



MAKTAB YOSHIDAGI BOLALAR OVQATLANISHIDA MIKROELEMENTLAR YETISHMOVCHILIGI (TEMIR, RUX, SELEN) BO'LGANDA IMMUNITETDAGI O'ZGARISHLAR

Xaitov Javohir Baxodirovich

Toshkent Davlat Tibbiyot Universiteti

Bolalar, o'smirlar va ovqatlanish gigiena kafedrasida dotsenti

Xalilov Hikmatulla Dilshod o'g'li

Toshkent Davlat Tibbiyot Universiteti

Normal va patologik fiziologiya kafedra katta o'qituvchisi

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18731900>

Annotatsiya: Maktab yoshi – bu bolalar organizmining jadal o'sishi, psixomotor rivojlanishi va immun tizimining yakuniy shakllanishi bilan kechadigan muhim bosqichdir. Ushbu davrda organizmning to'g'ri rivojlanishi va tashqi muhit omillariga, xususan infeksiyon agentlarga qarshi samarali himoya qila olishi ko'p jihatdan mikroelementlar bilan ta'minlanganlik darajasiga bog'liq. Temir, rux va selen muhim immunoregulyator mikroelementlar hisoblanib, ularning har biri immun tizimining tug'ma va orttirilgan bo'limlari faoliyatida o'ziga xos, o'rnini bosib bo'lmaydigan rollarni bajaradi [2]. So'nggi o'n yillikda (2015-2025) dunyoning yetakchi ilmiy bazalarida (PubMed, Scopus, Web of Science) chop etilgan keng ko'lamli tadqiqotlar, meta-tahlillar va klinik kuzatuvlar natijalari ushbu mikroelementlarning yetishmovchiligi bolalar immunitetida chuqur va ko'p qirrali salbiy o'zgarishlarga olib kelishini ishonchli tarzda tasdiqlaydi. Temir yetishmovchiligi nafaqat kamqonlikka, balki neytrofillarning fagotsitar faolligi va oksidlovchi portlash qobiliyatining pasayishiga, limfotsitlarning proliferatsiyasining susayishiga va sitokinlar muvozanatining buzilishiga olib keladi,. Rux etishmovchiligi timulin gormoni faolligini pasaytiradi, T-limfotsitlarning differentsiatsiyasi va faollashuvini buzadi, shuningdek, toll-like retseptorlari (TLR) orqali signal uzatilishini zaiflashtirib, yallig'lanish oldi sitokinlarining ishlab chiqarilishini kamaytiradi,. Selen yetishmovchiligi esa organizmning antioksidant himoya tizimining asosiy fermentlari – glutatsionperoksidaza (GPx) va tiorodoksinreduktaza (TrxR) sintezining pasayishiga olib keladi, bu esa oksidlovchi stressning kuchayishiga, viruslarga qarshi immunitetning susayishiga va yallig'lanish jarayonlarining surunkali kechishiga sabab bo'ladi. Ushbu maqolada mazkur mikroelementlar yetishmovchiligining immun tizimidagi patofiziologik mexanizmlari, ularning klinik va laborator ko'rinishlari hamda oldini olish strategiyalari haqidagi zamonaviy ilmiy qarashlar tizimlashtirilgan. Maqola pediatrlar, immunologlar, bolalar ovqatlanishi mutaxassislari va tibbiyot oliygohlarining katta kurs talabalari uchun mo'ljallangan.

Kalit so'zlar: temir yetishmovchiligi, rux yetishmovchiligi, selen yetishmovchiligi, maktab bolalari, immunitet, fagotsitoz, T-limfotsitlar, sitokinlar, antioksidant himoya, infeksiyaga qarshilik.

Tadqiqot maqsadi: Ushbu maqolaning asosiy maqsadi – 2015-2025-yillar oralig'ida nufuzli xalqaro ilmiy nashrlarda chop etilgan tadqiqotlar asosida maktab yoshidagi bolalarda temir, rux va selen kabi muhim mikroelementlarning yetishmovchiligi natijasida immun tizimida yuzaga keladigan patofiziologik o'zgarishlarni tizimlashtirish va batafsil yoritishdan iborat. Maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilandi: har bir mikroelement (temir, rux, selen) yetishmovchiligining immun tizimining tug'ma (fagotsitoz, neytrofillar faolligi,

komplement tizimi) va orttirilgan (hujayraviiy va gumoral immunitet) qismlariga ta'sir mexanizmlarini tahlil qilish; ushbu yetishmovchiliklar bilan bog'liq holda bolalarda uchraydigan infeksiyon kasalliklarga chalinish tezligi va ularning kechish xususiyatlaridagi o'zgarishlarni baholash; mikroelementlar yetishmovchiligi sharoitida sitokinlar muvozanatining (IL-2, IL-4, IL-6, IL-10, IFN- γ , TNF- α) buzilishini tahlil qilish, , ; va ushbu immunologik o'zgarishlarni korreksiyalashda mikroelementlar bilan davolashning samaradorligi haqidagi mavjud dalillarni umumlashtirish. Ushbu ma'lumotlar pediatriya amaliyotida mikroelementlar yetishmovchiligining oldini olish va erta diagnostika qilish hamda immunitet buzilishlarini korreksiyalash bo'yicha strategiyalarni ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Tadqiqot uslublari: Ushbu maqola maktab yoshidagi bolalarda temir, rux va selen yetishmovchiligining immunitetga ta'siri bo'yicha 2015-2025-yillar oralig'ida chop etilgan ilmiy adabiyotlarning tizimli tahlili asosida yozilgan. Ma'lumotlarni to'plash uchun PubMed (MEDLINE), Scopus, Web of Science, va Cochrane Library kabi xalqaro ilmiy bazalarida qidiruv olib borildi. Qidiruv strategiyasida "iron deficiency", "zinc deficiency", "selenium deficiency", "children", "adolescents", "immune system", "immunity", "phagocytosis", "lymphocytes", "cytokines", "oxidative stress" kabi kalit so'zlar va ularning kombinatsiyalaridan foydalanildi. Qidiruv natijasida topilgan nashrlar orasidan birinchi navbatda meta-tahlillar, tizimli tahlillar, randomizatsiyalangan nazoratli tadqiqotlar va keng ko'lamli kohort tadqiqotlariga ustunlik berildi. Shuningdek, mikroelementlarning immunologik mexanizmlariga oid fundamental tadqiqot natijalari ham tahlilga kiritildi. Ma'lumotlarning ishonchligini ta'minlash maqsadida faqatgina ilmiy hamjamiyat tomonidan tan olingan, impakt-faktori yuqori bo'lgan jurnallarda chop etilgan va aniq laborator hamda klinik natijalarni taqdim etgan maqolalar tanlab olindi. Har bir mikroelement bo'yicha to'plangan ma'lumotlar immun tizimining tug'ma va orttirilgan qismlariga ta'siri nuqtai nazaridan tahlil qilindi va tizimlashtirildi. Maqolada keltirilgan ma'lumotlarning asosligi va dolzarbligini ta'minlash uchun birlamchi tadqiqot natijalari bilan bir qatorda, so'nggi yillarda e'lon qilingan xalqaro klinik tavsiyalar va qo'llanmalardan ham foydalanildi [2], [4], [6].

Kirish: Bolalik va o'smirlik davri, ayniqsa maktab yoshi, inson organizmining eng jadal o'sishi va rivojlanishi bilan kechadigan muhim bosqichdir. Bu davrda nafaqat tana vazni va bo'yi ortadi, balki barcha a'zo va tizimlar, jumladan, immun tizimining ham funktsional jihatdan yakuniy shakllanishi sodir bo'ladi. Immun tizimining to'liq va samarali faoliyat yuritishi, bolaning infeksiyon kasalliklarga qarshi turg'unligini ta'minlash, allergik va autoimmun reaksiyalarning oldini olishda hal qiluvchi ahamiyatga ega. Ushbu murakkab tizimning normal ishlashi ko'plab omillarga, xususan, organizmning mikroelementlar, jumladan temir, rux va selen bilan yetarli darajada ta'minlanganligiga bevosita bog'liq [2], [6]. Ushbu mikroelementlar "muhim" (essensial) hisoblanadi, chunki ular organizmda sintez qilinmaydi va ularga bo'lgan ehtiyoj faqat ovqatlanish orqali qoplanishi mumkin. Afsuski, dunyo miqyosida, jumladan, rivojlangan mamlakatlarda ham maktab yoshidagi bolalar orasida ushbu mikroelementlarning yetishmovchiligi keng tarqalgan muammo bo'lib qolmoqda. Masalan, AQShda o'tkazilgan NHANES tadqiqotiga ko'ra, 12-21 yoshli qizlarning 38.6 foizida temir yetishmovchiligi aniqlangan bo'lsa, 6-11 yoshli bolalarning ma'lum qismida rux va selen bilan ta'minlanganlik darajasi tavsiya etilgan me'yordan past ekanligi qayd etilgan [2], [6].

Temir (Fe) – organizmdagi eng muhim mikroelementlardan biri bo'lib, u nafaqat gemoglobin tarkibiga kirib kislorod tashilishini ta'minlaydi, balki immun hujayralarining

normal faoliyati uchun ham zarur. Temirning immun tizimiga ta'siri ko'p qirrali. Birinchidan, u neytrofillar va makrofaglarning fagotsitar faolligi hamda ular tomonidan bakteriyalarni o'ldirish mexanizmi bo'lgan "oksidlovchi portlash" (oxidative burst) jarayoni uchun kofaktor hisoblanadi. Oksidlovchi portlash jarayonida neytrofillar tomonidan ishlab chiqarilgan erkin radikallar (masalan, vodorod peroksid) bakteriyalarni yo'q qiladi va bu jarayonda temir saqlovchi fermentlar (masalan, mieloperoksidaza) faol ishtirok etadi [3]. Ikkinchidan, temir limfotsitlar, xususan T-limfotsitlarning proliferatsiyasi va differentsiatsiyasi uchun zarur. Temir yetishmovchiligi sharoitida limfotsitlarning DNK sintezi va hujayra siklidagi muhim fermentlarning faolligi pasayadi, bu esa ularning ko'payish qobiliyatini cheklaydi. Uchinchidan, temir sitokinlar ishlab chiqarilishini tartibga solishda ishtirok etadi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, temir tanqisligi bo'lgan bolalarda yallig'lanish oldi (pro-inflammatory) va yallig'lanishga qarshi (anti-inflammatory) sitokinlar o'rtasidagi muvozanat buziladi. Xususan, temir tanqisligi bo'lgan bolalarda interleykin-6 (IL-6) va interferon-gamma (IFN- γ) kabi muhim sitokinlarning ishlab chiqarilishi pasayadi, bu esa organizmning infeksiyaga qarshi javobini susaytiradi [7]. Gabonda o'tkazilgan bir tadqiqotda o'tkir febril kasallik bilan og'rigan bolalarda transferrin saturatsiyasi (temir bilan ta'minlanganlik ko'rsatkichi) past bo'lganlarda IL-6, IL-10 va IL-2 darajalari ham sezilarli darajada past ekanligi aniqlangan, bu esa temir va immun javob o'rtasidagi chambarchas bog'liqlikni yana bir bor tasdiqlaydi [7].

Rux (Zn) – immun tizimi uchun eng muhim mikroelementlardan biri hisoblanadi. U 300 dan ortiq fermentlar, jumladan, DNK va RNK polimerazalarning tarkibiga kiradi va hujayra bo'linishi, oqsil sintezi va gen ekspressiyasi kabi asosiy jarayonlarda muhim rol o'ynaydi. Ruxning immun tizimidagi roli, ayniqsa, T-limfotsitlarning yetilishi va faollashuvida muhim ahamiyatga ega. U timusda ishlab chiqariladigan va T-limfotsitlarning yetilishini ta'minlovchi timulin gormonining biologik faolligi uchun zarur. Rux yetishmovchiligi bo'lgan bolalarda timus atrofiyasi va T-limfotsitlar sonining kamayishi kuzatiladi [2]. Shuningdek, rux T-limfotsitlarning mitogenlar va antigenlarga javoban proliferatsiyasini ta'minlaydi, Th1 va Th2 hujayralari o'rtasidagi muvozanatni saqlaydi. Rux yetishmovchiligi sharoitida Th1 javobining susayishi (IFN- γ , IL-2 ishlab chiqarilishining kamayishi) va Th2 javobining nisbatan ustunligi kuzatiladi, bu esa organizmni viruslar va ba'zi bakteriyalarga nisbatan zaiflashtirishi mumkin. So'nggi yillarda ruxning tug'ma immunitetdagi yana bir muhim vazifasi aniqlandi – u toll-like retseptorlari (TLR) signal yo'lining muhim komponenti hisoblanadi. TLRlar patogenlarning molekulyar strukturalarini tanib olish va yallig'lanish javobini boshlash uchun javobgardir. Tayvanda 1 yoshdan 5 yoshgacha bo'lgan bolalar ishtirokida o'tkazilgan prospektiv kohort tadqiqotida zardobdagi rux darajasi TLR ligandlari bilan stimulyatsiyadan keyin ishlab chiqariladigan TNF- α va IL-6 kabi sitokinlar darajasi bilan ijobiy korrelyatsiya qilishi aniqlangan. Xuddi shu tadqiqotda rux darajasi past bo'lgan bolalarda pnevmoniya va enterokolit bilan kasallanish xavfi sezilarli darajada yuqori ekanligi ko'rsatilgan [8]. Bu ruxning nafaqat immunitetni shakllantirish, balki amaliyotda bolalarni infeksiyalardan himoya qilishdagi muhim rolini tasdiqlaydi.

Selen (Se) – organizmda juda kam miqdorda bo'lishiga qaramay, immun tizimi, endokrin tizim va antioksidant himoyada muhim rol o'ynaydigan mikroelementdir. Selenning biologik ta'siri asosan uning selenoproteinlar tarkibiga kirishi bilan bog'liq. Hozirgi kunga kelik, inson organizmida 25 dan ortiq selenoproteinlar aniqlangan bo'lib, ularning aksariyati immun tizimi va antioksidant himoyada ishtirok etadi. Selen yetishmovchiligi immunitetdagi eng muhim o'zgarishlardan biri – antioksidant himoyaning susayishiga olib keladi. Glutatsionperoksidaza

(GPx) va tiorodoksinreduktaza (TrxR) kabi selen saqlovchi fermentlar hujayralarni oksidlovchi stressdan (erkin radikallarning zararli ta'siridan) himoya qiladi. Immun hujayralari (neytrofillar, makrofaglar) infeksiyaga qarshi kurashish uchun ko'p miqdorda erkin radikallar ishlab chiqaradi. Agar selen yetishmovchiligi tufayli GPx va TrxR faolligi pasaysa, immun hujayralarining o'zlari ham o'zlarining himoya mexanizmlari ta'sirida zararlanishi mumkin, bu esa ularning faoliyat muddatini qisqartiradi va apoptozga (programmalashtirilgan o'lim) olib keladi. Bundan tashqari, selen viruslarga qarshi immunitetda muhim rol o'ynaydi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, selen yetishmovchiligi bo'lgan organizmlarda viruslar (gripp virusi, koksaki virusi, va hatto SARS-CoV-2) tezroq replikatsiyalanadi va patogenligi yuqori bo'lgan mutant shakllar paydo bo'lish xavfi ortadi [1]. COVID-19 pandemiyasi davrida o'tkazilgan tadqiqotlarda selen darajasi past bo'lgan populyatsiyalarda kasallikning og'ir kechishi va o'lim holatlari ko'proq qayd etilgani bu fikrni tasdiqlaydi [1]. Selen, shuningdek, T-limfotsitlar faollashuvi va sitotoksik faolligi, B-limfotsitlar tomonidan antitelolar ishlab chiqarilishi uchun ham zarur.

Mazkur kirish qismida qisqacha tavsiflanganidek, temir, rux va selen maktab yoshidagi bolalar immunitetining shakllanishi va samarali faoliyati uchun muhim ahamiyatga ega. Keyingi bo'limlarda ushbu mikroelementlarning har birining yetishmovchiligida immun tizimida kuzatiladigan aniq o'zgarishlar batafsil tahlil qilinadi.

Natijalar: Tahlil qilingan adabiyotlar asosida maktab yoshidagi bolalarda temir, rux va selen yetishmovchiligi immun tizimining turli bo'limlarida bir qator o'ziga xos va umumiy o'zgarishlarga olib kelishi aniqlandi. Ushbu bobda har bir mikroelement yetishmovchiligida kuzatiladigan immunologik o'zgarishlar, ularning mexanizmlari va klinik ahamiyati batafsil yoritiladi.

Temir yetishmovchiligining immunitetga ta'siri. Temir yetishmovchiligi, hatto anemiya bosqichiga o'tmasdan turib ham, immun tizimida sezilarli o'zgarishlarga sabab bo'ladi. Eng ko'p o'rganilgan va ishonchli dalillar to'plagan ta'sirlar tug'ma immunitetga tegishlidir. Bir qator tadqiqotlar temir tanqisligi bo'lgan bolalarda neytrofillarning fagotsitar faolligi sezilarli darajada pasayishini ko'rsatgan [3]. Misrda o'tkazilgan bir nazoratli tadqiqotda temir tanqisligi anemiyasi (TTA) bo'lgan 40 nafar bola va 20 nafar sog'lom bola solishtirilgan. Natijalar shuni ko'rsatdiki, TTA guruhidagi bolalarda neytrofillarning fagotsitar faolligi va oksidlovchi portlash qobiliyati nazorat guruhidagilarga nisbatan statistik jihatdan sezilarli darajada past bo'lgan ($p < 0.05$) [3]. Bu holat bakteriyalarni samarali o'ldirish qobiliyatining pasayishiga va natijada bakterial infeksiyalarga chalinish xavfining ortishiga olib keladi. Temir yetishmovchiligining ushbu ta'siri mexanizmi temirga bog'liq bo'lgan mieloperoksidaza fermenti faolligining pasayishi bilan bog'liq. Mieloperoksidaza neytrofillarning fagolizosomalarida vodorod peroksiddan gipoxlorit kislota (kuchli antibakterial vosita) hosil qilish uchun zarur.

Temir yetishmovchiligi, shuningdek, gumoral va hujayraviy immunitetga ham ta'sir qiladi. T-limfotsitlarning mitogenlarga javoban proliferatsiyasi pasayadi, bu limfotsitlarning DNK sintezi uchun zarur bo'lgan ribonukleotidreduktaza fermenti faolligining temirga bog'liqligi bilan izohlanadi. Sitokin profili tahlilida esa muhim o'zgarishlar kuzatiladi. Yuqorida tilga olingan tadqiqotda TTA guruhidagi bolalarda zardobdagi IL-6 darajasi nazorat guruhidagilarga nisbatan sezilarli darajada past bo'lganligi aniqlangan. Bundan tashqari, IL-6 darajasi bilan zardobdagi temir darajasi o'rtasida ijobiy korrelyatsiya qayd etilgan ($r = 0.41$, $p < 0.05$) [3]. IL-6 yallig'lanish javobi va B-limfotsitlarning plazmatik hujayralarga differentsiatsiyasi uchun muhim sitokin bo'lib, uning kamayishi antitelolar ishlab chiqarishning

pasayishiga olib kelishi mumkin. Gabonda o'tkazilgan kengroq tadqiqotda ($n=197$) o'tkir febril kasallik bilan og'rigan bolalarda temir homeostazi va sitokin javobi o'rtasidagi murakkab bog'liqlik aniqlangan. Xususan, malaria bilan kasallangan bolalarda transferrin saturatsiyasi (temir bilan ta'minlanganlik ko'rsatkichi) IL-10 va IL-6 bilan salbiy korrelyatsiya qilgan. Bu esa malariya infeksiyasi vaqtida organizmda temir metabolizmining murakkab tarzda o'zgarishini va bu o'zgarishlarning immun javobga ta'sirini ko'rsatadi [7]. Temir yetishmovchiligi bo'lgan bolalarda immunoglobulinlar (IgG, IgA, IgM) darajasi haqidagi ma'lumotlar esa bir-biriga zid. Ba'zi tadqiqotlar IgG darajasining pasayishini qayd etgan bo'lsa [3], boshqa tadqiqotlarda sezilarli o'zgarishlar aniqlanmagan. Bu nomutanosiblik tadqiqotlar dizayni, bolalarning yoshi va temir tanqisligi darajasidagi farqlar bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

Rux yetishmovchiligining immunitetga ta'siri. Rux yetishmovchiligi immun tizimining deyarli barcha qismlariga, ayniqsa hujayraviy immunitetga kuchli salbiy ta'sir ko'rsatadi. Rux tanqisligining eng muhim oqibatlaridan biri timus faoliyatining buzilishidir. Rux timus tomonidan ishlab chiqariladigan timulin gormonining biologik faol shaklga o'tishi uchun zarur. Rux yetishmovchiligi bo'lgan bolalarda timusning hajmi kichiklashishi (atrofiya) va timulin faolligining pasayishi natijasida qonda yetilgan T-limfotsitlar (CD3+ hujayralar) soni kamayadi. Xususan, yordamchi T-limfotsitlar (CD4+) va sitotoksik T-limfotsitlar (CD8+) muvozanati buziladi [2]. Bu holat organizmning, ayniqsa, viruslar va hujayra ichidagi bakteriyalarga qarshi samarali javob qaytarish qobiliyatini pasaytiradi. Rux yetishmovchiligi, shuningdek, tabiiy killer (NK) hujayralarning faolligini ham susaytiradi, bu esa virus bilan zararlangan va o'simta hujayralarini yo'q qilish samaradorligini kamaytiradi.

Ruxning toll-like retseptorlari (TLR) signalizatsiyasidagi roli so'nggi yillarda keng tadqiq qilinmoqda. TLRlar tug'ma immunitetning asosiy retseptorlari bo'lib, ular patogenlarning molekulyar strukturalarini tanib oladi va yallig'lanish javobini boshlaydi. Liao va boshqalar (2025) tomonidan Tayvanda 1 yoshdan 5 yoshgacha bo'lgan 961 nafar bola ishtirokida o'tkazilgan prospektiv kohort tadqiqotida zardobdagi rux darajasi TLR ligandlari (lipopolisaxarid, peptidoglikan va boshqalar) bilan stimulyatsiyadan keyin mononuklear hujayralar tomonidan ishlab chiqarilgan TNF- α , IL-6 va IL-10 darajalari bilan ijobiy korrelyatsiya qilishi aniqlangan. Ya'ni, rux darajasi past bo'lgan bolalarda TLR stimulyatsiyasiga javoban yallig'lanish sitokinlarining ishlab chiqarilishi susaygan [8]. Ushbu tadqiqotda rux darajasi past bo'lgan bolalarda 3 yoshgacha bo'lgan davrda pnevmoniya bilan kasallanish xavfi (aOR: 0.94; 95% CI: 0.90–0.99) va 5 yoshgacha enterokolit bilan kasallanish xavfi (aOR: 0.96; 95% CI: 0.93–0.99) yuqori ekanligi ham qayd etilgan. Bu ruxning TLR orqali immun javobni modulyatsiya qilish va bolalarni infeksiyalardan himoya qilishdagi muhim rolini amaliyotda tasdiqlaydi [8].

Rux yetishmovchiligi bolalarda allergik kasalliklar bilan ham bog'liq. Allergiya mexanizmidagi Th2 javobining ustunligi muhim rol o'ynaydi. Rux yetishmovchiligi Th1 javobini susaytirib, Th2 javobining nisbatan ustunligiga olib kelishi mumkin. Italian olimlari tomonidan 2025 yilda chop etilgan bir tadqiqotda ruxning pediatrik astma va allergik rinitdagi roli tahlil qilingan. Tadqiqotga ko'ra, astma bilan og'rigan bolalarda qon zardobidagi rux darajasi sog'lom bolalarnikiga nisbatan past bo'lib, bu nafas olish funktsiyalarining yomonlashuvi va kasallik simptomlarining og'irlashuvi bilan korrelyatsiya qiladi. Mualliflarning fikricha, rux yallig'lanishga qarshi va antioksidant ta'siri orqali nafas yo'llaridagi yallig'lanishni kamaytirishi mumkin [4].

Selen yetishmovchiligining immunitetga ta'siri. Selen yetishmovchiligining immunitetga ta'siri, birinchi navbatda, organizmning antioksidant himoya tizimining zaiflashishi bilan bog'liq. Selen saqlovchi glutatsionperoksidaza (GPx) va tiorodoksinreduktaza (TrxR) fermentlari hujayralarni, jumladan immun hujayralarini oksidlovchi stressdan himoya qilishda markaziy rol o'ynaydi. Immun hujayralari (neytrofillar, makrofaglar) infeksiyon agentlarni yo'q qilish jarayonida ko'p miqdorda reaktiv kislorod turlarini (ROS) ishlab chiqaradi. Agar selen yetishmovchiligi tufayli GPx va TrxR faolligi pasaysa, bu hujayralar o'zlarining ishlab chiqargan toksik moddalari ta'sirida shikastlanadi va erta apoptozga uchraydi. Natijada, immun javobning samaradorligi pasayadi va yallig'lanish jarayoni surunkali tus olishi mumkin [1]. Deeva va boshqalarning (2025) selenning biokimyoviy roli haqidagi keng qamrovli tahliliy maqolasida selen yetishmovchiligi sharoitida neytrofillar va makrofaglarning bakteritsid faolligi pasayishi, ularning migratsiya va fagotsitoz qobiliyati susayishi qayd etilgan [1].

Selen viruslarga qarshi immunitetda muhim ahamiyatga ega. Selen yetishmovchiligi bo'lgan organizmlarda viruslar (gripp virusi, koksaki virusi, gepatit C virusi, OIV) tezroq replikatsiyalanadi va ularning patogenligi ortadi. Buning bir qancha sabablari bor. Birinchidan, selen yetishmovchiligi tufayli yuzaga kelgan oksidlovchi stress virus replikatsiyasi uchun qulay muhit yaratadi, chunki ko'plab viruslar oksidlovchi stressni kuchaytirish orqali o'z replikatsiyasini rag'batlantiradi. Ikkinchidan, selen yetishmovchiligi T-limfotsitlar va NK hujayralarining virus bilan zararlangan hujayralarni yo'q qilish qobiliyatini pasaytiradi. Uchinchidan, selen yetishmovchiligi antitelolar ishlab chiqarilishini ham susaytirishi mumkin. So'nggi yillarda, ayniqsa, COVID-19 pandemiyasi davrida selenning virusli infeksiyalarga qarshi himoyadagi roli katta qiziqish uyg'otdi. Bir qator kuzatuv tadqiqotlarida selen darajasi past bo'lgan populyatsiyalarda COVID-19 bilan kasallanish va undan o'lim holatlari ko'proq qayd etilgani aniqlandi. Xitoyda o'tkazilgan bir tadqiqotda selen bilan ta'minlanganlik darajasi yuqori bo'lgan hududlarda COVID-19 dan tuzalish darajasi ham yuqori bo'lgan [1]. Bu esa selenning virusli infeksiyalarga qarshi immun javobdagi muhim rolini tasdiqlaydi.

Selen, shuningdek, qalqonsimon bez gormonlari (T3 va T4) sintezi va metabolizmida ishtirok etadi. Qalqonsimon bez gormonlari esa immun tizimi hujayralarining normal rivojlanishi va faoliyati uchun zarur. Selen yetishmovchiligi qalqonsimon bez disfunktsiyasiga olib kelishi mumkin, bu esa immunitetni bilvosita susaytiruvchi omil hisoblanadi [1].

Muhokama qismida ushbu natijalarning o'zaro bog'liqligi, klinik ahamiyati va mikroelementlar yetishmovchiligini korreksiyalash strategiyalari batafsil tahlil qilinadi.

Muhokama: Ushbu tahlil natijalari maktab yoshidagi bolalarda temir, rux va selen yetishmovchiligi immun tizimining turli bo'limlarida jiddiy va o'ziga xos o'zgarishlarga olib kelishini ko'rsatdi. Ushbu mikroelementlarning har biri immun hujayralarining normal rivojlanishi, differentsiatsiyasi va funksional faolligi uchun muhim ahamiyatga ega. Qiziqarli jihati shundaki, ularning yetishmovchilidagi immunologik o'zgarishlar bir-biriga o'xshash va bir-birini kuchaytiruvchi xususiyatga ega. Masalan, temir yetishmovchiligi neytrofillarning bakteriyalarni o'ldirish qobiliyatini pasaytirsam, rux yetishmovchiligi T-limfotsitlarning faollashuvini susaytiradi, selen yetishmovchiligi esa ikkala jarayonni ham oksidlovchi stressni kuchaytirish orqali yomonlashtiradi. Bu mikroelementlarning birgalikdagi yetishmovchiligi (ko'pincha real hayotda uchraydi) immunitetni jiddiy ravishda susaytirishi va bolalarni turli xil infeksiyalarga nihoyatda zaif holga keltirishi mumkin.

Temir va infeksiyalar o'rtasidagi munosabatlar murakkab va ikki tomonlama xususiyatga ega. Bir tomondan, temir yetishmovchiligi immunitetni susaytirib, infeksiyalarga chalinish xavfini oshirsa, ikkinchi tomondan, ko'plab patogen bakteriyalar o'sishi va ko'payishi uchun temirga muhtoj. Shuning uchun organizm infeksiya vaqtida temirni hujayralar ichida saqlash va qon zardobida uning miqdorini kamaytirish orqali bakteriyalarning o'sishini cheklashga harakat qiladi (infeksiyaga qarshi himoya mexanizmi). Bu holat temir yetishmovchiligi bo'lgan bolalarda temir qo'shimchalarini qo'llashda ehtiyotkorlikni talab qiladi. 2006 yilda Zanzibarda o'tkazilgan mashhur Pemba tadqiqoti shuni ko'rsatdiki, temir va folat qo'shimchalari qabul qilgan bolalar orasida og'ir kasallanish va o'lim holatlari, ayniqsa, malariya bilan kasallanganlarda, ko'paygan [7]. Bu esa temir bilan davolash faqat temir tanqisligi aniqlangan va malariya infeksiyasi nazorat qilinayotgan hududlarda ehtiyotkorlik bilan olib borilishi kerakligini ko'rsatadi. Mayr va boshqalarning (2025) Gabondagi tadqiqoti malariya bilan kasallangan bolalarda temir va sitokinlar o'rtasidagi murakkab bog'liqlikni yana bir bor tasdiqladi [7]. Shuning uchun, temir yetishmovchiligini korreksiyalashdan oldin, infeksiyon holatni, ayniqsa malariya endemik hududlarda, aniqlash muhim.

Rux qo'shimchalarining bolalar infeksiyalariga, ayniqsa diareya va pnevmoniyaga ta'siri bo'yicha ko'plab tadqiqotlar o'tkazilgan. Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti (JSST) va BMT Bolalar jamg'armasi (UNICEF) tomonidan tavsiya etilganidek, rux qo'shimchalari (10-20 mg/kun, 10-14 kun davomida) o'tkir diareya bilan og'rikan bolalarda kasallik davomiyligini qisqartiradi va og'irligini kamaytiradi. Liao va boshqalarning (2025) tadqiqoti bu tavsiyalarni mustahkamlovchi yangi dalillar keltirdi va ruxning TLR orqali immun javobni modulyatsiya qilish mexanizmini aniqlab berdi [8]. Shu bilan birga, rux qo'shimchalarining astma va allergik rinit kabi surunkali yallig'lanish kasalliklaridagi roli hali to'liq o'rganilmagan. Ba'zi tadqiqotlar ijobiy natijalarni ko'rsatgan bo'lsa-da, Dinardo va boshqalar (2025) ta'kidlaganidek, ruxni ushbu kasalliklarda qo'llash bo'yicha aniq klinik tavsiyalar ishlab chiqish uchun qo'shimcha, yaxshi dizaynlashtirilgan randomizatsiyalangan nazoratli tadqiqotlar talab etiladi [4].

Selenning virusli infeksiyalardagi roli so'nggi yillarda, ayniqsa COVID-19 pandemiyasi davrida, yana bir bor diqqat markaziga aylandi. Selen yetishmovchiligi nafaqat virusga chalinish xavfini oshiradi, balki kasallikning og'ir kechishi va o'lim xavfini ham orttiradi [1]. Bu selenning immun tizimini mustahkamlashdagi muhim rolini va aholi, ayniqsa bolalar, o'rtasida selen bilan ta'minlanganlik darajasini muntazam nazorat qilish zarurligini ko'rsatadi. Shu bilan birga, selenning toksik dozasi terapevtik dozasi juda yaqin ekanligini unutmaslik kerak. Selen bilan zaharlanish (selenoz) toksik ta'sirga olib kelishi mumkin (soch to'kilishi, tirnoqlarning mo'rtlashishi, jigar va asab tizimi shikastlanishi). Shuning uchun selen qo'shimchalarini faqat tibbiy nazorat ostida va aniqlangan yetishmovchilikda qo'llash tavsiya etiladi [1].

Xulosa qilib aytganda, temir, rux va selen yetishmovchiligi maktab yoshidagi bolalar immunitetida jiddiy o'zgarishlarga olib keladi. Ushbu mikroelementlarning o'zaro ta'siri va ularning yetishmovchiligi bilan bog'liq immunologik o'zgarishlarning klinik ahamiyati hali ham chuqur o'rganilishni talab qiladi. Kelajakdagi tadqiqotlar ushbu mikroelementlarning birgalikdagi ta'sirini, ularning optimal dozalarini va infeksiyon kasalliklarning oldini olishda qo'llash strategiyalarini aniqlashga qaratilishi lozim.

Xulosa: Maktab yoshidagi bolalar ovqatlanishida temir, rux va selen kabi muhim mikroelementlarning yetishmovchiligi ularning immun tizimida chuqur va ko'p qirrali salbiy o'zgarishlarga olib keladi. Ushbu maqolada 2015-2025 yillar oralig'idagi ilmiy tadqiqotlar tahlili asosida quyidagi muhim xulosalarga kelindi:

Temir yetishmovchiligi, ayniqsa, tug'ma immunitetning muhim komponentlari – neytrofillar va makrofaglarining fagotsitar faolligi va oksidlovchi portlash qobiliyatini pasaytiradi, shuningdek, muhim yallig'lanish oldi sitokinlaridan biri bo'lgan IL-6 ishlab chiqarilishini kamaytiradi. Bu esa bolalarni bakterial infeksiyalarga nisbatan zaiflashtiradi [3], [7]. Rux yetishmovchiligi markaziy immun a'zo bo'lgan timus faoliyatini izdan chiqaradi, T-limfotsitlarning yetilishi va faollashuvini susaytiradi, toll-like retseptorlari orqali signal uzatilishini zaiflashtiradi va natijada virusli va bakterial infeksiyalarga, jumladan pnevmoniya va enterokolitga chalinish xavfini oshiradi [4], [8]. Selen yetishmovchiligi esa organizmning antioksidant himoya tizimini (GPx, TrxR) zaiflashtirib, immun hujayralarining oksidlovchi stressga chidamliligini pasaytiradi, viruslarning (gripp, koksaki, SARS-CoV-2) replikatsiyasini kuchaytiradi va virusli infeksiyalarning og'ir kechishiga sabab bo'ladi [1].

Ushbu mikroelementlar yetishmovchiligining oldini olish va erta aniqlash bolalar salomatligini saqlashda muhim ahamiyatga ega. Buning uchun quyidagilar tavsiya etiladi:

1.Skrining: Ayniqsa, tez-tez kasallanadigan, kam vaznli, noto'g'ri ovqatlanadigan yoki surunkali kasalliklari bor bolalarda mikroelementlar (temir, rux, selen) darajasini muntazam tekshirib borish.

2.Ratsionni to'g'rilash: Mikroelementlarga boy mahsulotlarni (qizil go'sht, jigar, baliq, dengiz mahsulotlari, tuxum, dukkaklilar, yong'oqlar, to'liq donli mahsulotlar) bolalar ratsioniga kiritish va ularning muntazam iste'mol qilinishini ta'minlash.

3.Maqsadli qo'shimchalar: Aniqlangan yetishmovchilik holatlarida, shifokor nazorati ostida, yosh va vaznga mos dozalarda mikroelement qo'shimchalarini qo'llash. Rux qo'shimchalarini o'tkir diareyada JSST tavsiyalari asosida qo'llash.

4.Kompleks yondashuv: Mikroelementlar bir-biri bilan o'zaro ta'sir qilishini hisobga olib, davolash va oldini olish choralarini kompleks tarzda olib borish. Kelajakdagi ilmiy tadqiqotlar mikroelementlarning immunitetga ta'sir mexanizmlarini yanada chuqurroq o'rganishga, ularning optimal kunlik iste'mol me'yorlarini aniqlashtirishga va turli mintaqalar uchun samarali profilaktika dasturlarini ishlab chiqishga qaratilishi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar:

- 1.Abdivohid o'g'li X. S. et al. DIABET VA METABOLIK SINDROMDA LEYKOTSIT "PRIMINGI" ENDOTELIY GLIKOKALIKSI, KAPILLYAR RAREFAKSIYA VA PERIFERIK ANGIOPATIYA //Latin American journal of education. – 2026. – T. 6. – №. 1. – C. 265-277.
- 2.Abdivohid o'g'li X. S. et al. AUTOIMMUN VASKULITLARDI LEYKOTSITLAR ROLINING TOMIR DEVORI QATLAMLARIDAGI (INTIMA, MEDIA, ADVENTITSIYA) SHIKASTLANISH KO 'RINISHLARIGA TA'SIRI //Latin American journal of education. – 2026. – T. 6. – №. 1. – C. 283-293.
- 3.Abdivohid o'g'li X. S. et al. IMMUNOTROMBOZ VA MIKROTOMIRLAR ANATOMIYASI NETOZISNING TOMIR O 'TKAZUVCHANLIGI VA TROMBOGENEZGA TA'SIRI //Latin American journal of education. – 2026. – T. 6. – №. 1. – C. 254-264.
- 4.Abdivohid o'g'li X. S. et al. LEYKOTSIT ADGEZIYASI VA DIAPEDEZI BUZILISHLARI KAPILLYAR-PERIVASKULYAR TUZILMALAR FUNKSIYASIGA TA'SIRI VA KLINIK AHAMIYATI //Latin American journal of education. – 2026. – T. 6. – №. 1. – C. 243-253.
- 5.Abdivohid o'g'li X. S. et al. MONOTSIT/MAKROFAG DISBALANSI VA ATEROSKLEROZ BLYASHKA BARQARORLIGI VA TOMIR LÜMENI TORAYISHIDAGI O 'ZGARISHLARNING

PATOFIZIOLOGIK O'RI NLARI //SO 'NGI ILMIY TADQIQOTLAR NAZARIYASI. – 2026. – T. 10. – №. 1. – C. 77-86.

6.Abdivohid o'g'li X. S., Dilshod ogli X. H., Jamshid o'g'li E. J. YANGI TEXNOLOGIYALAR PRIZMASIDA LEYKOTSIT-TOMIR O'ZARO TA'SIRI, TOMIR ANATOMIYASINI QAYTA TALQIN QILISH //SO 'NGI ILMIY TADQIQOTLAR NAZARIYASI. – 2026. – T. 10. – №. 1. – C. 45-53.

7.Abdivohid o'g'li X. S., Dilshod ogli X. H., Hamdam o'g'li E. L. LEYKOTSITLAR, QON-MIYA TO'SIG' I BUZILISHI VA NO-REFLOW FENOMENINING SEREBROVASKULYAR PATOLOGİYALARDAGI ANATOMIK O'RI NI //SO 'NGI ILMIY TADQIQOTLAR NAZARIYASI. – 2026. – T. 10. – №. 1. – C. 87-97.

8.Abdivohid o'g'li X. S. et al. SEPSISDA LEYKOTSIT JAVOBINING IZDAN CHIQISHI, GLIKOKALIKSNING PARACHALANISHI, KAPILLYAR OQIM GETEROGENLIGI VA ORGAN PERFUZIYASINING ANATOMIK ASOSLARI //SO 'NGI ILMIY TADQIQOTLAR NAZARIYASI. – 2026. – T. 10. – №. 1. – C. 54-65.

9.Abdivohid o'g'li X. S. et al. O'SMALAR MIKRO-MUHITIDA LEYKOTSIT DISFUNKTSIYASI, ANORMAL ANGIOGENEZ, TOMIR MORFOLOGIYASINING BUZILISHI VA METASTAZNING ANATOMIK YO'LLARI //SO 'NGI ILMIY TADQIQOTLAR NAZARIYASI. – 2026. – T. 10. – №. 1. – C. 66-76.

10.Abdivohid o'g'li X. S., Dilshod ogli X. H., Elbekovich A. N. LEYKOTSIT DISFUNKTSIYASI, ENDOTELIAL SHIKASTLANISH VA YALLIG'LANISHDAN TOMIR DEVORI QAYTA QURILISHIGACHA BO'LGAN PATOLOGIK JARAYONLARNING INTEGRATSIYASI //Latin American journal of education. – 2026. – T. 6. – №. 1. – C. 232-242.

11.Khaitov J. B. Hygienic assessment of boiled sausages and sausages produced by «Rozmetov»(Uzbekistan) //Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. – 2022. – T. 2. – №. 12. – C. 1382-1384.

12.Abdurakhimov B. A. et al. Integral assessment of risk factors affecting the health of employees of a copper production mining //Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. – 2022. – T. 2. – №. 12. – C. 1442-1449.

13.Hayitov A., Azizova S. Using the pedagogical creation of abdulla avlani in forming the moral qualities of primary class students //European International Journal of Pedagogics. – 2023. – T. 3. – №. 02. – C. 8-13.

14.Khaitov J., Khakberdiev K., Kamilova A. Mung beans are a source of protein and a high energy source //International Bulletin of Medical Sciences and Clinical Research. – 2022. – T. 2. – №. 12. – C. 61-63.

15.Хайитов Ж. Б. ҚОН АЙЛАНИШ КАСАЛЛИКЛАРИ ВА ОБҚАТЛАНИШ //ORIENTAL JOURNAL OF MEDICINE AND NATURAL SCIENCES. – 2025. – T. 2. – №. 3. – C. 74-76.

16.Ниязова, О. А., & Хайитов, Ж. Б. (2018). основные ПРИЧИНЫ ПИЩЕВЫХ ОТРАВЛЕНИЙ у ДеТей. Детская медицина Северо-Запада, 7(1), 234-234.

17.Шайхова, Г. И., & Хайитов, Ж. Б. (2020). Гигиеническая оценка фактического питания детей-спортсменов, занимающихся шахматами. Медицинские новости, (5 (308)), 75-78.

18.Abdurakhimov, B. A., Khaitov, J. B., Safarov, K. K., & Ulmasov, J. M. (2023). A SYSTEMATIC APPROACH TO MANAGING THE HEALTH AND RISK FACTORS OF THEIR WORKERS. Academic research in educational sciences, 4(2), 209-213.

19.Bakhodirovich, K. J. (2023). ORGANIZING RATIONAL FOOD FOR CHILDREN ENGAGED IN SPORT TYPE. Galaxy International Journal of Interdisciplinary Research, 11(11), 811-813.

- 20.Faxriddinovna A. N. Xalilov Hikmatulla Dilshod ogli, and Jabborov Botir Baxodir ogli." //EOZINOFIL FAGASITOT QILISH MEXANIZMLARI." Advanced methods of ensuring the quality of education: problems and solutions. – 2025. – T. 2. – C. 44-54.
- 21.Ravshanovich G. M., Dilshodovich X. H., Asadbek A. SUN'IIY INTELLEKT TIZIMLARIDA GOMEOSTATIK TAMOIYILLARNI QO 'LLASH ADAPTIV BOSHQARUV VA O 'ZINI SOZLASH MODELLARINI ISHLAB CHIQISH //Latin American journal of education. – 2025. – T. 5. – №. 6. – C. 589-604.
- 22.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.
- 23.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.
- 24.Zamanovna S. S. et al. Psychological States That Occur When A Person Changes Their Living Environment //Emerging Frontiers Library for The American Journal of Medical Sciences and Pharmaceutical Research. – 2025. – T. 7. – №. 11. – C. 84-89.
- 25.Абдухаликова Н. Ф., Халилов Х. ФОТОСЕНСИБИЛИЗАТОРЫ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ В МЕДИЦИНЕ //Problems and solutions at the stage of innovative development of science, education and technology. – 2025. – T. 2. – №. 11. – C. 22-28.
- 26.Муллаиарова К. А. и др. ОФИР СУМКАЛАР БОЛАЛАР СОФЛИГИГА ТАСИРИ //AMERICAN JOURNAL OF APPLIED MEDICAL SCIENCE. – 2025. – T. 3. – №. 5. – C. 236-244.
- 27.Faxriddinovna A. N. et al. EOZINOFIL FAGASITOT QILISH MEXANIZMLARI //Advanced methods of ensuring the quality of education: problems and solutions. – 2025. – T. 2. – №. 11. – C. 44-54.
- 28.Tilyabov I., Khalilov K. MORPHOLOGICAL CHANGES IN THE NEPHRON SYSTEM AND RENAL CORTEX OF OFFSPRING OBTAINED WITH STREPTOZOTOCIN DIABETES MELLITUS (90TH DAY) //INTERNATIONAL BULLETIN OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY. – 2025. – T. 5. – №. 4. – C. 55-61.
- 29.Ravshanovich G. M. et al. PARKINSON KASALLIGIDA MIYA TUZILMALARI VA FIZYALOGIK FUNKSIYALARI O'RTASIDA BOG'LIQLIK //Latin American journal of education. – 2025. – T. 5. – №. 6. – C. 564-576.
- 30.Murodulla G. et al. NERV IMPULSLARINING TARQALISH MEXANIZM //Latin American journal of education. – 2025. – T. 5. – №. 6. – C. 577-588.
- 31.Baxodirovna A. S., Baxodirovna A. D., Dilshodovich X. H. HOMILADORLIKDAGI METABOLIK VA GORMONAL O'ZGARISHLARNING POSTPARTUM DAVRDAGI QANDLI DIABET RIVOJLANISHIGA TA'SIRI INSULIN REZISTENTLIGI, GORMONAL DISBALANS VA YOG'TO'QIMALARI FAOLLIGINING O'RNI //JOURNAL OF INNOVATIONS IN SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL RESEARCH. – 2025. – T. 8. – №. 11. – C. 107-119.
- 32.Zamanovna S. S. et al. QON GLYUKOZASI GOMEOSTAZINI BOSHQARISHDA INSULIN VA GLUKAGONNING DINAMIK MUVOZANATI //JOURNAL OF INNOVATIONS IN SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL RESEARCH. – 2025. – T. 8. – №. 11. – C. 61-70.

33. Baxodirovna A. S., Dilshodovich X. H. GEMOLITIK ANEMIYANING ASOSIY ETIOLOGIK OMILLARI //JOURNAL OF INNOVATIONS IN SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL RESEARCH. – 2025. – T. 8. – №. 11. – C. 94-106.
34. Baxodirovna A. S., Dilshodovich X. H., Bahodirovna N. N. TUG'RUQDAN KEYINGI DAVRDA 2-TURDAGI QANDLI DIABET XAVFINI ERTA ANIQLASHDA ANTROPOMETRIK KO'RSATKICHLAR, HAYOT TARZI VA GENETIK OMILLARNING AHAMIYATI //JOURNAL OF INNOVATIONS IN SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL RESEARCH. – 2025. – T. 8. – №. 11. – C. 82-93.
35. Abdujamilovna S. M. et al. OZIQLANISH VA ENERGETIK GOMEOSTAZNING LEPTIN, GRELIN VA OREKSIN GORMONLARI ORQALI INTEGRATSION NAZORATI //O'ZBEKISTONDA FANLARARO INNOVATSIYALAR VA ILMIY TADQIQOTLAR JURNALI. – 2025. – T. 4. – №. 46. – C. 177-186.
36. Abdujamilovna S. M. et al. OZIQLANISH VA ENERGETIK GOMEOSTAZNING LEPTIN, GRELIN VA OREKSIN GORMONLARI ORQALI INTEGRATSION NAZORATI //O'ZBEKISTONDA FANLARARO INNOVATSIYALAR VA ILMIY TADQIQOTLAR JURNALI. – 2025. – T. 4. – №. 46. – C. 177-186.
37. Zamanovna S. S. et al. UYQU VA GOMEOSTATIK SIRKADIYAN RITMLAR VA MIYANING METABOLIK BALANSINING O 'ZARO BOG 'LIQLIGI //O'ZBEKISTONDA FANLARARO INNOVATSIYALAR VA ILMIY TADQIQOTLAR JURNALI. – 2025. – T. 4. – №. 46. – C. 187-196.
38. Alanovna M. K. et al. AVTONOM NERV METOSIMPATIK TURI TUZILISHI, FIZIOLOGIYASI VA FUNKSIYASI //SCIENTIFIC ASPECTS AND TRENDS IN THE FIELD OF SCIENTIFIC RESEARCH. – 2025. – T. 3. – №. 33. – C. 11-15.
39. Khaydarova G. S. et al. Основные причины неудовлетворительных результатов при септопластике //Eurasian Journal of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery. – 2024. – T. 3.
40. Faxriddinova 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