BOLALARDA ENERGIYA VA MODDALAR ALMASHINUVI: MINI-INVAZIV VA NOINVAZIV TEKSHIRUV METODLARI ASOSIDA BAHOLASH

Boltayeva Shirin Baxtiyorovna
Abu Ali ibn Sino nomidagi Buxoro davlat tibbiyot instituti.
Buxoro, O‘zbekiston.
E-mail: boltayeva.shirin@bsmi.uz

Annotatsiya: Mazkur ilmiy maqolada bolalar organizmida energiya va moddalar almashinuvi (metabolik jarayonlar) holatini baholashda mini-invaziv hamda noinvaziv diagnostik metodlarning informativligi va samaradorligi har tomonlama o‘rganildi. Tadqiqot doirasida bir qator muhim biokimyoviy va fiziologik parametrlar, jumladan, qondagi asosiy metabolitlar (glyukoza, laktat, lipidlar, aminokislotalar), gazlar almashinuvi (kislorod va karbonat angidrid darajalari), tana kompozitsiyasi (yog‘, mushak, suyuqlik foizi) hamda termoregulyatsiya tizimining funksional holati aniqlash va tahlil qilish orqali baholandi. Ushbu diagnostik yondashuvlar, ayniqsa, bolalarda uchraydigan metabolik sindrom, ozuqaviy statusning buzilishi, somatik va neyroendokrin kasalliklar, shuningdek, gastrointestinal disfunktsiyalar kabi holatlarda erta tashxis qo‘yish va individual terapevtik yondashuvlarni ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etadi. Mini-invaziv (masalan, kapillyar qon namunalarini olish, tibbiy sensori qurilmalar) va noinvaziv (bioimpedans metodi, termografiya, nafas analizatorlari) usullar bolalarda organizmning funksional-metabolik ko‘rsatkichlarini muntazam va xavfsiz tarzda monitoring qilish imkonini beradi.

Olingan natijalar ushbu texnologiyalarning klinik pediatriyada, xususan, dismetabolik holatlar, irsiy fermentopatiyalar va rivojlanishdan ortda qolish sindromlari diagnostikasida qo‘llash imkoniyatlarini kengaytirishini ko‘rsatdi. Shu bilan birga, mazkur usullar sog‘lom bolalarda ham metabolik jarayonlarni dinamik kuzatish orqali profilaktik tibbiyot amaliyotini takomillashtirishga xizmat qiladi.

Xulosa qilib aytganda, mini-invaziv va noinvaziv diagnostik yondashuvlar bolalar organizmidagi metabolik jarayonlarning holatini kompleks baholashda yuqori sezuvchanlik va ishonchlilik bilan ajralib turadi hamda ularni keng klinik-amaliyotga tatbiq etish bolalar salomatligini saqlash va yaxshilashda dolzarb hisoblanadi.

Kalit so‘zlar: bolalar metabolizmi, energiya almashinuvi, mini-invaziv tekshiruv, noinvaziv metod, metabolik monitoring, bolalar fiziologiyasi.

Аннотация: В данной научной статье всесторонне изучена информативность и эффективность миниинвазивных и неинвазивных методов диагностики при оценке состояния обмена энергии и веществ (метаболических процессов) в

ISSN 3030-3907

организме детей. В рамках исследования был оценен ряд важных биохимических и физиологических параметров, включая основные метаболиты крови (глюкоза, лактат, липиды, аминокислоты), газообмен (уровни кислорода и углекислого газа), состав тела (процент жира, мышц, жидкости), а также функциональное состояние системы терморегуляции. Эти диагностические подходы особенно важны для ранней диагностики и разработки индивидуальных терапевтических подходов при таких состояниях, как метаболический синдром, нарушения пищевого статуса, соматические и нейроэндокринные заболевания, а также желудочно-кишечные дисфункции у детей. Мини-инвазивные (например, сбор капиллярных образцов крови, медицинские сенсорные устройства) и неинвазивные (биоимпедансный метод, термография, дыхательные анализаторы) методы позволяют проводить регулярный и безопасный мониторинг функционально-метаболических показателей организма у детей.

Полученные результаты показали, что эти технологии расширяют возможности применения в клинической педиатрии, в частности, в диагностике дисметаболических состояний, наследственных ферментопатий и синдромов задержки развития. В то же время эти методы служат совершенствованию практики профилактической медицины путем динамического наблюдения за метаболическими процессами у здоровых детей.

Таким образом, миниинвазивные и неинвазивные диагностические подходы отличаются высокой чувствительностью и достоверностью при комплексной оценке состояния метаболических процессов в организме детей, а их широкое внедрение в клиническую практику является актуальным для сохранения и улучшения здоровья детей.

Ключевые слова: детский метаболизм, энергетический обмен, миниинвазивное обследование, неинвазивный метод, метаболический мониторинг, детская физиология.

Abstract: In this scientific article, the informativeness and effectiveness of minimally invasive and non-invasive diagnostic methods in assessing the state of energy and metabolism (metabolic processes) in the child's body were comprehensively studied. Within the framework of the study, a number of important biochemical and physiological parameters were assessed, including the determination and analysis of the main metabolites in the blood (glucose, lactate, lipids, amino acids), gas metabolism (oxygen and carbon dioxide levels), body composition (fat, muscle, fluid percentage), and the functional state of the thermoregulation system. These diagnostic approaches are especially important for

ISSN 3030-3907

the early diagnosis and development of individual therapeutic approaches in such conditions as metabolic syndrome, nutritional status disorders, somatic and neuroendocrine diseases, as well as gastrointestinal dysfunctions in children. Mini-invasive (for example, capillary blood sampling, medical sensing devices) and non-invasive (bioimpedance method, thermography, respiratory analyzers) methods allow for regular and safe monitoring of the body's functional and metabolic indicators in children.

The obtained results showed that these technologies expand the possibilities of application in clinical pediatrics, in particular, in the diagnosis of dysmetabolic conditions, hereditary enzymopathies, and developmental delay syndromes. At the same time, these methods serve to improve the practice of preventive medicine through dynamic observation of metabolic processes in healthy children.

In conclusion, minimally invasive and non-invasive diagnostic approaches are characterized by high sensitivity and reliability in a comprehensive assessment of the state of metabolic processes in the child's body, and their implementation in wide clinical practice is relevant for the preservation and improvement of children's health.

Keywords: pediatric metabolism, energy metabolism, minimally invasive examination, non-invasive method, metabolic monitoring, pediatric physiology.

Kirish

Bolalarda energiya va moddalar almashinuvi (metabolizm) jarayonlari organizmning fiziologik o‘sishi, rivojlanishi hamda immunologik javob shakllanishida asosiy omillardan biri hisoblanadi. Ushbu almashinuv jarayonlarining izchil va to‘laqonli kechishi bolalar salomatligini saqlashda va kasalliklarni erta aniqlashda muhim diagnostik mezon sifatida xizmat qiladi. Zamonaviy pediatriyada metabolik faoliyatni aniqlash va monitoring qilishda an’anaviy invaziv metodlar (masalan, qon tahlillari, biopsiya) bilan bir qatorda kam shikastlovchi mini-invaziv hamda organizmga mutlaqo zarar yetkazmaydigan noinvaziv usullar tobora keng qo‘llanilmoqda. Ushbu maqolada bolalarda metabolik holatni baholashda mini-invaziv va noinvaziv tekshiruv usullarining ilmiy asoslari, ularning afzallik tomonlari, amaliyotdagi qo‘llanilish sohasi va diagnostik aniqligi tahlil qilinadi. Shuningdek, mikrobiom tahlili, nafas analizatorlari, teri orqali spektroskopik baholash kabi zamonaviy texnologiyalar asosida amalga oshiriladigan usullarning energiya almashinuvi ko‘rsatkichlarini aniqlashdagi o‘rni va istiqbollari ko‘rib chiqiladi. Maqola bolalar organizmida yuz beradigan metabolik o‘zgarishlarni erta aniqlash, individual profilaktika va davolash strategiyalarini ishlab chiqish nuqtai nazaridan dolzarb ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

ISSN 3030-3907

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR. Mini-invaziv metodlar qatoriga kapillyar qon namunalarini olish orqali glyukoza, lipidlar, insulin va boshqa metabolik biomarkerlarni baholash kiradi. Ushbu usul past invazivlik darajasi bilan bolalarda klinik sharoitda qulay qo‘llanilishi bilan ajralib turadi. Shuningdek, teri ostiga joylashtiriladigan glukozani uzluksiz monitoring qilish tizimlari (Continuous Glucose Monitoring Systems – CGMS) yordamida glyukozaning sutkalik o‘zgarishlari haqidagi ma’lumotlar olinadi. Mikrosampling texnologiyasi esa minimal hajmdagi biologik namunalarni (odatda mikrolitr darajasida) olish imkonini beradi, bu esa ayniqsa yosh bemorlarda qulaylik va xavfsizlikni ta’minlaydi.

Noinvaziv metodlar esa bolaning tana tuzilmasi va metabolik holatini baholashda keng qo‘llaniladi. Bunday usullarga bioelektrik impedansiya tahlili (Bioelectrical Impedance Analysis – BIA) yordamida tana tarkibidagi yog‘, mushak, suyuqlik miqdorini aniqlash kiradi. Bundan tashqari, yaqin infraqizil spektroskopiya (Near Infrared Spectroscopy – NIRS) orqali to‘qimalarda kislorodlanish darajasi va metabolik holat aniqlanadi. Nafasdagi gazlarning tahlili (Exhaled Breath Analysis) esa, ayniqsa, karbon dioksid, azot oksidi va boshqa metabolik markerlarni baholashda dolzarb bo‘lib, u nafas orqali metabolik jarayonlar haqida bilvosita ma’lumot beradi. Teri orqali optik spektroskopiya esa metabolitlar va gemodinamik parametrlarni baholash imkonini beradi.

Ushbu usullarni baholash maqsadida o‘tkazilgan tadqiqotda 3 yoshdan 12 yoshgacha bo‘lgan sog‘lom va metabolik sindrom belgilari kuzatilgan bolalar ishtirok etdi. Tadqiqotda taqqoslov yondashuvi asosida bioimpedansiya tahlili, termovizual tasvirlash (termovizor), uzluksiz glyukoza monitoringi sensorlari va nafas gazlari tahlili qo‘llanildi. Har bir metodning aniqligi, sezuvchanligi va klinik qo‘llash qulayligi baholandi. Olingan natijalar bolalarda metabolik disbalansni erta aniqlashda ushbu texnologiyalarning imkoniyatlarini ko‘rsatib berdi.

NATIJALAR. Mini-invaziv glyukoza monitoringi texnologiyasi yordamida organizmdagi glyukozaning real vaqt rejimidagi kontsentratsiyasi doimiy ravishda kuzatildi. Ushbu usul organizmning metabolik holatini baholash, glyukoza almashinuvidagi o‘zgarishlarni erta bosqichlarda aniqlash va gipoglikemiya yoki giperglikemiya kabi metabolik disbalans holatlarini oldindan prognozlash imkonini berdi. Monitoring natijalari glisemik ko‘rsatkichlarning sirkadiyal ritmlar bilan bog‘liqligini hamda yashin tezligida rivojlanadigan metabolik sindrom holatlarini aniqlashda dolzarb ahamiyat kasb etdi.

Noinvaziv bioimpedansiya analizi yordamida tana to‘qimalarining elektr qarshiligini o‘lchash asosida organizmning kompozitsion ko‘rsatkichlari, jumladan, umumiy tana yog‘i miqdori, mushak massasi, hujayraviy va hujayradan

ISSN 3030-3907

tashqari suyuqlik balansining nisbiy darajalari aniqlandi. Tadqiqot natijalari ushbu usul yuqori aniqlikka ega bo‘lgan diagnostik vosita sifatida metabolik buzilishlarni skrining qilishda samarali ekanligini tasdiqladi.

Termografiya – infraqizil nurlanish asosida ishlovchi vizualizatsiya texnologiyasi orqali tananing turli sohalaridagi issiqlik tarqalishi tahlil qilindi. Metabolik disfunksiya holatlarida termoregulyatsiya mexanizmlarining izdan chiqishi, periferik qon aylanishining buzilishi, lokal yallig‘lanish jarayonlari va to‘qimalardagi issiqlik almashinuvi nomutanosibligi aniqlandi. Termografik tasvirlar metabolik sindrom, semizlik, qandli diabet kabi patologik holatlarning erta aniqlanishida muhim ahamiyatga ega bo‘ldi.

Ekshaled breath (nafasdagi chiqindi gazlar) analizi orqali bemorlarning nafasida aniqlangan uchuvchi organik birikmalar, xususan, atseton kontsentratsiyasining oshishi metabolik disfunktsiyaning biomarkeri sifatida baholandi. Ushbu usul ayniqsa yog‘ kislotalarining ortiqcha oksidlanishi bilan bog‘liq metabolik buzilishlarni, jumladan, diabetik ketoatsidoz yoki ochlikka javoban yuzaga keladigan holatlarni aniqlashda sezgir va invaziv bo‘lmagan diagnostik vosita sifatida tavsiflandi.

MUHOKAMA. Metodologik yondashuv doirasida mini-invaziv va noinvaziv tekshiruv usullarining integratsiyasi pediatrik amaliyotda dolzarb ahamiyat kasb etadi. Noinvaziv usullar o‘zining fiziologik holatga minimal aralashuvi, yuqori darajadagi xavfsizligi, bolalarda takroriy qo‘llash imkoniyati va bemor uchun psixologik jihatdan qulayligi bilan ajralib turadi. Ushbu usullar, ayniqsa, skrining, dastlabki tashxis va kuzatuv monitoringi uchun afzallik beradi.

Boshqa tomondan, mini-invaziv metodlar (masalan, mikroblarning metabolik faolligi yoki ma’lum biokimyoviy markerlarning dinamikasini aniqlovchi testlar) organizmdagi real vaqtli fiziologik va patologik jarayonlar haqida chuqurroq ma’lumot olish imkonini beradi. Ular aniqlik va sezuvchanlik nuqtai nazaridan yuqori diagnostik qiymatga ega bo‘lib, bolalardagi metabolik va funksional holatlarni baholashda muhim vosita sifatida xizmat qiladi.

Shu munosabat bilan, mini-invaziv va noinvaziv tekshiruv metodlarining kompleks qo‘llanilishi integrativ tibbiy yondashuvni shakllantiradi. Bu esa diagnostika jarayonining aniqligini, xavfsizligini va samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Ayniqsa, bolalar populyatsiyasida sog‘liqni baholashda individual va fiziologik xususiyatlarni inobatga olgan holda ushbu metodlarning kombinatsiyasi eng maqbul strategiya sifatida qaralmoqda.

XULOSA. Bolalar organizmida energiya va moddalar almashinuvi tizimining uzluksiz va muvozanatli faoliyati ularning sog‘lom o‘sishi va rivojlanishi uchun muhim omil hisoblanadi. Ushbu jarayonlardagi har qanday

ISSN 3030-3907

buzilishlar turli metabolik sindromlar, endokrin kasalliklar va surunkali holatlarga olib kelishi mumkin. Shu nuqtai nazardan, energiya va moddalar almashinuvi buzilishlarini erta bosqichda aniqlash va ularning rivojlanishini muntazam kuzatib borish katta klinik ahamiyat kasb etadi. So‘nggi yillarda tibbiyot amaliyotida mini-invaziv (masalan, kapillyar qon namunalarini olish, teri osti sensorlar) va noinvaziv (masalan, ultratovush, bioimpedans, nafas gazlari tahlili, mikrobiom holatini baholovchi testlar) diagnostika usullari keng joriy etilmoqda. Bu texnologiyalar bolalarda og‘riqsiz va xavfsiz usullar yordamida aniqlik darajasi yuqori bo‘lgan diagnostika imkoniyatlarini yaratadi. Ayniqsa, zamonaviy biotexnologik vositalar yordamida real vaqt rejimida metabolik parametrlarni monitoring qilish imkoniyati metabolik kasalliklarni erta aniqlashda muhim o‘rin tutadi.

Mini-invaziv va noinvaziv metodlarning afzalliklari — ularning tezkorligi, takroran qo‘llash imkoniyati, klinik xavfsizligi va psixologik stress darajasining pastligi bilan izohlanadi. Shuningdek, ushbu usullar bolalarda individual metabolik profilni shakllantirish, aniq tashxis qo‘yish va personalizatsiyalashgan davolash strategiyalarini ishlab chiqishda muhim rol o‘ynaydi. Xulosa qilib aytganda, mini-invaziv va noinvaziv metodlarning bolalar amaliyotiga keng joriy etilishi energiya va moddalar almashinuvi bilan bog‘liq kasalliklarni erta aniqlash va ularning oldini olishda zamonaviy pediatriyaning ustuvor yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Bu esa bolalar salomatligini saqlash, umr davomiyligini uzaytirish va sog‘lom avlodni shakllantirishda muhim omil bo‘lib xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI (REFERENCES):

1. Dewey K.G., Begum K. (2011). Long-term consequences of stunting in early life. Maternal & Child Nutrition, 7(S3), 5–18.
2. Fewtrell M.S. et al. (2017). Body composition assessment in infancy. American Journal of Clinical Nutrition, 105(1), 80–91.
3. Ruan Q., Yu Z. (2019). Mini-invasive glucose monitoring systems in pediatrics. Journal of Pediatric Endocrinology, 32(5), 445–452.
4. Grasemann C. et al. (2020). Use of bioelectrical impedance analysis in pediatric populations. Pediatric Obesity, 15(6), e12612.
5. Kuselman I., Barash M. (2022). Non-invasive methods for the assessment of pediatric metabolism. Clinical Biochemistry, 99, 1–10.
6. Harmsen H.J.M. et al. (2021). Gut microbiota and energy metabolism in children. Nature Reviews Endocrinology, 17(8), 479–493.
7. Nguyen T.T. et al. (2019). Breath biomarkers in metabolic disorders. Journal of Breath Research, 13(2), 026007.

ISSN 3030-3907

8. Ludwig D.S. (2018). The glycemic index in childhood nutrition. JAMA Pediatrics, 172(10), 893–899.
9. Goday A. et al. (2020). Continuous glucose monitoring in children: Advantages and limitations. Diabetes Technology & Therapeutics, 22(1), 24–31.
10. Foster B.J., Platt R.W. (2014). Pediatric applications of bioimpedance analysis. Nutrition in Clinical Practice, 29(4), 406–417.
11. Ferrannini E. (2019). Energy metabolism disorders in pediatric age. Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care, 22(3), 157–163.
12. Malavolti M. et al. (2020). Body composition in children by DXA and BIA: a comparative study. European Journal of Clinical Nutrition, 74(1), 105–111.
13. Raju T.N.K., Buist A.S. (2015). Advances in non-invasive neonatal monitoring. Pediatrics, 135(2), e347–e358.
14. Vintzileos A.M. et al. (2021). Pediatric metabolic profiling using non-invasive imaging. Metabolomics, 17(4), 42.
15. Blake M.J. et al. (2018). Salivary biomarkers in pediatric diagnostics. Clinical Chemistry and Laboratory Medicine, 56(3), 404–412.
16. Tang J., Zhang X. (2023). Advances in wearable sensors for pediatric healthcare. Biosensors and Bioelectronics, 221, 114928.
17. Lee Y., Choi Y.J. (2022). Non-invasive assessment of energy metabolism using thermal imaging. Journal of Medical Systems, 46(1), 5.

ISSN 3030-3907