

NEYTROFIL KEMOTAKSISI VA PH MUHIT ASIDOZ VA ALKALOZ
SHAROITIDA PH-GRADIENTLARINING MIGRATSIYAGA TA'SIRI – KENG
SHARXLI ILMIY MAQOLA

Berdiyev Otabek Vahob o'g'li

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

Annotatsiya: *Neytrofillar, tabiiy immunitetning asosiy hujayralari sifatida, yallig'lanish o'chog'iga tez migratsiya qilish uchun kemotaktik signallarni aniq qabul qilishga va ularga javob berishga qodir. Ushbu jarayonda atrofdagi pH muhitning o'zgarishi muhim rol o'ynaydi. Asidoz va alkaloz kabi patofiziologik holatlar ko'pincha surunkali yallig'lanish, sepsis, o'smalar va metabolik buzilishlar bilan birga kechadi, bu esa to'qimalarda va hujayralararo muhitda normal fiziologik diapazondan (7.35-7.45) sezilarli og'ishlarga olib keladi. Ushbu maqola 2015-2025-yillar oralig'ida o'tkazilgan tadqiqotlar natijalariga tayanib, neytrofillarning kemotaktik migratsiyasiga tashqi pH o'zgarishlarining va pH-gradientlarining (masalan, yallig'lanish o'chog'ining kislotali yoki ishorali muhiti) ta'sirini chuqur tahlil qiladi. Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, yengil asidoz ($pH \approx 6.5-7.0$) ko'plab kemoatraktantlarga nisbatan neytrofil migratsiyasi va polarizatsiyasini kuchaytirishi mumkin, bu ehtimol protonli kanallar (masalan, ASIC va NHE1), G-ushlanma oqsillari bilan bog'liq retseptorlar va hujayra skeleti oqsillari faolligining o'zgarishi orqali amalga oshadi. Biroq, chuqur asidoz ($pH < 6.5$) hujayra energetik metabolizmining buzilishi, apoptosning faollashuvi va adhezyon molekulalarining ifodasining pasayishi tufayli kemotaksisni susaytirishi yoki to'liq blokirovka qilishi mumkin. Aksincha, alkaloz ($pH > 7.8$) odatda neytrofil faolligini pasaytiradi, lekin ba'zi sharoitlarda migratsiya yo'llarining modulyatsiyasiga olib kelishi mumkin. Ushbu sharh shuningdek, pH-gradientlarni qayta ishlash uchun neytrofillarning molekulyar mexanizmlarini, shu jumladan pH sezgir retseptorlar va transporterlarni, shuningdek, klinik ahamiyatni, masalan, o'smalar mikro-muhiti va kritik holatlardagi bemorlarni davolashda ushbu bilimlardan foydalanish imkoniyatlarini muhokama qiladi. pH muhitini nazorat qilish yangi terapevtik strategiyalarni, masalan, yallig'lanishni cheklash yoki immun javobni kuchaytirish uchun ishlab chiqilishi mumkin.*

Kalit so'zlar: *neytrofil, kemotaksis, asidoz, alkaloz, pH-gradient, migratsiya, yallig'lanish, immunitet, proton kanallari, mikro-muhit.*

Tadqiqotning maqsadi

Ushbu keng qamrovli sharh maqolasining maqsadi 2015-2025-yillar davomida e'lon qilingan zamonaviy ilmiy ma'lumotlarni umumlashtirib, tizimli tahlil qilish va asidoz va alkaloz sharoitida, shuningdek, turli xil pH-gradientlari mavjud bo'lganda

neytrofillarning kemotaktik migratsiyasi va faolligiga pH muhitining ta'sirini chuqur o'rganishdir. Ishimiz neytrofillarning pH o'zgarishlarini qanday qabul qilishi va qayta ishlashi, bu jarayonlarning molekulyar asoslari (ion kanallari, retseptorlar, signal yo'llari) va natijada yuzaga keladigan funktsional o'zgarishlar (yorilish, adhezyon, polarizatsiya, harakat) haqida batafsil ma'lumot berishga qaratilgan. Shuningdek, ushbu jarayonlarning yallig'lanish, infektsiya, o'smalar o'sishi va boshqa patologiyalar kontekstidagi klinik ahamiyati yoritiladi. [6], [7]

Tadqiqot usullari

Maqolani yozishda tizimli sharhlash tamoyillariga rioya qilindi. "PubMed", "Web of Science", "Scopus" va "Google Scholar" kabi xalqaro ilmiy ma'lumotlar bazalaridan 2015-yil yanvaridan 2025-yil martigacha bo'lgan davrda chop etilgan maqolalar qidirildi. Qidiruv uchun quyidagi kalit so'zlar va ularning kombinatsiyalari ishlatildi: "neutrophil chemotaxis pH", "acidosis neutrophil migration", "alkalosis immune cell function", "pH gradient inflammation", "proton channels in leukocytes", "tumor microenvironment neutrophil", "metabolic regulation of chemotaxis". Tanlov mezonlariga kiritilgan: ingliz tilidagi ilmiy maqolalar; odamlar va hayvonlar modellarida o'tkazilgan tadqiqotlar; asosan, eksperimental va klinik tadqiqotlar, shuningdek, muhim sharhlar. Ma'lumotlarni tanlash, sifatini baholash va mazmunli sintez qilish amalga oshirildi. Olingan ma'lumotlar neytrofil biologiyasi, yallig'lanish biokimyosi va patofiziologiyasi nuqtai nazaridan tahlil qilindi. Tadqiqot usullariga, shuningdek, pH muhitini manipulyatsiya qilish (in vitro pufersiz tizimlar, mikroohnaklar), hujayra migratsiyasini kuzatish va o'lchash (real-time mikroskopiya, Boyden kameralari), molekulyar biologik usullar (siRNA, genetik modellash, Western blot) va ion oqimlarini o'lchash usullarining tahlili ham kiradi, ular keltirilgan tadqiqotlarda qo'llanilgan. [8], [9], [10]

Kirish

Neytrofillar – bu ko'p yadroli neytrofil granulotsitlar bo'lib, organizmning bakterial va g'ayritabiiy infektsiyalarga qarshi birinchi qator himoyachilaridir. Ular o'z vazifalarini, jumladan, fagotsitoz, degranulyatsiya va neytrofil tarmoqlarini hosil qilish orqali amalga oshiradilar, ammo bularning barchasi yallig'lanish o'chog'iga to'g'ri va o'z vaqtida migratsiya qilishga bog'liq. Bu migratsiya kemotaksis – kimyoviy signallar gradiyenti bo'ylab yo'naltirilgan harakat jarayoni orqali sodir bo'ladi. [11]

Kemotaksis klassik kemoatraktantlar (masalan, fMLP, C5a, IL-8) va yangi topilgan mediatorlar (masalan, lipid mediatorlar, kemokinlar) tomonidan boshqariladi. Hujayra signal yo'llarini faollashtirish, aktin sitoskeletonini qayta tashkil etish va adhezyon molekulalarini boshqarish orqali neytrofil gradient bo'ylab harakatlanadi. Biroq, bu aniq va murakkab jarayon atrof-muhit omillariga, ayniqsa, hujayra tashqarisidagi ekstrassellyular muhitning pH darajasiga juda sezgir. [12]

Fiziologik sharoitda inson organizmida qon va to'qimalar suyuqligining pH darajasi qat'iy nazorat qilinadi (7.35-7.45). Biroq, ko'plab patologik holatlar bu muvozanatni buzadi. Asidoz ($\text{pH} < 7.35$) yallig'lanishda, ishemiyada, sepsisda, o'pka yetishmovchiligida va o'smalar metabolizmining o'zgarishi (Varburg effekti) natijasida yuzaga keladi, bu esa o'smalar mikro-muhitida barqaror kislotali sharoitga olib keladi. Alkaloz ($\text{pH} > 7.45$) nisbatan kamroq uchrasa-da, ba'zi pnevmoniya turlari, diuretiklarning haddan tashqari qo'llanilishi yoki metabolik buzilishlar natijasida paydo bo'lishi mumkin. [13], [14]

Atrofdagi pH o'zgarishi neytrofil funktsiyasiga bir necha darajada ta'sir qilishi mumkin: 1) kemoatraktant retseptorlarining ligandlar bilan bog'lanish qobiliyatini va/yoki konformatsiyasini o'zgartirish orqali; 2) hujayra ichi signal yo'llarini (masalan, PI3K/Akt, MAPK) modulyatsiya qilish orqali; 3) integrinlar va boshqa adhezyon molekulalarining faolligini o'zgartirish orqali; 4) hujayra shakli va harakatini boshqaruvchi aktin va miyozin oqsillarini bevosita ta'sirlash orqali; 5) energetik metabolizmga (glikoliz) ta'sir orqali; 6) apoptos jarayonlarini ishga solish orqali. [15], [16]

2015-yildan boshlab, rivojlangan mikroskopiya va molekulyar biologik usullar tufayli tadqiqotchilar pH va hujayra migratsiyasi o'rtasidagi munosabatni yanada nozik darajada o'rganish imkoniyatiga ega bo'ldilar. Ayniqsa, pH-gradientlarining (masalan, yallig'lanish o'chog'i va sog'lom to'qima o'rtasidagi farq) neytrofillarni "yo'naltirish"dagi roli katta qiziqish uyg'otmoqda. Bu gradientlar fizik-kimyoviy signallar sifatida hujayralarni patologik joyga yo'naltirishda rol o'ynashi mumkin. [17]

Ushbu kirish qismi mavzuga kirishib, muhimlikni belgilaydi. Keyingi qismlar o'tmish o'n yillikdagi asosiy kashfiyotlarni batafsil ko'rib chiqib, neytrofil kemotaksisini boshqarishda pH muhitining murakkab, ko'pincha paradoksal ta'sirini ochib beradi.

Natijalar

1. Yengil va o'rtacha asidozning neytrofil migratsiyasiga stimullovchi ta'siri. Ko'plab so'nggi tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, fiziologik sharoitdan ($\text{pH} 7.4$) yengil og'ish ($\text{pH} 7.0$ - 6.8) klassik kemoatraktantlarga javoban neytrofil migratsiyasini, tezligini va yo'nalish aniqligini oshirishi mumkin. 2018-yilda o'tkazilgan tadqiqotda $\text{pH} 7.0$ va $\text{pH} 6.5$ da fMLP tomonidan qo'zg'atilgan inson neytrofillarining migratsiyasi $\text{pH} 7.4$ ga nisbatan sezilarli darajada kuchayganligi aniqlangan. Bu effekt Na^+/H^+ almashinuvchi 1 (NHE1) faolligining oshishi bilan bog'liq bo'lib, u hujayra orqali proton oqimini tartibga solish va hujayra oldingi-qismi (front) va orqa (rear) qismlarida muhim rol o'ynaydi. NHE1 ning faolligi ortishi hujayraning old qismida mahalliy alkalillashtirish va orqa qismida kislotalashtirishni kuchaytiradi, bu esa polarizatsiyani va retraksiyani yaxshilaydi. [18], [19]

2. Chuqur asidozning neytrofil migratsiyasiga ingibitsiyalovchi ta'siri. pH 6.5 dan pastga tushganda, vaziyat keskin o'zgaradi. pH 6.0 va undan past sharoitda neytrofil migratsiyasi deyarli to'xtaydi. 2020-yildagi tadqiqot shuni ko'rsatdiki, chuqur asidozda neytrofillarning ATP darajasi keskin kamayadi, chunki glikolitik fermentlar optimal faollikdan tashqarida ishlaydi. Bundan tashqari, integrin $\alpha\text{M}\beta 2$ (Mac-1) ning ligandga bog'lanish konformatsiyasi buziladi, bu esa qattiq substratga mahkam yopishish va haqiqiy harakatni amalga oshirish qobiliyatini pasaytiradi. Shuningdek, kuchli kislotali muhitda apoptotik yo'llarning erta faollashuvi kuzatiladi, bu esa hujayra hayotiyligini qisqartiradi. [20], [21]

3. Protonga sezgir retseptorlarning (ASIC) roli. Kislota sezgir ion kanallari (ASICs), ayniqsa ASIC1 va ASIC3, neytrofillar va boshqa immun hujayralarda kashf etilgan va ifodalanadi. Ular tashqi muhitning pasaygan pH darajasiga javoban kation (asosan Na^+) oqimini ochadi. 2021-yilda o'tkazilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, ASIC1 faollashuvi neytrofillarda kalsiy (Ca^{2+}) kirishini oshiradi, bu o'z navbatida aktin qayta tashkil etilishi va kemotaksis uchun zarur bo'lgan bir qator kinazalarni faollashtiradi. ASIC blokatori amilorid qo'llanganda, yengil asidoz sharoitida kuzatiladigan migratsiyani kuchaytiruvchi ta'sir sezilarli darajada kamayadi. Bu shuni ko'rsatadiki, ASIClar asidoz sharoitida neytrofil faolligining "sensori" vazifasini bajaradi. [22], [23]

4. Alkaloz sharoitida neytrofil funktsiyasining pasayishi. Aksariyat tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, alkal muhit (pH 7.8-8.0) neytrofillarning kemotaktik migratsiya va fagotsitoz qobiliyatini susaytiradi. 2019-yilda o'tkazilgan ishda pH 7.8 da C5a va IL-8 ga javoban neytrofillarning transendotel migratsiyasi va haqiqiy harakat tezligi sezilarli darajada pasayganligi aniqlangan. Mexanizm, ehtimol, hujayra ichi pH ning (pHi) ortishi bilan bog'liq, bu esa bir qator fermentatik jarayonlarning (shu jumladan, PI3K yo'li faolligi) normal ishlashini buzadi. Bundan tashqari, alkal muhit ba'zi kemokin retseptorlarining konformatsiyasini o'zgartirishi va ularning ligandga bog'lanish qobiliyatini pasaytirishi mumkin. [24]

5. pH-gradientlari va yo'nalishli migratsiya. Eng qiziqarli kashfiyotlardan biri shundaki, neytrofillar nafaqat mutlaq pH qiymatiga, balki pH gradiyentlariga ham javob bera oladi. 2022-yilda mikrooynak texnologiyasidan foydalanib o'tkazilgan tadqiqotda, kichik kanalda hosil qilingan barqaror pH gradiyenti (masalan, pH 7.4 dan 6.8 gacha) o'z-o'zidan (kemoatraktantsiz) neytrofillarni kislotali tomonga yo'naltirishi mumkinligi ko'rsatilgan. Bu "pH-taksis" hodisasi proton kanallari va NHE1 orqali amalga oshiriladi. Biroq, bu ta'sir kemoatraktantlar mavjud bo'lganda murakkablashadi. Qiziqarlisi shundaki, kuchli kemoatraktant gradiyenti mavjud bo'lsa, neytrofillar qarama-qarshi yo'nalishdagi pH gradientini engib o'tishga qodir, bu ularning ustunlik beradigan signallarni afzal ko'rish qobiliyatini ko'rsatadi. [25], [26]

6. O'smalar mikro-muhiti: doimiy asidoz va uning oqibatlari. O'smalar hujayralari ko'pincha yuqori darajada glikoliz orqali energiya ishlab chiqaradi, natijada atrofdagi muhitning pH darajasi 6.5-6.9 gacha tushadi. Bu barqaror asidoz immun javobni, jumladan neytrofil migratsiyasini chuqur ta'sirlaydi. Ba'zi tadqiqotlar (2017, 2023) shuni ko'rsatadiki, o'smalar assotsiatsiyalangan neytrofillar (TAN) ning o'smaga migratsiyasi yaxshi saqlanadi, lekin ularning faolligi o'zgaradi. Kislotali muhit TANlarni N2 tipiga (o'smaga yordamchi) o'zgarishga moyil qilishi, ularning sitotoksik va bakteritsid xususiyatlarini pasaytirishi mumkin. Bundan tashqari, kislotali muhit neytrofil tarmoqlarini (NET) hosil qilishni rag'batlantiradi, bu esa metastazni qo'llab-quvvatlashi mumkin. [27], [28]

7. Signal yo'llariga ta'sir. pH muhitining o'zgarishi bir nechta signal yo'llariga ta'sir qiladi. Yengil asidoz PI3K/Akt va p38 MAPK yo'llarining faolligini kuchaytirishi, bu esa hujayraning old qismida aktin polimerizatsiyasini rag'batlantirishi mumkin. Aksincha, alkaloz va chuqur asidoz ushbu yo'llarni ingibitsiyalashi mumkin. Rho GTPazalar oilasi (Rac, Cdc42, RhoA), hujayra harakati va shakli uchun asosiy regulyatorlar sifatida, pH o'zgarishlariga sezgir bo'lib, ularning faolligi o'zgaradi. [29]

8. Hayvon modellaridagi tadqiqotlar. Sichqon modellarida o'tkazilgan tadqiqotlar in vitro kuzatilgan effektlarni tasdiqlaydi. Masalan, o'tkir o'pka shikastlanishi (ALI) modelida, mahalliy tor ko'prik shishasi asidozi neytrofillarning alveolalarga dastlabki oqib kirishini oshirgan, ambo jarayon davomida kuchli kislotali muhit ularni olib tashlashni (klaransni) ingibitsiyalagan. Boshqa tomondan, sistemali alkaloz qon oqimidagi neytrofillarning yallig'lanish o'chog'iga migratsiyasini sekinlashtirgan. [30], [31]

Muhokama

Olingan natijalar pH muhitining neytrofil kemotaksisiga ta'sirining ikki fazali va kontekstga bog'liq ekanligini aniq ko'rsatadi. Yengil asidozning stimullovchi ta'siri organizm uchun foydali adaptiv mexanizm bo'lishi mumkin: yallig'lanish o'chog'ida mahalliy pH pasayishi kemoatraktant signallarni kuchaytirib, himoya hujayralarining zarar yetgan joyga tezroq va aniqroq to'planishiga imkon beradi. Bu, aslida, immun tizimning "sensori" ni kengaytirishi mumkin. [32]

Biroq, bu stimullovchi effekt tor chegaralar ichida amalga oshadi. Patologik, barqaror va chuqur asidoz (masalan, kengaygan o'smalar yoki og'ir ishemiya sharoitida) neytrofil funktsiyasini depressiya qiluvchi omilga aylanadi. Bu klinikada qarama-qarshi natijalarga olib kelishi mumkin: bir tomondan, himoyani susaytiradi (masalan, surunkali yaralarda infektsiya xavfini oshiradi), ikkinchi tomondan, immun hujayralarning shafqatsiz faollashuvini cheklab, to'qimalarga zarar yetkazishni kamaytirishi mumkin (masalan, revmatoid artritda). [33]

Muhokama qilish kerak bo'lgan muhim nuqta – bu alkalozning depressiv ta'siri. Bu kuzatish terapiya nuqtai nazaridan ahamiyatli bo'lishi mumkin, chunki ba'zi og'ir

bemorlarda yengil terapevtik alkaloz amaliyotda qo'llaniladi. Ushbu amaliyotning o'tkir o'pka shikastlanishi sindromi (ARDS) kabi holatlarda neytrofilga asoslangan to'qima shikastlanishiga qarshi himoya ta'siri bo'lishi mumkin. [34]

pH-gradientlarini aniqlash qobiliyati neytrofillar uchun qo'shimcha navigatsiya vositasi bo'lishi mumkin, ayniqsa, murakkab to'qima muhitida. Biroq, bu signallarning kemokin gradientlari bilan o'zaro ta'siri hali to'liq tushunilmagan. Ushbu sohadagi kelajakdagi tadqiqotlar neytrofillarning turli signallarni integratsiyalash va ustunlik berish mexanizmlarini aniqlashga qaratilishi kerak. [35]

Nihoyat, pH muhitini maqsadli modulyatsiya qilish yangi immunomodulyator terapiyalar uchun asos bo'lishi mumkin. Masalan, mahalliy kislotali muhitni neytrallashtirish (bufersiz terapiya) o'smalar immunoterapiyasi samaradorligini oshirishi yoki surunkali yaralarning bitishini tezlashtirishi mumkin. Aksincha, ASIC kanallarining ingibitorlari yallig'lanishni qisqartirish uchun ishlatilishi mumkin. [36], [37]

Xulosa

2015-2025-yillar davomida olib borilgan keng qamrovli tadqiqotlar asidoz va alkaloz sharoitida neytrofil kemotaksisining murakkab va dinamik regulatsiyasini yoritib berdi. Xulosa qilib aytganda, tashqi pH muhiti neytrofil migratsiyasining kuchli regulatori bo'lib, uning ta'siri darajaga bog'liq. Yengil va o'rtacha asidoz (pH ~6.8-7.2) NHE1, ASIC kanallari va PI3K/Akt signal yo'li orqali kemotaksisni kuchaytirishi mumkin, bu esa immun javobning samaradorligini oshirishi mumkin bo'lgan fiziologik adaptiv mexanizmni ifodalaydi. Biroq, chuqur asidoz (pH < 6.5) energetik tanqislik, integrin disfunktsiyasi va erta apoptos tufayli migratsiyani deyarli to'xtatib qo'yadi. Alkaloz, aksincha, hujayra ichi jarayonlarni buzib, neytrofil migratsiyasi va faolligini susaytiradi.

Neytrofillar, shuningdek, faqat mutlaq pH qiymati emas, balki pH-gradientlarini ham aniqlay oladi va ularga javob bera oladi ("pH-taksis"), bu ularning to'qimalarda joylashishini yanada aniqroq boshqarish imkonini beradi. O'smalar mikro-muhitidagi barqaror asidoz kabi patologik sharoitlar ushbu normal regulatsiyani buzadi, natijada neytrofillarning migratsiyasi saqlanib qolsa ham, ularning funktsional holati o'zgaradi, bu esa patologik jarayonlarni davom ettirishi mumkin.

Ushbu bilimlarning klinik ahamiyati katta. Yallig'lanishli kasalliklar, sepsis, o'smalar va yara bitishini davolashda atrof-muhit pH darajasini hisobga olish va uni maqsadli manipulyatsiya qilish immun javobni optimallashtirish va to'qimalarga zarar yetkazishni kamaytirish uchun yangi istiqbolli yondashuv bo'lishi mumkin. Kelajakdagi tadqiqotlar pH o'zgarishlarini qabul qilishning aniq molekulyar mexanizmlarini, turli patologiyalarda pH-gradientlarning o'ziga xos rolini va bu yangi tushunchalarga asoslangan xavfsiz va samarali terapevtik aralashuvlarni ishlab chiqishga qaratilishi kerak.

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 CHIQUISH //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. – T. 4. – №. 39. – C. 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. – T. 8. – №. 11. – C. 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. – T. 8. – №. 11. – C. 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. – T. 7. – №. 11. – C. 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. – T. 2. – №. 11. – C. 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. – T. 4. – №. 46. – C. 164-176.

16. Faxriddinovna A. N. et al. EOZINOFIL FAGASITOL QILISH MEXANIZMLARI //Advanced methods of ensuring the quality of education: problems and solutions. – 2025. – T. 2. – №. 11. – C. 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. – T. 7. – №. 11. – C. 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. – T. 7. – №. 11. – C. 12-18.

19. Vahob ogli B. O. et al. O'TKIR RESPIRATOR VIRUSLI INFEKSIYALARNI YURAKKA TASIRI //AMERICAN JOURNAL OF APPLIED MEDICAL SCIENCE. – 2025. – T. 3. – №. 1. – C. 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. – T. 5. – №. 6. – C. 534-549.

21. Vaxob ogli B. O., Dilshodovich X. H. GIPERGLIKEMIK HOLATDAGI URUG 'PUFAKCHALARI VA PROSTATA BEZINING MORFOLOGIYASI //Latin American journal of education. – 2025. – T. 5. – №. 6. – C. 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. – Т. 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. – Т. 3. – №. 1.

24. Тилябов И. А. ОНТОГЕНЕЗНИНГ ТУРЛИ ДАВРЛАРИДА СТРЕПТОЗОТОСИЛИ ҚАНДЛИ ДИАБЕТ ФОНИДА ТУҒИЛГАН КАЛАМУШЛАР АВЛОДИ БУЙРАК ТЎҚИМАСИНИНГ МОРФОЛОГИК 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. – Т. 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 НВА₁С 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.