QANDLI DIABET KASALLIGI SHAROITIDA TUG‘ILGAN AVLOD INGICHKA ICHAGINING MORFOLOGIK TAVSIFI

Rasbergenov Allambergan Allamjarovich – mustaqil izlanuvchi
Adilbekova Dilorom Baxtiyarovna – t.f.d., professor
Toshpo‘latov Sardorjon Sarvarjonovich – talaba
Ahrorov Abdulaziz Azizjonovich – talaba
Toshkent tibbiyot akademiyasi (Toshkent, O‘zbekiston)

Annotatsiya. *Olingan natijalar eksperimental ravishda qo‘zg‘atilgan qandli diabet bilan kasallangan onalardan tug‘ilgan bolalarda ichak morfologiyasida sezilarli o‘zgarishlar mavjudligini ko‘rsatadi. Bu o‘zgarishlarga shilliq qavat va mushak qavatlari qalinligining pasayishi, kriptlar balandligining pasayishi, epiteliy hujayralari sonining kamayishi, qon tomirlari va limfa tugunlari zichligining pasayishi kiradi. Ichak devorining shilliq va mushak qatlamlari qalinligining pasayishi onaning giperglikemiyasi ta'sirida gistogenezning buzilishi bilan bog‘liq. Kriptlarning balandligi va ularning sonining kamayishi epiteliyani qayta tiklash jarayonlarida buzilishdan dalolat beradi. Bu hujayralarning proliferativ faolligining pasayishiga, ichakning so‘rilish qobiliyatining pasayishiga va yallig‘lanish jarayonlarining rivojlanish xavfini oshirishga olib kelishi mumkin. Hujayralar sonining kamayishi shilliq qavatning sekretor funktsiyasi buzilganligini ko‘rsatadi. Epiteliya hujayralari shilliq qavatni himoya qilishda asosiy rol o‘ynaydi va ularning kamayishi ichak to‘sig‘ining o‘tkazuvchanligini oshirishga olib kelishi mumkin. Submukozadagi qon tomirlari va limfoid tugunlari zichligining pasayishi ingichka ichakning qon ta'minoti va immun funktsiyasining buzilishini ko‘rsatadi. Bu giperglikemiya ta'sirida buzilgan angiogenez va limfopoez bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Giperglikemiya kollagen va elastin kabi strukturaviy oqsillar sintezining buzilishiga olib keladi, bu esa to‘qimalarning mustahkamligi va elastikligining pasayishiga, shuningdek DNK metilatsiyasining o‘zgarishiga olib keladi, bu esa gistogenez va hujayra differentsiatsiyasini tartibga soluvchi genlar ekspressiyasining buzilishiga olib keladi.*

Kalit so‘zlar: *qandli diabet, ingichka ichak, postnatal ontogenez, morfologiya*

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТОНКОЙ КИШКИ ПОТОМСТВА, РОДИВШЕГОСЯ ОТ МАТЕРЕЙ, С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ

Расбергенов Алламберган Алламжарович – независимый исследователь
Адильбекова Дилорам Бахтияровна – д.м.н., профессор
Тошпулатов Сардоржон Сарваржонович – студент
Ахроров Абдулазиз Азизжонович – студент
Ташкентская медицинская академия (Ташкент, Узбекистан)

Аннотация. *Полученные результаты показывают, что о существенных изменениях морфологии кишечника у потомства, рожденных от матерей с экспериментально индуцированным сахарным диабетом. К этим изменениям относятся уменьшение толщины слизистого и мышечного слоев, уменьшение высоты крипт, уменьшение количества эпителиальных клеток, а также уменьшение плотности кровеносных сосудов и лимфоидных узлов. Уменьшение толщины слизистого и мышечного слоев стенки кишечника связано с нарушением гистогенеза под влиянием материнской гипергликемии. Высота крипт и уменьшение их количества, свидетельствуют о нарушении процессов регенерации эпителия. Это может привести к снижению пролиферативной активности клеток, снижению всасывательной способности кишечника и повышению риска развития воспалительных процессов. Уменьшение количества клеток свидетельствует о нарушении секреторной функции слизистой оболочки. Эпителиальные клетки играют ключевую роль в защите слизистой оболочки, а их уменьшение может привести к повышению проницаемости кишечного барьера. Уменьшение плотности кровеносных сосудов и лимфоидных узлов в подслизистой основе свидетельствует о нарушении кровоснабжения и иммунной функции тонкой кишки. Это может быть связано с нарушением ангиогенеза и лимфопоэза под влиянием гипергликемии. Гипергликемия приводит к нарушению синтеза структурных белков, таких как коллаген и эластин, что приводит к снижению прочности и эластичности тканей, а также к изменению метилирования ДНК, что приводит к нарушению экспрессии генов, регулирующих гистогенез и дифференцировку клеток.*

Ключевые слова: *сахарный диабет, тонкий кишечник, постнатальный онтогенез, морфология.*

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE SMALL INTESTINE IN THE OFFSPING BORN FROM MOTHERS WITH DIABETES MELLITUS

Rasbergenov Allambergan Allamjarovich – independent researcher
Adilbekova Dilorom Bakhtiyarovna – D.M.Sc., professor
Toshpulatov Sardorjon Sarvarjonovich – student
Akhrorov Abdulaziz Azizjonovich – student
Tashkent Medical Academy (Tashkent, Uzbekistan)

Abstract. *The obtained results show that there are significant changes in the intestinal morphology in the offspring born from mothers with experimentally induced diabetes mellitus. These changes include a decrease in the thickness of the mucous and muscular layers, a decrease in the height of the crypts, a decrease in the number of epithelial cells, as well as a decrease in the density of blood vessels and lymphoid nodes. A decrease in the thickness of the mucous and muscular layers of the intestinal wall is associated with a violation of histogenesis under the influence of maternal hyperglycemia. The height of the crypts and a decrease in their number indicate a violation of the processes of epithelial regeneration. This can lead to a decrease in the proliferative activity of cells, a decrease in the absorption capacity of the intestine and an increased risk of developing inflammatory processes. A decrease in the number of cells indicates a violation of the secretory function of the mucous membrane. Epithelial cells play a key role in protecting the mucous membrane, and their decrease can lead to an increase in the permeability of the intestinal barrier. A decrease in the density of blood vessels and lymphoid nodes in the submucosa indicates a violation of the blood supply and immune function of the small intestine. This may be due to a violation of angiogenesis and lymphopoiesis under the influence of hyperglycemia. Hyperglycemia leads to a violation of the synthesis of structural proteins such as collagen and elastin, which leads to a decrease in the strength and elasticity of tissues, as well as to a change in DNA methylation, which leads to a violation of the expression of genes regulating histogenesis and cell differentiation.*

Key words*: diabetes mellitus, small intestine, postnatal ontogenesis, morphology.*

Mavzuning dolzarbligi. Oxirgi yillarda qandli diabet kasalligi keng tarqalgan endokrin kasallik sifatida ko'pgina davlatlar uchun tibbiy-ijtimoiy muammolardan bo'lib qoldi. Bu ko'pincha ushbu kasallikdagi turli xil asoratlarning ko'p uchrashi holatlari bilan bog'liq (ko'rlik, ingichka ichagi yetishmovchiligi, infarkt miokard, me'da-ichak tizimi yetishmovchiliklari, oyoqlar gangrenasi va boshqalar). Bu asoratlar esa o'z navbatida bemorlar mehnat qobiliyatining yo'qotilishiga va nogironlikka olib keladi. Bulardan tashqari ilmiy adabiyotlar ma'lumotlariga ko'ra [4,6,8], ushbu kasallikda ichki a'zolarning, xususan ingichka ichakning shikastlanishlari ko'p uchraydi.Qandli diabet kasalligida turli a'zolarning shikastlanishlari ko'p o'rganilgan, ammo, afsuski a'zolarning morfofunktsional holati, ayniqsa ingichka ichakning qon tomirlari va to'qima strukturalari morfofunktsional aspektlari hanuzgacha yetarlicha chuqur o'rganilmagan. Qandli diabet kasalligida me'da ichak tizimi, xususan ingichka ichakning shikastlanishlarining o'ziga xos xususiyatlaridan biri bu yaxshi ifodalangan morfologik o'zgarishlar fonida kasallik belgilarining kam ifodalanganligidir [1,3,10].

Tadqiqoqtning maqsadi. Tajribaviy qandli diabet bilan kasallangan urgochi kalamushlardan tug'ilgan avlodlar ingichka ichagidagi morfologik o'zgarishlarni o'rganish va tahlil qilish. Ushbu tadqiqotning maqsadi zamonaviy gistologik usullardan foydalangan holda, eksperimental qandli diabet bilan kasallangan urgochi kalamushlardan tug'ilgan bolalarda ingichka ichakning morfologik va morfometrik xususiyatlarini o'rganish edi. Ushbu tadqiqotning maqsadi qandli diabet bilan og'rigan onalardan tug'ilgan bolalarda ingichka ichakning morfologik xususiyatlarini o'rganishdir. Tadqiqot ingichka ichak devoridagi strukturaviy o'zgarishlarni, shu jumladan onaning giperglikemiyasiga duchor bo'lgan bolalarda shilliq, submukoz va mushak qatlamlarini baholashni, ingichka ichakning asosiy parametrlarini morfologik tahlil qilish, ingichka ichak hujayralarining gistogenezi va differentsiatsiyasi, funktsional holati va aniqlangan o'zgarishlarning mumkin bo'lgan mexanizmlarini aniqlash. Olingan ma'lumotlar ona qandli diabet hastaligining naslning oshqozon-ichak traktining rivojlanishiga ta'siri haqida tushunchamizni chuqurlashtirishga imkon beradi va bemorlarning ushbu guruhida ingichka ichak patologiyasini rivojlanish xavfini kamaytirishga qaratilgan profilaktik va davolash chora tadbirlari strategiyalarni ishlab chiqish uchun ilmiy asos bo'ladi.

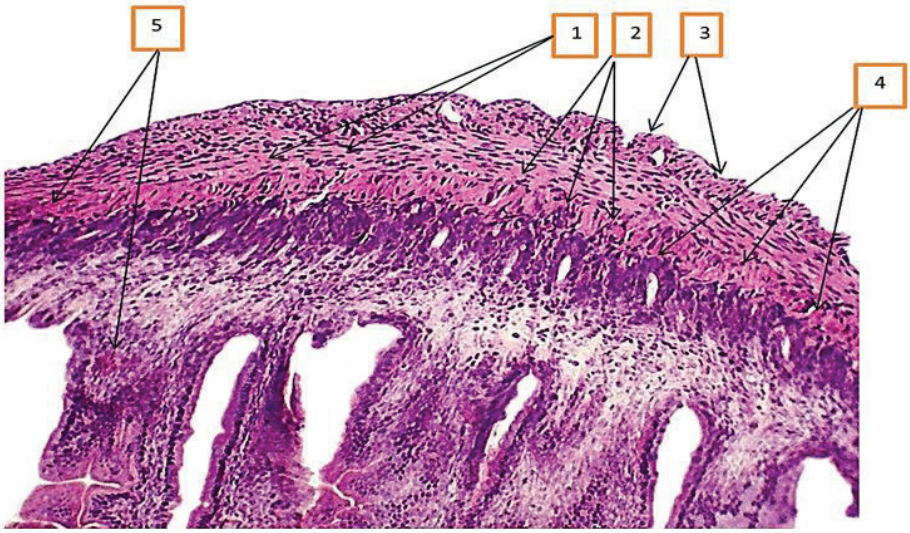
Materiallar va tadqiqot usullari. Tadqiqot obyekti bo'lib tajribaviy intakt (20ta) va тажрибавий alloksanli qandli diabet kasalligi modeli chaqirilgan ugochi kalamushlardan tug'ilgan avlodlari (20 ta) ingichka ichagidan olingan materiallari bo'ldi. Qandli diabet urgochi laboratoriya kalamushlarida 11 mg / 100g dozada alljksan citrate buferini qorin bo'shligiga 1 marta yuborish orqali yaratildi. Giperglikemiya ko'chma glyukometr yordamida alloksan yuborilgandan keyin 72 soat o'tgach tasdiqlandi (qondagi glyukoza darajasi >15 mmol/L qandli diabet uchun mezon deb hisoblanadi). Giperglikemiya tasdiqlangach, ayollar sog'lom erkaklar bilan juftlashtirildi. Homiladorlik nazorat qilinadigan harorat (22 ± 2 ° C), namlik (55 ± 5%) va 12 soatlik yorug'lik aylanishi bilan standart vivarium sharoitida amalga oshirildi. Tug'ilgandan keyingi 21-kuni keyingi o'rganish uchun nasl yig'ildi. Naslning ingichka ichagi 10% neytral formalinda 24 soat davomida fiksatsiyalandi. Fiksatsiyadan so'ng namunalar standart gistologik ishlov berishdan o'tkazildi:

ortib borayotgan konsentratsiyali spirtlarda suvsizlanish, ksilendan o‘tish va kerosinga singdirish. To‘qimalarning umumiy morfologiyasini o‘rganish uchun 5 mkm qalinlikdagi bo‘laklar gematoksilin va eozin (H&E) bilan bo‘yalgan. Ma'lumotlar Statistica 10.0 dasturi yordamida qayta ishlandi. Natijalar o‘rtacha ± standart og‘ish (M±SD) sifatida taqdim etiladi. Qo‘yilgan maqsad va vazifalarga erishish uchun umummorfologik, morfometrik va variatsion-statistik usullaridan foydalanildi. Ingichka ichak to‘qimalari va qon tomirlari gistopreparatlarini morfologik o‘zgarishlar MBS-9, MBS-6 yorug‘lik mikroskopi ostida o‘rganildi.

Natijalar va ularning muhokamasi. Bizlarning tadqiqotlarimiz natijalari shuni ko’rsatdiki, onadagi qandli diabet kasalligi, ulardan tug’ilgan avlodning ichki a’zolari, xususan bizlar o’rganayotgan ingichka ichagining postnatal ontogenezining nafaqat ilk davrlarida, balki kechki muddatlarida ham avlodga o’z salbiy ta’sirini ko’rsatadi. Yangi tug’ilgan kalamush bolalarida tashqi umumiy rivojlanishning ilk belgilari, ya’ni terisida yung qoplamining paydo bo’lishi, eshituv yo’llarining ochilishi, quloq suprala-rining ko’chishi, oyoqqa turish holatlari kabi jarayonlari sog’lom ona kalamushlardan tug’ilgan avlod bolalarinikiga nisbatan 2-3-kunga kech paydo bo’ldi.

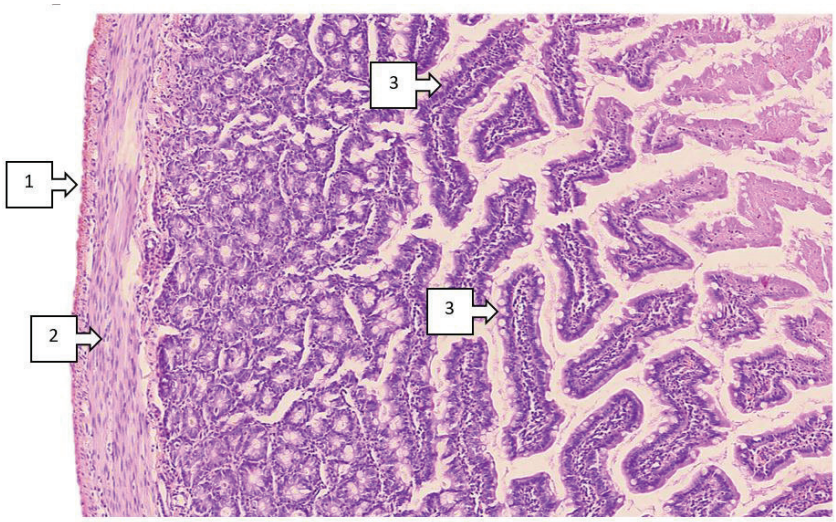
Ona kalamushdagi qandli diabet kasalligi ulardan tug’ilgan avlod ingichka ichagi to’qima va qon tomirlar tuzilmalarida ma’lum bir patomorfologik o’zgarishlarini keltirib chiqardi. Avlod postnatal rivojlanishining 3-7-kunlarida ingichka ichagining qon tomir va to’qima strukturalarida quyidagi manzaralar kuzatildi: kalamushlar ingichka ichagida qon tomirlarda to’laqonlilik belgilari kuzatildi. Epiteliy hujayralari sitoplazmasida ShIK-musbat tuzilmalarning to’planishi kuzatildi. A’zo ichki qon tomirlarda to’laqonlilik va sezilarli darajadagi intersetsial shishlarning mavjudligi aniqlandi. Ingichka ichagi devori barcha qavatlarida shishish, mononuklear hujayralar bilan infiltratsiyalanish jarayonlari kuzatildi. Hujayralarda gialin tomchili va gidropik distrofiya jarayonlarining rivojlanishi aniqlandi.

Bu davrlarda 3-7 kunlik kalamush bolalari ingichka ichagi mikrostrukturalarini o’rganishlar ko’rsatdiki, nazorat guruhi kalamush bolalariga nisbatan morfologik jihatdan past darajadagi shakllanish jarayonlari kuzatildi. Ingichka ichagi to’qimalarida intersetsial yallig’lanish-reaktiv jarayonlari, limfotsitar infiltratsiyalanish va intersetsial shishish aniqlandi. Nazorat guruhi hayvonlaridan farqli, ko’plab miqdorda to’liq shakllanmagan, shakllanish bosqichida bo’lgan vorsinkalar va kriptalar kuzatildi. Shuning uchun barcha qavatlar o’lchami nazorat guruhi hayvonlarinikiga nisbatan farq qildi. Qon tomirlarida sezilarli namoyon bo’lgan patomorfologik o’zgarishlar kuzatildi: ingichka ichagi to’qimasida yallig’lanish-reaktiv jarayonlari intersetsial yallig’lanish- enterit, intersetsial shishish, struktur jihatdan noyetuklik, shakllanayotgan strukturalarning miqdorining nazorat guruhi hayvonlariga nisbatan ko’pligi, mikrotsirkulyator qon tomirlar kapillyarlarida har xil darajadagi to’laqonlilik, jadal kechayotgan mitoz faollik, ichak devori barcha qavatlarining shishib kengayishi, epiteliy hujayralari to’q va och ranglari, gialin va gidropik distrofiya jarayonlarining rivojlanishi, distal kanalchalarda esa ShIK-musbat tuzilmalarning bo’lishi bilan xarakterlanadi. Seroz parda har xil qalinlikda. Yaqqol bazofil bo’yalgan. Har xil darajadagi interstitsial shishish, kapillarlarda to’laqonlik, mezotelial xujayralarda kuchaygan proliferatsiyasi yaqqol namoyon bo’lgan. Bazal membrana notekis qalinlikda bo’ldi. Mushak qavati va shilliq qavat xususiy plastinkalari qon tomirlarida yaqqol to’laqonlik ko’rindi. (1-rasm).



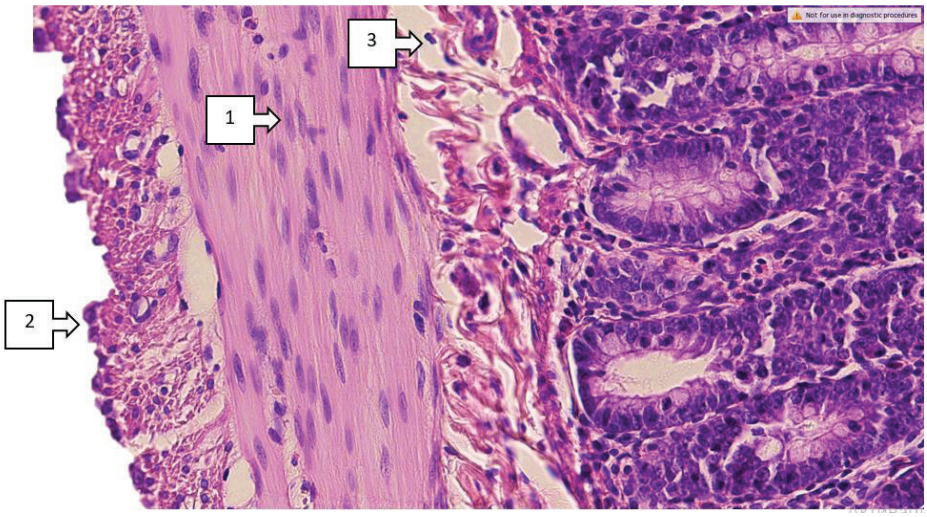
1-rasm. **Tajribaviy qandli diabet bilan xastalangan urg‘ochi kalamushlardan tug‘ilgan avlod postnatal hayotining 14-kunidagi ingichka ichagi gistologik ko‘rinishi**

Ingichka ichak seroz pardasi noodatiy qalinlashgan va mushak qavati gipertrofiyaga uchragan, mononuklear hujayralar bilan infiltratsiyalangan va qalinlashgan, shilliq qavati yuzasida shilliqlangan tuzilmalarning keskin ko’payganligi va qadaxsimon xujayralarida gipersekretsiya o’choqlari aniqlanadi (2-rasm).



2-rasm. **Eksperimental qandli diabetli kalamushlardan tug‘ilgan avlod postnatal hayotining 21-kunidagi ingichka ichagi gistologik ko‘rinishi**

Qandli diabet kasalligi bilan xastalangan urg’ochi ona-kalamushlardan tug’ilgan kalamush bolalari postnatal hayotining 30-kunlarida ingichka ichagida spetsifik o’zgarishlar, yaqqol namoyon bo’lmasdan, balki dastlabki rivojlanish davrlarida kuzatilgan reaktiv-yallig’lanish jarayonlarining oqibati natijasida shikastlangan to’qimaning reparativ regeneratsiyasi va adaptatsiya jarayonlari mexanizmlari ishga tushayotganidan darak beruvchi proliferatsiya, sklerotik jarayonlar bilan ifodalandi. Ishimizda adaptatsiya jarayonlarining morfologik substrati bo’lib, gipertrofiya, giperplaziya va atrofik o’zgargan o’choqlar xizmat qiladi. Ayni ishimizda epiteliylarida atrofik o’zgarishlar giperplastik jarayonlarga misol bo’ladi. Epitelial xujayralarining faol proliferatsiyasi, qon tomirlar endoteliysining proliferativ faolligining oshishi jarayonlari natijasida yuzaga kelgan angioskleroz jarayonlari xizmat qiladi. Kalamush bolalari postnatal hayotining 30-kunlarida ingichka ichagi to’qimalarida yaqqol sklerotik o’zgarishlar tipik ko’rinishi jarayonlari kamroq kuzatildi, endi takomil topayotgan fibroz rivojlanishi kuzatildi. Hujayralar atrofida ko’plab siyrak shakllanmagan tolali tuzilmalarning xosil bo’lishi bilan boradigan jarayon bo’lib, kasallikni ushbu dastlabki davrlarida patomorfologik jarayonlar mexanizmini chuqur bilgan holda, taktik patogenetik davo choratadbirlarini olib borishda xali ko’p imkoniyatlar borligidan darak beradi. Agar ushbu jarayonlarni amaliy tibbiyotda medikamentoz korrektsiyalash (antioksidantlar, protektorlar bilan davolash) amaliyoti amalga oshirilsa, patologik jarayonlar qaytar bo’lishi mumkin. Natijada periferiyaga siljigan kapillyarlar tarmoqlari qaytadan sentralizatsiyaga uchrashishi, xosil bo’lgan siyrak tolali tuzilmalar elastaza fermentlari ta’sirida lizisga uchrashi va yo’qotilgan funktsional yetishmovchiliklarning qayta tiklanishi ro’y beradi.



3-rasm. **Eksperimental qandli diabetli kalamushlardan tug‘ilgan avlod postnatal hayotining 30-kunidagi ingichka ichagi gistologik ko‘rinishi**

Olingan natijalar muhokamasi va xulosalar. Tadqiqot davomida olingan ma'lumotlar eksperimental ravishda yaratilgan qandli diabet bilan kasallangan onalardan tug‘ilgan bolalarda ingichka ichakning morfologiyasi sezilarli o‘zgarishlarni ko‘rsatadi. Bu o‘zgarishlarga shilliq qavat va mushak qalinligining pasayishi, kript balandligining pasayishi, hujayralari sonining kamayishi va qon tomirlari va limfoid tugunlari zichligining pasayishi kiradi. Ingichka ichak devorining shilliq va mushak qavatlari qalinligining pasayishi onaning giperglikemiyasi ta'sirida gistogenez jarayonlarining buzilishi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Bu Dahri va boshqalarning ma'lumotlariga mos keladi. (1991), shuningdek, diabetga chalingan onalarning avlodlarida ichak devori qalinligining pasayishi kuzatilgan. Bu, ehtimol, kollagen va boshqa strukturaviy oqsillar sintezining buzilishi bilan bog‘liq bo‘lib, bu to‘qimalarning kuchi va elastikligining pasayishiga olib keladi. Kriptlarning chuqurligi va ularning sonining pasayishi epiteliyani qayta tiklash jarayonlarining buzilishini ko‘rsatadi. Bu Zambrano va boshqalarning tadqiqotlari tomonidan tasdiqlanganidek, hujayra proliferativ faolligini bostirish bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. (2005). Bunday o‘zgarishlar ingichka ichakning so‘rilish qobiliyatining pasayishiga va yallig‘lanish jarayonlarining rivojlanish xavfini oshirishga olib kelishi mumkin. Hujayralari sonining kamayishi shilliq qavatning sekretor funktsiyasi buzilganligini ko‘rsatadi. Bu Srinivasan va boshqalarning topilmalariga mos keladi. (2006), ular bunday o‘zgarishlarni yallig‘lanishli ichak kasalliklarini rivojlanish xavfi bilan bog‘lashadi. Hujayralar shilliq qavatni himoya qilishda asosiy rol o‘ynaydi va ularning kamayishi ichak to‘sig‘ining o‘tkazuvchanligini oshirishga olib kelishi mumkin. Submukozal qatlamdagi qon tomirlari va limfoid tugunlari zichligining pasayishi ingichka ichakning qon ta'minoti va immun funktsiyasining buzilishini ko‘rsatadi. Bu giperglikemiya ta'sirida buzilgan angiogenez va limfopoez bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin, bu Moura va boshqalarning tadqiqotlari bilan tasdiqlangan (2019). Ushbu tadqiqot natijalari onalik diabetining nasldagi oshqozon-ichak rivojlanishiga ta'sirini o‘rganuvchi boshqa tadqiqotlar ma'lumotlariga mos keladi. Masalan, Aerts va boshqalar (1997) shuningdek, diabetga chalingan onalarning avlodlarida ichak devori qalinligining pasayishi va funktsional faol hujayralar sonining kamayishi kuzatildi. Plagemann va boshqalar (2010) gistogenez va hujayra differentsiatsiyasi jarayonlarini buzishda ona giperglikemiyasining rolini ta'kidladi. Giperglikemiya kollagen va elastin kabi strukturaviy oqsillar sintezining buzilishiga olib kelishi mumkin, natijada to‘qimalarning kuchi va elastikligi pasayadi. Onaning qandli diabeti DNK metilatsiyasida o‘zgarishlarga olib kelishi mumkin, bu esa gistogenez va hujayra differentsiatsiyasini tartibga soluvchi genlarning ifodalanishining buzilishiga olib keladi.Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, onaning qandli diabeti nasldagi ingichka ichakning morfologiyasiga sezilarli ta'sir ko‘rsatadi. Aniqlangan o‘zgarishlar postnatal davrda ovqat hazm qilish tizimining funktsional buzilishlarini rivojlanishi uchun asos bo‘lishi mumkin. Olingan ma'lumotlar onalik diabetining oshqozon-ichak traktining rivojlanishiga ta'sirini yanada o‘rganish va aniqlangan kasalliklarning oldini olish va davolash strategiyasini ishlab chiqish zarurligini ta'kidlaydi.Onadagi qandli diabet kasalligi ulardan tug’ilgan avlod ichki a’zolarining o’sish, rivojlanish va shakllanish jarayonlariga salbiy ta’sir ko’rsatadi. Qandli diabet kasalligi sharoitida tug’ilgan avlod ilk postnatal ontogenezida ingichka ichagi to’qima va a’zo ichki qon tomirlarida yallig’lanish-reaktiv va distrofik o’zgarishlar kuzatiladi. Ushbu jarayonlar avlod ingichka ichagi to’qima va qon tomirlari postnatal ontogenezining kechki davrlarida rivojlanishdan orqada qolishlarga, nekrobioz va atrofik va sklerotik kabi patologik o’zgarishlar jarayonlariga olib keladi.

ADABIYOTLAR

1. Aerts, L., & Van Assche, F. A. (1997). Animal evidence for the transgenerational development of diabetes mellitus. International Journal of Biochemistry & Cell Biology, 29(8-9), 935–943.
2. Chen, X., et al. (2020). Maternal diabetes and gut microbiota in offspring: a systematic review. Frontiers in Microbiology, 11, 567.
3. Dahri, S., Snoeck, A., & Reusens-Billen, B. (1991). Islet function in offspring of mothers on low-protein diet during gestation. Diabetes, 40(Suppl 2), 115–120.
4. Holemans, K., Aerts, L., & Van Assche, F. A. (2003). Lifetime consequences of abnormal fetal pancreatic development. The Journal of Physiology, 547(Pt 1), 11–20.
5. Иванов, А. А., Петрова, Е. В., & Сидорова, И. В. (2015). Влияние материнского сахарного диабета на морфологию кишечника потомства. Морфология, 147(3), 45–50.
6. Moura, R. F., et al. (2019). Maternal diabetes and immune system development in offspring. Immunology Letters, 210, 1–6.
7. Petrova, E. V., Ivanov, A. A., & Sidorova, I. V. (2018). Роль оксидативного стресса в патогенезе структурных изменений кишечника у потомства от матерей с сахарным диабетом. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины, 165(4), 456–460.
8. Plagemann, A., Harder, T., & Dudenhausen, J. W. (2010). The diabetic pregnancy, macrosomia, and perinatal programming. Nestlé Nutrition Workshop Series: Pediatric Program, 65, 91–102.
9. Srinivasan, M., Katewa, S. D., & Palaniyappan, A. (2006). Maternal high-fat diet consumption results in fetal malprogramming predisposing to the onset of metabolic syndrome-like phenotype in adulthood. American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism, 291(4), E792–E799.
10. Zambrano, E., Martínez-Samayoa, P. M., & Rodríguez-González, G. L. (2005). Maternal obesity and fetal programming: effects of a high-fat diet on placental function and fetal development. Reproductive Sciences, 12(5), 312–319.