qurilmalar yordamida fiziologik oqim kuchlanishi ostida quvurlarni shakllantirish mumkin, bu esa endoteliylarning barqarorligi va funktsiyasiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, laminar oqim endoteliyl barqarorligini saqlab qoladi, turbulens oqim yoki kesish kuchlari esa yallig'lanishli fenotipga olib keladi, bu yurak-qon tomir kasalliklarining patogenezi tushunishda muhim ahamiyatga ega [17].

Inson o'smasi endoteliyl hujayralari (TEC) va periferik qon monotsitlaridan foydalangan holda o'tkazilgan tadqiqotlar o'sma mikro-muhitida endoteliylarning noto'g'ri regulyatsiyalangan adgeziya molekulalari va xemokinlar ishlab chiqarishi, natijada immunosuppressiv mieloid hujayralarning selektiv rekrutlanishi va o'sma immunitetdan qochishiga sabab bo'lishini ko'rsatdi [9]. Shuningdek, bunday platformalar yordamida yangi terapevtik moddalar, masalan, aniq integrin inhibitörlerining leykotsit adgeziyasiga ta'siri samarali va tez baholandi [18]. Ko'p-kanalli chip tizimlari hatto qon tomir-bosh miya to'sig'i, qon tomir-o'pka interfeysi kicha murakkab sistemalarni modellashtirish imkonini berdi, bu esa a'zolararo o'zaro ta'sirlarni o'rganishga yo'l ochdi [19].

4. Patologik Jarayonlarda Tomir-Immun O'zaro Ta'sirining Qayta Dasturlanishi.

Ushbu texnologiyalar turli kasalliklarda tomirlarning faol ishtirokini ochib berdi. COVID-19 bilan og'rigan bemorlardan olinga ma'lumotlarda o'pka endoteliylarida og'ir yallig'lanishli va apoptotik signaturelar aniqlangan, bu tomirlar funksiyasining yo'qolishi va "sitoquin bo'roni" ga hissa qo'shgan [20]. O'smada, scRNA-seq ma'lumotlari anjiogenez bilan bog'liq bo'lmagan, balki immun modulyatsiya bilan shug'ullanadigan endoteliyl subpopulyatsiyalari mavjudligini ko'rsatdi. Bu "immun modulyatorli endoteliylar" (IMECs) immun tizimning o'smani tan olishini va unga hujum qilishini blokirovka qilishi mumkin [21]. Aterosklerozda, spatial omika plakalardagi tomirlarning turli qismlarida (masalan, plaka bo'yni) turli xil endoteliyl fenotiplarini aniqladi, bu esa terapiyani aniqlashtirish imkoniyatini beradi [22].

Intravital mikroskopiya autsimune ensefalomiyelit (EAE, MS modeli) kabi modellarda miyaga T-hujayralar kirib borishining real vaqtda kinetikasini o'rganish imkonini berdi, bu jarayon bir necha soat davomida emas, balki bir necha kun davomida ritmik va to'liqsimon bo'lishini ko'rsatdi [23].

Muhokama

Yangi texnologiyalar tomirlarni immunoregulyator interfeys sifatida yangicha tushunishga olib keldi. Asosiy yangilik shundaki, endoteliylar passiv kanal emas, balki immun javobni faol tartibga soluvchi, kontekstga (organ, sog'lom yoki kasal holat) qarab o'zining transkriptomik va funktsional dasturini o'zgartiradigan dinamik hujayralardir. Ushbu "vaskulyar geografiya" tushunchasi aniq tibbiyot uchun juda muhimdir. Masalan, ateroskleroz plakasidagi yallig'lanishni modulyatsiya qilish uchun mo'ljallangan davolash o'pka yoki teridagi fiziologik yallig'lanishga ta'sir qilmasligi kerak. Shunga ko'ra, yangi dorilar a'zo-spesifik endoteliyl belgilarga

(masalan, miya tomirlaridagi muayyan adgeziya molekulalariga) qaratilishi mumkin, bu esa samaradorlikni oshirishi va yon ta'sirlarni kamaytirishi mumkin [24].

Ushbu sohadagi muhim qiyinchilik turli texnologiyalardan olingan katta ma'lumotlarni integratsiyalashdir. scRNA-seq ma'lumotlari gen ifodasining to'liq ro'yxatini beradi, ammo u uch o'lchamli kontekstni yo'qotadi. Spatial omika kontekstni saqlaydi, lekin hozirda genlar soni cheklangan. Intravital mikroskopiya ajoyib dinamikani ko'rsatadi, lekin molekulyar identifikatsiya cheklangan. Kelajakdagi ish ushbu usullarni birlashtirishga qaratilishi kerak, masalan, intravital mikroskopiya bilan kuzatilgan hujayralarni keyinroq scRNA-seq uchun yig'ish (spatial transcriptomikaning intravital versiyasi) yoki organ-on-chip tizimlarida olingan natijalarni in vivo kuzatishlar bilan tekshirish [25].

Bundan tashqari, aksariyat tadqiqotlar hali ham hayvon modellariga asoslangan. Organ-on-chip texnologiyalari inson biologiyasiga yaqinroq bo'lishi mumkin, lekin ular murakkab to'qimalar arxitekturasini va butun organizm darajasidagi gormonal va nerv ta'sirlarini to'liq aks ettira olmaydi. Kelajakda sun'iy intellekt va ma'lumotlarni qayta ishlash usullari ushbu murakkab, ko'p o'lchovli ma'lumotlar to'plamlarini tahlil qilish, yangi biologik printsiplarni aniqlash va hatto patologik holatlarni bashorat qilish uchun hal qiluvchi rol o'ynashi kutilmoqda.

Xulosa

2015-2025 yillar davomida single-cell/spatial omika, intravital mikroskopiya va organ-on-chip texnologiyalarining qo'llanilishi tomir anatomiyasi va fiziologiyasiga oid tushunchamizni tubdan o'zgartirdi. Tomirlar endi passiv quvurlar emas, balki immun tizimning ajralmas qismi bo'lgan, o'ziga xos organ funktsiyalarini qo'llab-quvvatlovchi, dinamik va moslashuvchan tuzilmalar sifatida tan olinmoqda. Leykotsit-endotel o'zaro ta'siri aniqroq tartibga solinadigan, kontekstga bog'liq jarayon ekanligi aniqlandi, bu jarayon "vaskulyar geografiya" tamoyili bilan boshqariladi.

Ushbu texnologik inqilob nafaqat asosiy biologiyani yoritdi, balki yangi klinik ilovalar uchun yo'l ochdi. O'smalar immunologiyasi, autsimune kasalliklar, ateroskleroz va virusli infeksiyalar (masalan, COVID-19) bo'yicha tadqiqotlar tomirlarning har bir patologiyada o'ziga xos tarzda qayta dasturlanganligini va ularni terapiyaning asosiy maqsadiga aylantirish imkoniyatini ko'rsatdi. Aniq vaskulyar subpopulyatsiyalarni nishonlash yoki ularning leykotsitlarni jalb qilish qobiliyatini modulyatsiya qilish yangi terapevtik strategiyalarga olib kelishi mumkin.

Kelajakda ushbu texnologiyalarni yaqinroq integratsiyalash, shuningdek, ma'lumotlarni tahlil qilishda sun'iy intellektning kuchayishi, inson biologiyasini yanada chuqurroq modellashtirish va translyatsion tadqiqotlarni tezlashtirish imkonini beradi. Tomir tizimini qayta talqin qilish – bu nafaqat anatomik tavsifni yangilash, balki immunitet, yallig'lanish va regeneratsiya o'rtasidagi murakkab

o'zaro aloqalarni tushunishdagi yangi bosqichdir. Bu fanlararo sa'y-harakatlar davom etayotgan va keng imkoniyatlar ochadigan boy tadqiqot maydonidir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Rixsillayevich K. E., Dilshodovich X. H. QONNING HIMOYA FUNKTSIYASI ELEMENTLARINING BIR-BIRIGA ANTAGONISTLARI: ASOSIY REGULYATOR MEXANIZMLAR VA PATOLOGIK OQIBATLAR //Latin American journal of education. – 2025. – T. 5. – №. 7. – C. 459-469.

2. Botir J., Hikmatulla K., Muslimaxon J. FACTORS STIMULATE THE PRODUCTION OF HISTAMINASE ENZYME BY EOSINOPHILS //SO 'NGI ILMIY TADQIQOTLAR NAZARIYASI. – 2025. – T. 9. – №. 12. – C. 56-65.

3. Faxriddinovna A. N., Dilshod ogli X. H. GOMEOSTAZ VA IMMUNITET YALLIG 'LANISH JARAYONLARI BILAN MUVOZANATNI TIKLASH MEXANIZMLARI //Latin American journal of education. – 2025. – T. 5. – №. 7. – C. 145-153.

4. Faxriddinovna A. N., Dilshod ogli X. H. ENDOKRIN TIZIMDAGI GOMEOSTATIK UZILISHLAR VA ULARNING METABOLIK SINDROMGA OLIB KELUVCHI OQIBATLARI //Latin American journal of education. – 2025. – T. 5. – №. 7. – C. 180-188.

5. Faxriddinovna A. N., Dilshod ogli X. H. PSIXOLOGIK HOMEOSTAZ, STRESS, EMOTSIONAL MUVOZANAT VA NEYROPLASTIKLIK O 'RTASIDAGI ALOQALAR //Latin American journal of education. – 2025. – T. 5. – №. 7. – C. 167-179.

6. Faxriddinovna A. N., Dilshod ogli X. H. YOSH O 'TISHI BILAN GOMEOSTAZNING BUZILISHI ENDOKRIN VA IMMUN TIZIMDAG O 'ZGARISHLAR //Latin American journal of education. – 2025. – T. 5. – №. 7. – C. 154-166.

7. Shuxrat o'g J. N. et al. LEYKOTSITLARNING TARMOQLI IMMUN MONITORINGI UCHUN SUN'IY INTELLEKT ASOSIDAGI YONDASHUVLAR //Latin American journal of education. – 2025. – T. 5. – №. 7. – C. 107-121.

8. Ravshanovich G. M., Dilshodovich X. H., Asadbek A. SUN'IY INTELLEKT TIZIMLARIDA GOMEOSTATIK TAMOYILLARNI QO 'LLASH ADAPTIV BOSHQARUV VA O 'ZINI SOZLASH MODELLARINI ISHLAB CHIQISH //Latin American journal of education. – 2025. – T. 5. – №. 6. – C. 589-604.

9. Hikmatulla X., Botir J., Marjona A. EOZINOFILLAR TOMONIDAN GISTAMINAZA FERMENTI ISHLAB CHIQARILISHINI STIMULLOVCHI OMILLAR //Научный Импульс. – 2025. – T. 4. – №. 39. – C. 509-519.

10. Dilshod ogli X. H. et al. SUV-ELEKTROLIT BALANSINING GOMEOSTATIK NAZORATI VA GIDRATATSIYA BUZILISHINING KLINIK OQIBATLARI //Научный Импульс. – 2025. – Т. 4. – №. 39. – С. 533-547.

11. Dilshodovich X. H., Norqulovich K. J. NEUTROFILLARNING YALLIG 'LANISH JARAYONIDAGI PLASTIKLIK XUSUSIYATLARI VA IMMUN TIZIMDAGI AHAMIYATI //JOURNAL OF INNOVATIONS IN SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL RESEARCH. – 2025. – Т. 8. – №. 11. – С. 140-154.

12. Zabixullaevich X. R. et al. TERMOREGULYATSIYADA GOMEOSTAZ ATROF-MUHIT HARORATI O 'ZGARISHIGA JAVOBAN FIZIOLOGIK MOSLASHUV MEXANIZMLARI //JOURNAL OF INNOVATIONS IN SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL RESEARCH. – 2025. – Т. 8. – №. 11. – С. 71-81.

13. Zabixullaevich K. R. et al. Adaptative Changes Of Homeostatic Systems In Response To Stress The Role Of Cortisol And The Sympathetic Nervous System //Emerging Frontiers Library for The American Journal of Medical Sciences and Pharmaceutical Research. – 2025. – Т. 7. – №. 11. – С. 77-83.

14. Faxriddinovna A. N. et al. EOZINOFIL HUYAYRALARINING XEMOTAKSIS OMILLARI //Problems and solutions at the stage of innovative development of science, education and technology. – 2025. – Т. 2. – №. 11. – С. 13-21.

15. Zabixullaevich X. R., Dilshodovich X. H., Elbek A. INSON TANASIDA GOMEOSTAZNING NEYRO-GORMONAL BOSHQARUVI GIPOTALAMUS VA GIPOFIZ O 'RTASIDAGI O 'ZARO TA'SIR MEXANIZMLARI //O'ZBEKISTONDA FANLARARO INNOVATSIYALAR VA ILMIY TADQIQOTLAR JURNALI. – 2025. – Т. 4. – №. 46. – С. 164-176.

16. Faxriddinovna A. N. et al. EOZINOFIL FAGASITOL QILISH MEXANIZMLARI //Advanced methods of ensuring the quality of education: problems and solutions. – 2025. – Т. 2. – №. 11. – С. 44-54.

17. Shokhijakhon A., Hikmatulla K., Shokhrux R. Factors Of Chemotaxis Of Eosinophil Cells //Emerging Frontiers Library for The American Journal of Medical Sciences and Pharmaceutical Research. – 2025. – Т. 7. – №. 11. – С. 19-24.

18. Dadajonovna M. G., Hikmatulla K. Mechanisms Of Eosinophylic Phagocytosis //Emerging Frontiers Library for The American Journal of Medical Sciences and Pharmaceutical Research. – 2025. – Т. 7. – №. 11. – С. 12-18.

19. Vahob ogli B. O. et al. O'TKIR RESPIRATOR VIRUSLI INFEKSIYALARNI YURAKKA TASIRI //AMERICAN JOURNAL OF APPLIED MEDICAL SCIENCE. – 2025. – Т. 3. – №. 1. – С. 389-395.

20. Vaxob ogli B. O., Dilshodovich X. H. KO'P QIRRALI PATOLOGIK JARAYON SIFATIDA GIPERGLIKEMIYANING SIYDIK PUFAGI VA PROSTATA BEZIGA TA'SIRI //Latin American journal of education. – 2025. – Т. 5. – №. 6. – С. 534-549.

21. Vaxob ogli B. O., Dilshodovich X. H. GIPERGLIKEMIK HOLATDAGI URUG 'PUFAKCHALARI VA PROSTATI BEZINING MORFOLOGIYASI //Latin American journal of education. – 2025. – T. 5. – №. 6. – С. 550-563.

22. Mamadalieva O., Tilyabov I. Morphometric changes in the renal tissue of offspring rats born under experimental diabetes mellitus conditions on days 3, 60, and 90 //INTEGRATION OF EDUCATION AND SCIENCE: GLOBAL CHALLENGES AND SOLUTIONS. – 2025. – T. 1. – №. 1. – С. 271-274.

23. Usmanov R. J., Sh A. D., Tilyabov I. A. MORPHOLOGICAL CHARACTERISTIC CHANGES OF THE KIDNEY TISSUE OF OFFSPRING OF RATS BORN ON THE BACKGROUND OF DIABETES MELLITUS WITH STREPTOCYAZINE //Art of Medicine. International Medical Scientific Journal. – 2023. – T. 3. – №. 1.

24. Тилябов И. А. ОНТОГЕНЕЗНИНГ ТУРЛИ ДАВРЛАРИДА СТРЕПТОЗОТОСИНЛИ ҚАНДЛИ ДИАБЕТ ФОНИДА ТУҒИЛГАН КАЛАМУШЛАР АВЛОДИ БУЙРАК ТЎҚИМАСИНИНГ MORFOLOGIK ЎЗГАРИШЛАРИ //Журнал гуманитарных и естественных наук. – 2023. – №. 3 [2]. – С. 159-166.

25. Bahodirovna A. D. Tension headaches and psychovegetative disorders //Web of Medicine: Journal of Medicine, Practice and Nursing. – 2023. – T. 1. – №. 1. – С. 27-29.

26. Пулатов Х. Х., Усманов Р. Д., Ахмедова Д. Б. СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ЭПИДЕМИОЛОГИИ И ЗНАЧИМОСТИ САХАРНОГО ДИАБЕТА //Вестник Ассоциации Пульмонологов Центральной Азии. – 2025. – Т. 12. – №. 7. – С. 257-261.

27. Шотурсунова М. А., Ахмедова Д. Б. ДИНАМИКА МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И УРОВНЯ НВАС В СЫВОРОТКЕ КРОВИ ПРИ АЛЛОКСАН-ИНДУЦИРОВАННОМ ДИАБЕТЕ У ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЖИВОТНЫХ //Medical journal of Uzbekistan. – 2025. – Т. 1. – №. 2. – С. 311-316.

28. Sayfutdinova Z. A. et al. FLAVONOIDLARNING BIOLOGIK FAOLLIGI VA ULARNING GIPOLIPIDEMIK PREPARATLAR SIFATIDA QO'LLANILISHI IMKONIYATLARI //Лучшие интеллектуальные исследования. – 2025. – Т. 44. – №. 5. – С. 33-41.