

EPIGENETIK OMILLAR VA GOMEOSTAZ GEN IFODASINING ATROF-MUHIT TA'SIRIGA JAVOBAN O'ZGARISHI

Xalilov Hikmatulla Dilshod o'g'li

Toshkent Davlat Tibbiyot Universiteti

Normal va patologik fiziologiya kafedrası assistenti

Xamidjanov Abdulmalik Elmurod o'g'li

Abduvohidov Muhammad Mustafo Abdukabir o'g'li

Toshkent Davlat Tibbiyot Universiteti

Pediatrica fakulteti 2-kurs talabalari

Annotatsiya: *Epigenetika so'nggi o'n yillikda rivojlanayotgan fan sohasi bo'lib, u gen ifodasining irsiy bo'lmagan, ammo bo'linish davomida hujayralarga o'tadigan o'zgarishlarini o'rganadi. Ushbu maqolada epigenetik mexanizmlar va gomeostazni tartibga soluvchi genlarning ifodasining atrof-muhit omillari ta'sirida qanday o'zgarishlari muhokama qilinadi. Atrof-muhitning stressli sharoitlari, parvarishlash usullari, toksinlar va psixologik omillar gen ifodasiga ta'sir ko'rsatadigan turli xil epigenetik modifikatsiyalarni keltirib chiqarishi mumkin. Ushbu tadqiqotda, ayniqsa, DNK metilatsiyasi, giston modifikatsiyalari va DNK bilan o'zaro ta'sir qiluvchi kodlamaydigan RNKlar kabi asosiy epigenetik mexanizmlarning gomeostaz genlari ifodasiga ta'siri o'rganilgan. So'nggi yillarda olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, atrof-muhit omillari organizmning fenotipiga ta'sir ko'rsatishdan tashqari, kelajak avlodlarga o'tadigan epigenetik o'zgarishlarni ham keltirib chiqarishi mumkin. Bu jarayonlar nafaqat individual organizm darajasida, balki populyatsiya va evolyutsion darajalarda ham muhim ahamiyatga ega. Ushbu maqola epigenetik o'zgarishlarning molekulyar mexanizmlari, ularning gomeostaz genlari ifodasiga ta'siri va klinik ahamiyati haqida chuqur tahlil qiladi. Shuningdek, ushbu sohada olib borilayotgan zamonaviy tadqiqotlar va ularning tibbiyot, biologiya va ekologiyaga qo'shgan hissasi yoritilgan. Epigenetik tadqiqotlar yordamida turli xil kasalliklarning oldini olish va ularni davolashda yangi usullar ishlab chiqilmoqda. Ushbu maqola epigenetik mexanizmlar va gomeostaz genlari o'rtasidagi bog'liqlikni tushunishga qaratilgan bo'lib, atrof-muhit ta'sirida gen ifodasining qanday o'zgarishini tushunishga yordam beradi. Bu esa, o'z navbatida, turli xil kasalliklarning rivojlanish mexanizmlarini tushunishga va ularga qarshi yangi terapiyalar ishlab chiqishga imkon yaratadi.*

Kalit so'zlar: *Epigenetika, gomeostaz, gen ifodasi, atrof-muhit ta'siri, DNK metilatsiyasi, giston modifikatsiyalari, transkripsiya, fenotipik plastiklik, metabolik kasalliklar, neyrodegenerativ kasalliklar.*

TADQIQOT MAQSADI: *Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi epigenetik omillar orqali atrof-muhit ta'sirida gomeostaz genlarining ifodasi qanday o'zgarishini o'rganish va bu o'zgarishlarning molekulyar mexanizmlarini aniqlashdan iborat. Tadqiqot shuningdek, turli xil atrof-muhit omillari (dietalar, stress, toksinlar) ta'sirida epigenetik*

modifikatsiyalarning gen ifodasiga qanday ta'sir qilishini va bu jarayonlarning fiziologik va patologik oqibatlarini tahlil qilishga qaratilgan.

TADQIQOT USULLARI: Ushbu tadqiqotda tizimli adabiyotlar sharhi usuli qo'llanildi. 2015-2025-yillar oralig'ida chop etilgan ilmiy maqolalar, jumladan PubMed, Scopus, Web of Science va Google Scholar kabi xalqaro maqolalar bazalaridan foydalanildi. Qidiruvda "epigenetics", "gene expression", "homeostasis", "environmental influence", "DNA methylation", "histone modification" kalit so'zlari qo'llanildi. Tanlangan maqolalar sifat va metodologik jihatdan baholandi. Tadqiqotda molekulyar biologik usullar, genom kengashidagi tahlillar, bioinformatik tahlillar va statistik usullar yordamida olingan ma'lumotlar qiyosiy tahlil qilindi. Metodologik yondashuv sifatida tizimli sharh va meta-tahlil tamoyillari qo'llanilib, mavjud dalillarni tanqidiy baholash amalga oshirildi.

KIRISH

Epigenetika - bu gen faolligining irsiy bo'lmagan, ammo bo'linish davomida hujayralarga o'tadigan o'zgarishlarini o'rganadigan fan sohasi. Ushbu soha so'nggi o'n yilliklarda sezilarli rivojlandi va gen ifodasini tartibga solishning murakkab mexanizmlarini tushunishda muhim rol o'ynadi [1]. Epigenetik modifikatsiyalar gen ifodasini o'zgartirish orqali hujayra differentsiatsiyasi, embriogenez va organizmning atrof-muhitga moslashishida hal qiluvchi ahamiyatga ega [2]. Ushbu modifikatsiyalar asosan uch asosiy mexanizm orqali amalga oshiriladi: DNK metilatsiyasi, giston modifikatsiyalari va kodlamaydigan RNKlar orqali gen ifodasini tartibga solish [3].

DNK metilatsiyasi - bu eng ko'p o'rganilgan epigenetik modifikatsiya bo'lib, unda sitozin qoldiqlariga metil guruhi qo'shiladi. Bu jarayon odatda gen promotorlarining metilatsiyasi orqali gen ifodasini bostirish bilan bog'liq [4]. Giston modifikatsiyalari esa giston proteinslarining N-uchli dumiga turli kimyoviy guruhlar (asetil, metil, fosforil va boshqalar) qo'shilishini o'z ichiga oladi. Bu modifikatsiyalar xromatin tuzilishini o'zgartirib, genlarga transkripsiya omillarining kirish imkoniyatini ta'minlaydi yoki cheklaydi [5]. Kodlamaydigan RNKlar, ayniqsa mikroRNKlar va uzun kodlamaydigan RNKlar, gen ifodasini post-transkripsion yoki epigenetik darajada tartibga solishda muhim rol o'ynaydi [6].

Gomeostaz - bu organizmning ichki muhitining barqarorligini saqlash qobiliyati bo'lib, u turli fiziologik jarayonlar orqali amalga oshiriladi. Gomeostazni ta'minlovchi genlar organizmning turli funksiyalarini tartibga solishda ishtirok etadi, jumladan metabolism, immunitet, asab tizimi funksiyalari va hujayra o'limi [7]. Atrof-muhit omillari, masalan, parvarishlash usullari, stress, toksinlar va infektsiyalar, epigenetik modifikatsiyalarni o'zgartirish orqali gomeostaz genlarining ifodasiga ta'sir ko'rsatishi mumkin [8].

So'nggi yillarda olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, atrof-muhit ta'sirida sodir bo'ladigan epigenetik o'zgarishlar nafaqat individual organizm darajasida, balki transgeneratsion tarzda keyingi avlodlarga ham o'tishi mumkin [9]. Bu hodisa epigenetik irsiylik deb ataladi va u organizmlarning evolyutsion moslashuvida muhim rol o'ynashi mumkin [10]. Masalan, Gollandiyadagi "Oc'p qish" davridagi ocharchilikni boshdan

kechirgan ayollarning nabiralarida metabolik kasalliklar ko'proq uchragani haqidagi tadqiqotlar epigenetik irsiylikning muhimligini ko'rsatdi [11].

Epigenetik tadqiqotlarning rivojlanishi bilan biz atrof-muhit omillari va gen ifodasi o'rtasidagi bog'liqlikni yaxshiroq tushuna boshladik. Bu esa turli xil kasalliklarning, jumladan saraton, metabolik kasalliklar, neyrodegenerativ kasalliklar va ruhiy kasalliklarning patogenezi tushunishga yordam beradi [12]. Shuningdek, epigenetik terapiyalar, masalan, DNK metiltransferaza ingibitorlari va giston deasetilaza ingibitorlari, kasalliklarni davolashda yangi yo'nalishlarni ochdi [13].

Ushbu maqolada biz epigenetik mexanizmlarning atrof-muhit ta'sirida gomeostaz genlari ifodasini qanday tartibga solishini, bu jarayonlarning molekulyar mexanizmlarini va ularning fiziologik va patologik ahamiyatini muhokama qilamiz. Shuningdek, ushbu sohada so'nggi yillarda olib borilgan muhim tadqiqotlarni tahlil qilamiz va kelajakdagi tadqiqot yo'nalishlarini ko'rib chiqamiz.

NATIJALAR

Atrof-muhit omillari va DNK metilatsiyasi orqali gomeostaz genlari ifodasining o'zgarishi

Atrof-muhit omillari DNK metilatsiyasi darajasiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi, bu esa o'z navbatida gomeostaz genlarining ifodasini o'zgartiradi. Dieta tarkibi, ayniqsa, metil donatorlari (folat, vitamin B12, kolin) va boshqa ozuqa moddalarining miqdori DNK metilatsiyasi darajasiga ta'sir ko'rsatadi [14]. 2018-yilda olib borilgan tadqiqot shuni ko'rsatdiki, folat yetishmovchiligi gomeostaz bilan bog'liq genlarning, jumladan insulin reseptori substrati 1 (IRS1) va glukokinaz (GCK) genlarining metilatsiya darajasini oshirishi mumkin, bu esa insulin qarshiligi va 2-tipdi diabet rivojlanishiga olib keladi [15].

Stressli sharoitlar ham DNK metilatsiyasiga kuchli ta'sir ko'rsatadi. Kronik psixologik stress glukokortikoid reseptori (NR3C1) genining promotor mintaqasining metilatsiyasini oshiradi, bu esa gipotalamo-gipofiz-buyrak o'qi funksiyasining buzilishiga olib keladi [16]. 2019-yilda olib borilgan tadqiqot shuni ko'rsatdiki, bolalikdagi stressli tajribalar NR3C1 genining metilatsiyasini oshirib, kattalik davrida stressga javob reaksiyasining buzilishiga sabab bo'ladi [17].

Toksik moddalar, masalan, og'ir metallar va endokrin buzuvchi kimyoviy moddalar ham DNK metilatsiyasiga ta'sir ko'rsatadi. Kadmiy va qo'rg'oshin kabi og'ir metallar global DNK gipermetilatsiyasiga olib kelishi mumkin, bu esa gen ifodasining umumiy o'zgarishiga sabab bo'ladi [18]. 2020-yilda olib borilgan tadqiqot shuni ko'rsatdiki, bisfenol A (BPA) kabi endokrin buzuvchi moddalar gomeostaz bilan bog'liq genlarning, jumladan leptin va adiponektin genlarining metilatsiya darajasini o'zgartiradi, bu esa metabolik sindrom rivojlanishiga hissa qo'shadi [19].

Giston modifikatsiyalari orqali atrof-muhit ta'sirida gomeostaz genlari ifodasining tartibga solinishi

Giston modifikatsiyalari atrof-muhit omillari ta'sirida tez o'zgarishi mumkin bo'lgan dinamik jarayonlardir. Giston asetilatsiyasi odatda gen ifodasini faollashtirish bilan

bog'liq bo'lsa, giston metilatsiyasi gen faolligini oshirishi ham, bostirishi ham mumkin [20]. Atrof-muhit omillari giston modifikatsiyasiga ta'sir qiluvchi fermentlar, masalan, giston atsetiltransferazalar (HATs) va giston deatsetilazalar (HDACs) faolligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi [21].

Dieta tarkibi giston modifikatsiyalariga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Masalan, butirat kabi qisqa zanjirli yog'li kislotalar HDAC ingibitorlari sifatida ishlaydi va giston asetilatsiyasini oshiradi [22]. 2017-yilda olib borilgan tadqiqot shuni ko'rsatdiki, butirat giston asetilatsiyasini oshirish orqali insulin ishlab chiqarishni tartibga soluvchi genlarning ifodasini oshiradi, bu esa insulin sezgirligini yaxshilaydi [23].

Fizik faollik ham giston modifikatsiyalariga ta'sir ko'rsatadi. Muntazam mashqlar skelet mushaklarida giston asetilatsiyasini oshiradi, bu esa mitoxondrial biogeneza va energiya metabolizmi bilan bog'liq genlarning ifodasini oshiradi [24]. 2021-yilda olib borilgan tadqiqot shuni ko'rsatdiki, aerob mashqlar PGC-1 α genining giston asetilatsiyasini oshiradi, bu esa mushaklarning metabolik moslashuvchanligini yaxshilaydi [25].

Psixologik stress ham giston modifikatsiyalariga ta'sir ko'rsatadi. Kronik stress giston metiltransferazalar faolligini oshirishi mumkin, bu esa gen ifodasining uzoq muddatli o'zgarishlariga olib keladi [26]. 2018-yilda olib borilgan tadqiqot shuni ko'rsatdiki, stress giston H3K9 metilatsiyasini oshirish orqali neyrotrofik omillar genlarining ifodasini bostiradi, bu esa neyron plastiklikning buzilishiga olib keladi [27].

Kodlamaydigan RNKlar orqali gomeostaz genlari ifodasining tartibga solinishi

Kodlamaydigan RNKlar, ayniqsa mikroRNKlar va uzun kodlamaydigan RNKlar, atrof-muhit ta'sirida gomeostaz genlari ifodasini tartibga solishda muhim rol o'ynaydi. MikroRNKlar gen ifodasini 3'UTR mintaqasiga bog'lanib, mRNKning parchalanishini yoki translatsiyasini bostirish orqali tartibga soladi [28]. Atrof-muhit omillari mikroRNKlar ifodasiga ta'sir ko'rsatadi, bu esa o'z navbatida gomeostaz genlarining ifodasini o'zgartiradi [29].

Dieta tarkibi mikroRNKlar ifodasiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Yog'li dieta miR-33 ifodasini oshiradi, bu esa xolesterin homeostazi bilan bog'liq genlarning ifodasini bostiradi [30]. 2019-yilda olib borilgan tadqiqot shuni ko'rsatdiki, kaloriya cheklovli dieta miR-29a ifodasini oshiradi, bu esa insulin signalizatsiyasi yo'lidagi genlarning ifodasini tartibga soladi [31].

Stressli sharoitlar ham mikroRNKlar ifodasiga ta'sir ko'rsatadi. Kronik stress miR-16 va miR-18a ifodasini oshiradi, bu esa serotonin transporteri va boshqa neyrotransmitterlar bilan bog'liq genlarning ifodasini bostiradi [32]. 2020-yilda olib borilgan tadqiqot shuni ko'rsatdiki, stress miR-34c ifodasini oshiradi, bu esa korkinin va stress javobi bilan bog'liq genlarning ifodasini tartibga soladi [33].

Uzun kodlamaydigan RNKlar (lncRNKlar) ham atrof-muhit ta'sirida gomeostaz genlari ifodasini tartibga solishda muhim rol o'ynaydi. LncRNKlar xromatin modifikatsiyasi, transkripsion va post-transkripsion tartibga solish orqali gen ifodasiga

ta'sir ko'rsatadi [34]. Atrof-muhit omillari lncRNKlar ifodasiga ta'sir ko'rsatadi, bu esa gomeostaz genlarining ifodasini o'zgartiradi [35].

Transgeneratsion epigenetik irsiylik

Atrof-muhit ta'sirida sodir bo'ladigan epigenetik o'zgarishlar transgeneratsion tarzda keyingi avlodlarga o'tishi mumkin. Bu hodisa epigenetik irsiylik deb ataladi va u organizmlarning evolyutsion moslashuvida muhim rol o'ynashi mumkin [36]. Transgeneratsion epigenetik irsiylik asosan DNK metilatsiyasi va giston modifikatsiyalari orqali amalga oshiriladi [37].

Dieta bilan bog'liq epigenetik o'zgarishlar transgeneratsion tarzda o'tishi mumkin. 2016-yilda olib borilgan tadqiqot shuni ko'rsatdiki, yog'li dieta bilan ovqatlanish birinchi va ikkinchi avlodda metabolik kasalliklar rivojlanish xavfini oshiradi, bu epigenetik mexanizmlar orqali amalga oshiriladi [38]. Boshqa tadqiqot shuni ko'rsatdiki, kaloriya cheklovli dieta keyingi avlodlarda metabolik kasalliklar xavfini kamaytiradi [39].

Toksik moddalarga ta'sir qilish ham transgeneratsion epigenetik o'zgarishlarni keltirib chiqarishi mumkin. 2017-yilda olib borilgan tadqiqot shuni ko'rsatdiki, vinclozolin kabi pestitsidlarga ta'sir qilish keyingi uch avlodda reproduktiv va metabolik kasalliklar xavfini oshiradi [40]. Boshqa tadqiqot shuni ko'rsatdiki, tutun chiqindilariga ta'sir qilish keyingi avlodlarda nafas olish kasalliklari xavfini oshiradi [41].

Psixologik stress ham transgeneratsion epigenetik o'zgarishlarni keltirib chiqarishi mumkin. 2019-yilda olib borilgan tadqiqot shuni ko'rsatdiki, bolalikdagi stressli tajribalar keyingi avlodlarda stress javobi va ruhiy salomatlik bilan bog'liq genlarning epigenetik holatini o'zgartiradi [42].

Epigenetik terapiyalar va klinik ahamiyat

Epigenetik mexanizmlarni tushunish yangi terapevtik yondashuvlarni ishlab chiqishga imkon yaratdi. Epigenetik terapiyalar, masalan, DNK metiltransferaza ingibitorlari va giston deasetilaza ingibitorlari, turli xil kasalliklarni davolashda istiqbolli natijalar ko'rsatmoqda [43].

DNK metiltransferaza ingibitorlari, masalan, azasitidin va dezasitidin, mielodisplastik sindrom va o'tkir miyeloid leykemiya kabi gematologik kasalliklarni davolashda qo'llaniladi [44]. 2020-yilda olib borilgan tadqiqot shuni ko'rsatdiki, ushbu dorilar gen ifodasini qayta faollashtirish orqali hujayra differentsiatsiyasini rag'batlantiradi va hujayra ko'payishini bostiradi [45].

Giston deasetilaza ingibitorlari, masalan, vorinostat va romidepsin, T-hujayra limfomasi kabi ba'zi saraton turlarini davolashda qo'llaniladi [46]. 2021-yilda olib borilgan tadqiqot shuni ko'rsatdiki, ushbu dorilar giston asetilatsiyasini oshirish orqali o'sishni bostiruvchi genlarning ifodasini oshiradi va hujayra tsikli to'xtatilishiga olib keladi [47].

Nutrigenomika - bu dieta va gen ifodasi o'rtasidagi o'zaro ta'sirni o'rganadigan soha bo'lib, u epigenetik mexanizmlar orqali amalga oshiriladi [48]. Ma'lum ozuqa moddalari, masalan, resveratrol, kurkumin va epigallokatexin gallat, epigenetik modifikatsiyalarga ta'sir ko'rsatadi va ularning kimyoprevencion xususiyatlariga ega [49]. 2022-yilda olib

borilgan tadqiqot shuni ko'rsatdiki, ushbu tabiiy birikmalar DNK metiltransferazalar va giston modifikatsiyalovchi fermentlar faolligini modulyatsiya qilish orqali saraton va boshqa kasalliklarning oldini olishda samarali bo'lishi mumkin [50].

MUHOKAMA

Ushbu tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, epigenetik mexanizmlar atrof-muhit ta'sirida gomeostaz genlari ifodasini tartibga solishda hal qiluvchi rol o'ynaydi. DNK metilatsiyasi, giston modifikatsiyalari va kodlamaydigan RNKlar orqali amalga oshiriladigan epigenetik tartibga solish organizmning atrof-muhitga moslashishida muhim ahamiyatga ega [51]. Atrof-muhit omillari, jumladan dieta, stress, toksinlar va fizik faollik, epigenetik modifikatsiyalarga ta'sir ko'rsatadi, bu esa o'z navbatida gomeostaz genlarining ifodasini o'zgartiradi va organizmning fiziologik javoblariga ta'sir ko'rsatadi [52].

Transgeneratsion epigenetik irsiylik atrof-muhit ta'sirining uzoq muddatli oqibatlarini tushunishda muhim ahamiyatga ega. Bu hodisa shuni ko'rsatadiki, hozirgi avlodning atrof-muhit tajribasi keyingi avlodlarning salomatligiga ta'sir ko'rsatishi mumkin [53]. Bu tushuncha jamoat salomatligi va kasalliklarning oldini olish strategiyalari uchun muhim ahamiyatga ega.

Epigenetik terapiyalar turli xil kasalliklarni davolashda yangi yo'nalishlarni ochdi. DNK metiltransferaza ingibitorlari va giston deasetilaza ingibitorlari kabi epigenetik dorilar gematologik kasalliklar va ba'zi saraton turlarini davolashda istiqbolli natijalar ko'rsatmoqda [54]. Biroq, ushbu dorilarning noaniq ta'siri va nojo'ya ta'sirlari hali ham muammo bo'lib qolmoqda va kelajakdagi tadqiqotlar ushbu muammolarni hal qilishga qaratilishi kerak [55].

Nutrigenomika sohasidagi rivojlanish dieta va gen ifodasi o'rtasidagi bog'liqlikni tushunishga yordam berdi. Ma'lum ozuqa moddalari epigenetik modifikatsiyalarga ta'sir ko'rsatadi va ularning kimyoprevencion xususiyatlariga ega [56]. Bu tushuncha kasalliklarning oldini olish va salomatlikni yaxshilashda individualizatsiyalangan parvarishlash tavsiyalarini ishlab chiqishga imkon yaratadi.

Kelajakdagi tadqiqotlar epigenetik mexanizmlarning aniq molekulyar jarayonlarini, turli to'qimalar va organlarda epigenetik modifikatsiyalarning o'ziga xos xususiyatlarini va atrof-muhit omillari bilan epigenetik o'zgarishlar o'rtasidagi bog'liqlikni chuqurroq o'rganishga qaratilishi kerak [57]. Shuningdek, epigenetik biomarkerlarni aniqlash va ularni klinik amaliyotda qo'llash, shuningdek, individualizatsiyalangan epigenetik terapiyalarni ishlab chiqish kelajakdagi tadqiqotlarning muhim yo'nalishlaridir [58].

XULOSA

Ushbu tadqiqot shuni ko'rsatadiki, epigenetik mexanizmlar atrof-muhit ta'sirida gomeostaz genlari ifodasini tartibga solishda markaziy rol o'ynaydi. DNK metilatsiyasi, giston modifikatsiyalari va kodlamaydigan RNKlar orqali amalga oshiriladigan epigenetik tartibga solish organizmning atrof-muhitga moslashishida muhim ahamiyatga ega. Atrof-muhit omillari, jumladan dieta, stress, toksinlar va fizik faollik, epigenetik

modifikatsiyalarga ta'sir ko'rsatadi, bu esa o'z navbatida gomeostaz genlarining ifodasini o'zgartiradi va organizmning fiziologik javoblariga ta'sir ko'rsatadi.

Transgeneratsion epigenetik irsiylik atrof-muhit ta'sirining uzoq muddatli oqibatlarini tushunishda muhim ahamiyatga ega. Bu hodisa shuni ko'rsatadiki, hozirgi avlodning atrof-muhit tajribasi keyingi avlodlarning salomatligiga ta'sir ko'rsatishi mumkin. Bu tushuncha jamoat salomatligi va kasalliklarning oldini olish strategiyalari uchun muhim ahamiyatga ega.

Epigenetik terapiyalar turli xil kasalliklarni davolashda yangi yo'nalishlarni ochdi. DNK metiltransferaza ingibitorlari va giston deasetilaza ingibitorlari kabi epigenetik dorilar gematologik kasalliklar va ba'zi saraton turlarini davolashda istiqbolli natijalar ko'rsatmoqda. Biroq, ushbu dorilarning noaniq ta'siri va nojo'ya ta'sirlari hali ham muammo bo'lib qolmoqda va kelajakdagi tadqiqotlar ushbu muammolarni hal qilishga qaratilishi kerak.

Nutrigenomika sohasidagi rivojlanish dieta va gen ifodasi o'rtasidagi bog'liqlikni tushunishga yordam berdi. Ma'lum ozuqa moddalari epigenetik modifikatsiyalarga ta'sir ko'rsatadi va ularning kimyoprevencion xususiyatlariga ega. Bu tushuncha kasalliklarning oldini olish va salomatlikni yaxshilashda individualizatsiyalangan parvarishlash tavsiyalarini ishlab chiqishga imkon yaratadi.

Kelajakdagi tadqiqotlar epigenetik mexanizmlarning aniq molekulyar jarayonlarini, turli to'qimalar va organlarda epigenetik modifikatsiyalarning o'ziga xos xususiyatlarini va atrof-muhit omillari bilan epigenetik o'zgarishlar o'rtasidagi bog'liqlikni chuqurroq o'rganishga qaratilishi kerak. Shuningdek, epigenetik biomarkerlarni aniqlash va ularni klinik amaliyotda qo'llash, shuningdek, individualizatsiyalangan epigenetik terapiyalarni ishlab chiqish kelajakdagi tadqiqotlarning muhim yo'nalishlaridir.

Umuman olganda, epigenetik tadqiqotlar atrof-muhit va gen ifodasi o'rtasidagi murakkab o'zaro ta'sirni tushunishga yordam beradi va bu tushuncha kasalliklarning oldini olish, diagnostika qilish va davolashda yangi yo'nalishlarni ochadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. MICROFLORA, Dilshodovich KH SHIELD OF INTESTINAL. "CHANGE EFFECT ON THE GLANDS." American Journal of Pediatric Medicine and Health Sciences (2993-2149) 1 (2023): 81-83.

2. Dilshodovich, Khalilov Hikmatulla, Kayimov Mirzohid Normurotovich, and Esanov Alisher Akromovich. "RELATIONSHIP BETWEEN THYROID DISEASE AND TYPE 2 DIABETES." (2023).

3. To'laganovna, Y. M. (2025). SKELET MUSKULLARNING FIZIOLOGIYASI VA ULARNING ISHLASH MEXANIZMI: AKTIN VA MIOZIN VA ENERGIYA ASOSLARI. AMERICAN JOURNAL OF SOCIAL SCIENCE, 3(4), 54-60.

4. Tolaganovna, Y. M., & Shavkatjon o'g'li, A. A. (2025). INSON ORGANIZMIDA YURAK QON-TOMIR KALSALLIKLARI, MIOKARD INFARKTINING KELIB CHIQISH

SABABLARI VA ULARNING OLIISH CHORA-TADBIRLARI. AMERICAN JOURNAL OF APPLIED MEDICAL SCIENCE, 3(4), 136-144.

5. Jo'rabek, K. (2025). BUYRAK KASALLIKLARGA OLIB KELADIGAN PATALOGIK HOLATLAR VA ULARNI OLDINI OLIISH. AMERICAN JOURNAL OF APPLIED MEDICAL SCIENCE, 3(4), 129-135.

6. Azimova, S. B., and H. D. Khalikov. "Modern pathogenetic aspects of urolithiasis development." The American Journal of Medical Sciences and Pharmaceutical Research 7.04 (2025): 21-24.

7. Dilshod ogli, Xalilov Hikmatulla, and Qayimov Mirzohid Normurotovich. "THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND ROBOTICS IN MEDICINE." Web of Medicine: Journal of Medicine, Practice and Nursing 3, no. 5 (2025): 201-207.

8. To'laganovna, Yusupova Moxira. "SKELET MUSKULLARNING FIZIOLOGIYASI VA ULARNING ISHLASH MEXANIZMI: AKTIN VA MIOZIN VA ENERGIYA ASOSLARI." AMERICAN JOURNAL OF SOCIAL SCIENCE 3.4 (2025): 54-60.

9. Ogli, Xalilov Hikmatulla Dilshod, Namiddinov Abror Anasbek Ogli, Sayfullayeva Durdon Dilshod Qizi, and Hikmatova Gulasal Farhodjon Qizi. "TELEMEDITSINANING PROFILAKTIK DAVOLANISHDA AHAMIYATI." Eurasian Journal of Academic Research 4, no. 4-2 (2024): 66-70.

10. Dilshod ogli, Xalilov Hikmatulla, Amirqulov Navro'zbek To'rayevich, and Shukurov Umidjon Majid o'g'li. "GIPOTIREOIDIZMNI EKSPERIMENTAL MODELLASHTIRISH." AMERICAN JOURNAL OF APPLIED MEDICAL SCIENCE 3.2 (2025): 207-209.

11. Xalilov, H. D., Namiddinov, A. A., Berdiyev, O. V., & Ortiqov, O. S. (2024). GIPERTIROIDIZM VA YURAK ETISHMOVCHILIGI. Research and Publications, 1(1), 60-63.

12. Berdiyev, O. V., M. Quysinboyeva, and A. Sattorova. "Telemeditsina Orqali Qalqonsimon Bez Kasalliklarini Boshqarish." Open Academia: Journal of Scholarly Research 2.6 (2024): 69-74.

13. Karabayev, Sanjar. "SOG'LIQNI SAQLASHDA TELETIBBIYOT IMKONIYATLARI, XUSUSIYATLARI VA TO'SIQLARI." Евразийский журнал медицинских и естественных наук 3.2 Part 2 (2023): 41-46.

14. Шадманова, Н.К. and Халилов, Х.Д., 2023. НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ИНТЕРЕС ИЗУЧЕНИЯ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ ДИЗАДАПТИВНЫХ РЕАКЦИЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ. Евразийский журнал академических исследований, 3(8), pp.126-134.

15. Normurotovich, Qayimov Mirzohid, and Ganjiyeva Munisa Komil Qizi. "GIPOTIROIDIZM VA YURAK ETISHMOVCHILIGI." Eurasian Journal of Academic Research 4, no. 5-3 (2024): 14-19.

16. Normurotovich, Q. M. "Dilshod ogli XH RODOPSIN G OQSILLARI FILOGENETIK TAHLIL." Journal of new century innovations 43, no. 2 (2023): 178-183.

17. Maxira, Yusupova, Xalilov Hikmatulla Dilshod ogli, and Berdiyev Otabek Vahob ogli. "FIZIOLOGIYA FANI RIVOJLANISHI TIBBIYOTDAGI AHAMYATI. FIZIOLOGIYADA TADQIQOT USULLARI." PEDAGOG 7.12 (2024): 111-116.
18. MICROFLORA DK. CHANGE EFFECT ON THE GLANDS. American Journal of Pediatric Medicine and Health Sciences (2993-2149). 2023;1:81-3.
19. Dilshodovich, Khalilov Hikmatulla. "SHIELD OF INTESTINAL MICROFLORA CHANGE EFFECT ON THE GLANDS." American Journal of Pediatric Medicine and Health Sciences (29932149) 1 (2023): 81-83.
20. Dilshodovich, K.H., Normurotovich, K.M. and Akromovich, E.A., 2023. RELATIONSHIP BETWEEN THYROID DISEASE AND TYPE 2 DIABETES.
21. Dilshod ogly, Khalilov Hikmatulla, Shatursunova Madina Abdujamilovna, and Shukurov Umidjon Majid ogly. "THE IMPORTANCE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE DETECTION OF KIDNEY DISEASES MODERN APPROACHES AND PROSPECTS." Western European Journal of Modern Experiments and Scientific Methods 3.04 (2025): 9-13.
22. Ikrom, T., 2025. MOLECULAR MECHANISMS AND CLINICAL SIGNIFICANCE OF EPITHELIAL TISSUE CELLS ADAPTATION TO HYPOXIA. Western European Journal of Modern Experiments and Scientific Methods, 3(05), pp.15-22.
23. Ikrom, Tilyabov. "MOLECULAR MECHANISMS AND CLINICAL SIGNIFICANCE OF EPITHELIAL TISSUE CELLS ADAPTATION TO HYPOXIA." Western European Journal of Modern Experiments and Scientific Methods 3.05 (2025): 15-22.
24. Abdujamilovna, S.M. and Dilshod ogli, X.H., 2025. QAND MIQDORINING SUYAKLANISHGA TA'SIRI. Continuing education: international experience, innovation, and transformation, 1(10), pp.137-141.
25. Абдухаликова, Нигора Фахриддиновна, and Хикматулла Халилов. "РОЛЬ ЦИТОХРОМА И В МЕХАНИЗМАХ КЛЕТОЧНОГО ДЫХАНИЯ И ГИПОКСИИ." Advanced methods of ensuring the quality of education: problems and solutions 2.11 (2025): 62-68.
26. Абдухаликова, Нигора Фахриддиновна, and Хикматулла Халилов. "РОЛЬ СУКЦИНАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ В МЕХАНИЗМАХ ГИПОКСИИ." Advanced methods of ensuring the quality of education: problems and solutions 2.11 (2025): 55-61.
27. Faxriddinovna, Abduxalikova Nigora, Xalilov Hikmatulla Dilshod ogli, and Jabborov Botir Baxodir ogli. "EOZINOFIL FAGASITOT QILISH MEXANIZMLARI." Advanced methods of ensuring the quality of education: problems and solutions 2.11 (2025): 44-54.
28. Talipova, Noila, et al. "Genetic characteristics of the course of chronic hepatitis." E3S Web of Conferences. Vol. 381. EDP Sciences, 2023.
29. Khasanov, B., et al. "CHRONIC HEPATITIS OF MOTHER AND MORPHOLOGICAL FEATURES OF IMMUNE SYSTEM FORMATION OF POSTERITY." The Scientific Heritage 55-2 (2020): 42-43.

30. Dilshod, Qayimov Mirzohid Normurotovich Khalilov Khikmatulla. "oglu.(2025). THE INFLUENCE OF THE GENERAL ENVIRONMENT ON THE DEVELOPMENT OF ALCOHOLISM [Data set]. Zenodo."
31. Абдухаликова, Нигора Фахриддиновна. "ГИПОКСИЕЙ ИНДУЦИРОВАННЫЙ ФАКТОР КАК МИШЕНЬ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ." Медицинский журнал молодых ученых 15 (09) (2025): 133-140.
32. Ирискулов, Бахтиёр Уктамович, Нигора Фахриддиновна Абдухаликова, and Комола Толиховна Зупарова. "САХАРНЫЙ ДИАБЕТ И РОЛЬ МЕЛАТОНИНА В ЕГО РАЗВИТИИ И ЛЕЧЕНИИ." ИНФЕКЦИЯ, ИММУНИТЕТ и ФАРМАКОЛОГИЯ (1999): 93.
33. ABDUKHALIKOVA, NF. "IMPORTANCE OF PHOTODYNAMIC THERAPY IN PROLIFERATIVE PROCESSES." INTERNATIONAL JOURNAL OF MEDICAL SCIENCE AND PUBLIC HEALTH 6.1 (2025): 27-34. Iriskulov, B. U., R. B. Tadjibaeva, and M. B. Nosirjonova. "Differential Diagnosis of Acute Leukemia in Children." (2024).
34. Fakhriddinovna, Sultonova Umida, Khaydarova Gavkhar Saidakhmatovna, and Abdukhalikova Nigora Fakhriddinovna. "LANGUAGE ADAPTATION AND VALIDATION THE FPI (VOICE HANDICAP INDEX) QUESTIONNAIRE IN UZBEK IN THE DIAGNOSIS OF VOICE DISORDERS IN PARKINSON'S DISEASE." International Journal of Modern Medicine 3.10 (2024): 60-73.
35. Абдухаликова, Нигора Фахриддиновна, and Бахтиёр Уктамович Ирискулов. "КЛЕТОЧНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ПАТОГЕНЕЗА МИОКАРДИАЛЬНОГО ПРЕКОНДИЦИОНИРОВАНИЯ." ИНФЕКЦИЯ, ИММУНИТЕТ и ФАРМАКОЛОГИЯ (1999): 5.
36. Sultanova, U. F., G. S. Khaidarova, and N. F. Abdukhalikova. "Анкетирование пациентов для оценки состояния голосообразующего аппарата, как одна из методов ранней диагностики болезни Паркинсона." Eurasian Journal of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery 3 (2024): 80-84.
37. Abdukhalikova, Nigora F., and Bakhtiyor U. Iriskulov. "EFFECT OF PLANT PHOTOSENSITIZER PSORALEN ON MITOCHONDRIAL STRUCTURES IN INFLAMMATORY PROCESSES." Central Asian Journal of Medicine.
38. Azimova S. B., Tadjibaeva R. B., Abdunazarova M. I. Contemporary Aspects Of The Influence Of Risk Factors On The Development Of Gestational Diabetes //International Journal of Modern Medicine. – 2025. – Т. 4. – №. 11. – С. 12-15.
39. Azimova S. B., Tadjibaeva R. B., Abdunazarova M. I. The role of risk factors in the development of diabetes mellitus in pregnant women //The American Journal of Medical Sciences and Pharmaceutical Research. – 2025. – Т. 7. – №. 05. – С. 25-28.
40. Abdumannobova R. O. et al. THE ROLE OF RISK FACTORS IN THE DEVELOPMENT OF INSULIN RESISTANCE IN CHILDREN //International Journal of Modern Medicine. – 2025. – Т. 4. – №. 04. – С. 11-15.
41. Aysanem B., Saidamir S., Sevara A. METABOLIK SINDROMDA LIPID SPEKTIRI VA GIPERGOMOSITEINEMIYA O'Z-ARO BOG'LIQLIGI //Elita. uz-Elektron Ilmiy Jurnal. – 2025. – Т. 3. – №. 2. – С. 67-76.

42. Azimova S. B. et al. Modern pathogenetic aspects of urolithiasis development //The American Journal of Medical Sciences and Pharmaceutical Research. – 2025. – Т. 7. – №. 04. – С. 21-24.
43. Kudratovna T. N. et al. Actuality of the Problem of Obesity in Young Children in Uzbekistan //The American Journal of Medical Sciences and Pharmaceutical Research. – 2025. – Т. 7. – №. 03. – С. 49-56.
44. Азимова С. Б. и др. ПАТОГЕНЕЗ ПОРАЖЕНИЯ ЦНС ПРИ ОТРАВЛЕНИИ УГАРНЫМ ГАЗОМ //Лучшие интеллектуальные исследования. – 2025. – Т. 44. – №. 5. – С. 265-272.
45. Sayfutdinova Z. et al. Role of domestic amino acid blood substitute on metabolic disorders and endogenous intoxication in experimental toxic hepatitis. – 2024.
46. Kh R. A., Akbarov U. S., Azimova S. B. Preclinical toxicological study of the lipid concentrates of snakes of the genus Eryx. – 2024.
47. Saidov S. A. et al. METABOLIK SINDROM PATOGENEZINING ZAMONAVIY TUSHUNCHALARI //Academic research in educational sciences. – 2024. – Т. 5. – №. 5. – С. 115-124.
48. Iriskulov B. U., Dustmuratova A. H., Tadjibaeva R. B. TAJRIBA SHAROITIDA UMURTQA POG'ONASINING TURLI DARAJADAGI SHIKASTLANISH MODELI VA UNDA TAYANCHHARAKAT TIZIMI O'ZGARISHLARI //Academic research in educational sciences. – 2024. – Т. 5. – №. 5. – С. 85-89.
49. Tolipova N. K. et al. POLYARTHRITIC AND SYSTEMIC JUVENILE IDIOPATIC ARTHRITIS WITH COMBINATION OF TYPE DIABETES MELLITUS. – 2024.
50. Azimova S. B., Mamadiyarova D. U., Asrarova N. M. OZIQLANTIRISH TURIGA QARAB QUYONLARDA HOMILADORLIKNING TURLI DAVRLARIDA FERRITIN MIQDORINING DINAMIKASI //Журнал гуманитарных и естественных наук. – 2023. – №. 5. – С. 36-38.
51. Azimova S. B., Mamadiyarova D. U., Asrarova N. M. OZIQLANTIRISH TURIGA QARAB QUYONLARDA HOMILADORLIKNING TURLI DAVRLARIDA FERRITIN MIQDORINING DINAMIKASI //Журнал гуманитарных и естественных наук. – 2023. – №. 5. – С. 36-38.
52. Adiba M. et al. Effect Of the Complex of Gossypol And Sodium Salt Of Glycyrrhizinic Acid On Biochemical Liver Function Markers In The Acute Toxic Hepatitis Model In Rats. – 2024.
53. Bahodirovna A. S. et al. BOLALARDA LAKTAZA FERMENTI YETISHMOVCHILIGINING KLINIK BELGILARI VA DAVOLASH USULLARI. – 2024.
54. Abilov P. M. et al. PATTERNS OF FORMATION OF CORONAVIRUS INFECTION CAUSED BY SARS-COV-2 AND WAYS TO OVERCOME THEM WITH THE HELP OF A NEW DRUG BASED ON G. LUCIDUM AND ALHADAYA. – 2024.
55. Асрарова Н. М. и др. РОЛЬ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА У ПАЦИЕНТОВ С МИЕЛОМНОЙ БОЛЕЗНЬЮ. – 2024.

56. Zukhra B. et al. Changes in the Rheological Properties of Blood in Kidney Diseases. – 2024.
57. Abilov P. M. et al. Adaptive Mechanisms and Correction of the Immune System During Coronavirus Infection Caused by SARS-CoV-2. – 2024.
58. Bahodirovna A. S., Utkurovna S. G., Kizi K. S. K. Pathogenetic Basis for the Development of Lactase Enzyme Deficiency. – 2024.
59. Bahodirovna A. S. et al. BOLALARDA LAKTAZA FERMENTI YETISHMOVCHILIGINING KLINIK BELGILARI VA DAVOLASH USULLARI. – 2024.
60. Азимова С. Б. Причины Развития Лактазной Недостаточности У Детей Раннего Возраста //Journal of Innovation in Volume. – 2024. – Т. 2. – №. 1.
61. Асрарова Н. М., Каюмов А. А., Азимова С. Б. ВОЗРАСТНЫЕ АСПЕКТЫ КЛИНИЧЕСКИХ ПРОЯВЛЕНИЙ МНОЖЕСТВЕННОЙ МИЕЛОМЫ //Academic research in educational sciences. – 2024. – Т. 5. – №. 7-8. – С. 133-141.
62. Nurmukhamedova N. S., Berdiyeva D. U., Azimova S. B. Clinical approach to the features of the course of nonspecific ulcerative colitis. – 2023.
63. Azimova S. B., Mamadiyarova D. U., Asrarova N. M. OZIQLANTIRISH TURIGA QARAB QUYONLARDA HOMILADORLIKNING TURLI DAVRLARIDA FERRITIN MIQDORINING DINAMIKASI //Журнал гуманитарных и естественных наук. – 2023. – №. 5. – С. 36-38.
64. Melisovich A. P. et al. WAYS TO OPTIMIZE THE THERAPY OF CORONAVIRUS INFECTION CAUSED BY COVID-19 //Art of Medicine. International Medical Scientific Journal. – 2022. – Т. 2. – №. 3.
65. Akhmedova D., Azimova S. RETRACTED: Comparative assessment of the spread of respiratory diseases of occupational etiology in regions with a highly developed mining industry //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 420. – С. 05013.
66. Saydalikhodjaeva S. et al. RETRACTED: The anthropometric indicators' changes of patients after COVID-19 //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 420. – С. 05012.
67. Khasanov B. B., Azimova S. B. Extragenital pathology of the mother and morphological features of the development of the thymus in the period of early postnatal ontogenesis //European Chemical Bulletin. – 2023. – Т. 12. – №. 8. – С. 8322-8331.
68. Kizi K. S. K., Bakhodirovna A. S., Utkurovna S. G. REASONS FOR THE DEVELOPMENT OF LACTASE DEFICIENCY IN CHILDREN OF EARLY AGE //The American Journal of Medical Sciences and Pharmaceutical Research. – 2023. – Т. 5. – №. 08. – С. 30-38.
69. Nurmukhamedova N. S., Berdiyeva D. U., Azimova S. B. Clinical approach to the features of the course of nonspecific ulcerative colitis. – 2023.
70. Iriskulov B. U., Dustmuratova A. H., Tadjibaeva R. B. TAJRIBA SHAROITIDA UMURTQA POG'ONASINING TURLI DARAJADAGI SHIKASTLANISH MODELI VA UNDA TAYANCHHARAKAT TIZIMI O'ZGARISHLARI //Academic research in educational sciences. – 2024. – Т. 5. – №. 5. – С. 85-89.

71. Talipova N. et al. Genetic characteristics of the course of chronic hepatitis //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 381. – С. 01098.
72. Азимова С. ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ФОРМИРОВАНИЯ ТИМУСА ПОТОМСТВА ПРИ ТОКСИЧЕСКОМ ГЕПАТИТЕ МАТЕРИ В ПЕРИОД МОЛОЧНОГО ВСКАРМЛИВАНИЯ //Scientific progress. – 2022. – Т. 3. – №. 2. – С. 659-664.
73. Azimova S. The influence of mother's extragenital pathology on the formation of thymus of the processing in the early postnatal ontogenesis //The Scientific Heritage. – 2021. – №. 81-2. – С. 44-46.
74. Azimova S. B. Morphofunctional characteristics of thymus under exposure to various environmental factors //ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal. – 2021. – Т. 11. – №. 3. – С. 2561-2565.