

РОЛЬ ПЕРИНАТАЛЬНЫХ И ПОСТНАТАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ КИШЕЧНОГО МИКРОБИОМА И СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ ДЕТЕЙ ПЕРВОГО ГОДА ЖИЗНИ

Ш.А.Агзамова¹  , С.А. Лутфуллаева¹ 

Ответственный автор: Агзамова Шоира Абдусаламовна, доктор медицинский наук, профессор, профессор кафедры семейного врачевания №1, физического воспитания, гражданской обороны Ташкентский государственный медицинский университет, Ташкент, Узбекистан.

Correspondence author: Shoira A. Agzamova, Doctor of Medical Sciences, Professor, Department of Family Medicine №1, Physical Education and Civil Defense, Tashkent State Medical University, Tashkent, Uzbekistan.
e-mail: shoira_agzamova@mail.ru.

Received: 14 November 2025
Revised: 17 December 2025
Accepted: 22 January 2026
Published: 23 February 2026

Funding source for publication: Andijan state medical institute and I-EDU GROUP LLC.

Copyright: © 2026 by the authors. Licensee IJSP, Andijan, Uzbekistan. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY-NC-ND) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Ташкентский государственный медицинский университет, Ташкент, Узбекистан.

Переписка: Ташкентский государственный медицинский университет, Узбекистан, 100109, Ташкент, ул. Фаробий, 2.

Аннотация

Введение. Период первого года жизни относится к критическому «окну развития», характеризующиеся высокой пластичностью микробиома и его чувствительностью к воздействию различных факторов раннего периода жизни. В этот период формируются основы иммунной толерантности, барьерной функции кишечника и регуляции воспалительных реакций. В настоящее время разными авторами показано влияние кишечной микрофлоры на состояние здоровья и развитие детей первого года жизни. **Цель исследования.** Изучить международный опыт в оценке роли перинатальных и постнатальных факторов в формировании кишечного микробиома и состояния здоровья детей первого года жизни. **Материалы и методы.** Нами было проанализировано 36 публикации результатов систематических обзоров, когортных, проспективных рандомизированных контролируемых исследований (РКИ) и оригинальных исследований, посвященных проблеме оценки роли перинатальных и постнатальных факторов в формировании кишечного микробиома и его связи с состоянием здоровья детей первого года жизни. **Результаты и их обсуждение.** Формирование кишечного микробиома начинается с момента рождения и представляет собой поэтапный динамический процесс. Установлено, что способ родоразрешения оказывает существенное влияние на начальный состав микробиоты кишечника. У детей, рождённых естественным путём, преобладают микроорганизмы родов *Bifidobacterium*, *Lactobacillus* и *Bacteroides*, тогда как у детей, рождённых путём кесарева сечения, отмечается снижение микробного разнообразия и задержка колонизации кишечника. Состояние микробиома матери, особенности её питания и наличие соматических заболеваний оказывают существенное влияние на первичную колонизацию кишечника ребёнка. Установлено, что микробиота матери является одним из основных источников микроорганизмов, передающихся новорождённому в перинатальном периоде. Микробиома определяется не только его таксономическим составом, но и метаболической активностью, прежде всего способностью микроорганизмов синтезировать биологически активные метаболиты: короткоцепочечные жирные кислоты (КЖК) — ацетат, пропионат и бутират. Установлено, что до 10 % суточной потребности в энергии у младенцев может покрываться за счёт микробных метаболитов, прежде всего КЖК. Задержка формирования «возрастного» микробиома у детей ассоциируется с замедлением прибавки массы тела и длины тела, а также с нарушением пропорциональности физического развития. Данный феномен особенно выражен в первые 6–12 месяцев жизни, когда микробиота находится в стадии активного созревания. **Заключение.** Кишечный микробиом является важным звеном, связующий факторы раннего периода жизни с процессами физического и психомоторного развития детей первого года жизни. Нарушения процессов формирования микробиома в этот период могут ассоциироваться с отклонениями физического развития, повышенной инфекционной заболеваемостью и формированием функциональных расстройств желудочно-кишечного тракта, что подчёркивает необходимость ранней профилактики и коррекции дисбиотических состояний.

Ключевые слова: дети первого года жизни, кишечный микробиом, перинатальные и постнатальные факторы, состояние здоровья.

THE ROLE OF PERINATAL AND POSTNATAL FACTORS IN THE FORMATION OF THE GUT MICROBIOME AND HEALTH STATUS OF INFANTS DURING THE FIRST YEARS OF LIFE

Shoira A. Agzamova¹  , Sayyora A. Lutfullaeva¹ 

1. Tashkent State Medical University, Tashkent, Uzbekistan.

Correspondence: Tashkent State Medical University, 100109 Uzbekistan, Tashkent, Farobiy St., 2.

Abstract.

Introduction. The first year of life represents a critical “window of development” characterized by high microbiome plasticity and increased sensitivity to various early-life factors. During this period, the foundations of immune tolerance, intestinal barrier function, and regulation of inflammatory responses are established. Numerous studies have demonstrated the significant influence of the gut microbiota on the health status and development of infants in the first year of life. **The aim of the study.** To analyze international experience in assessing the role of perinatal and postnatal factors in the formation of the gut microbiome and health status of infants during the first year of life. **Materials and Methods.** A total of 36 publications were analyzed, including systematic reviews, cohort studies, prospective randomized controlled trials (RCTs), and original research articles focusing on the role of perinatal and postnatal factors in shaping the gut microbiome and its association with infant health outcomes. **Results and Discussion.** The formation of the gut microbiome begins at birth and represents a stepwise dynamic process. The mode of delivery has a significant impact on the initial composition of the intestinal microbiota. Vaginally delivered infants are predominantly colonized by microorganisms of the genera *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, and *Bacteroides*, whereas infants born by cesarean section demonstrate reduced microbial diversity and delayed intestinal colonization. The maternal microbiome status, nutritional characteristics, and the presence of somatic diseases significantly influence primary intestinal colonization in newborns. The maternal microbiota has been identified as one of the main sources of microorganisms transmitted to the infant during the perinatal period. The microbiome is determined not only by its taxonomic composition but also by its metabolic activity, particularly the ability of microorganisms to synthesize biologically active metabolites such as short-chain fatty acids (SCFAs) — acetate, propionate, and butyrate. Up to 10% of the daily energy requirements in infants may be covered by microbial metabolites, primarily SCFAs. Delayed formation of an “age-appropriate” microbiome is associated with slower weight gain, reduced body length increment, and impaired proportional physical development. This phenomenon is especially pronounced during the first 6–12 months of life, when the microbiota undergoes active maturation. **Conclusion.** The gut microbiome represents a crucial link connecting early-life factors with physical and psychomotor development during the first year of life. Disruptions in microbiome formation during this period may be associated with impaired physical development, increased susceptibility to infectious diseases, and the development of functional gastrointestinal disorders, highlighting the importance of early prevention and correction of dysbiosis conditions.

Key words: infants, first year of life, gut microbiome, perinatal factors, postnatal factors, health status.

Введение. В последние десятилетие все большее число исследований и клинических наблюдений рассматривают вопросы развития заболеваний, прежде всего хронических, и аспектов поддержания здоровья человека с учетом влияния микробиома. Особое значение микробиота кишечника приобретает в раннем периоде жизни, когда происходит первичная колонизация желудочно-кишечного тракта и устанавливается взаимодействие между микроорганизмами и организмом ребёнка [1, 2]. Период первого года жизни относится к критическому «окну развития», характеризующемуся высокой пластичностью микробиома и его чувствительностью к воздействию различных факторов раннего периода жизни. В этот период формируются основы иммунной толерантности, барьерной функции кишечника и регуляции воспалительных реакций [3, 4]. В настоящее время разными авторами показано влияние кишечной микрофлоры на состояние здоровья и развитие детей первого года жизни. Микробиота новорожденных, у которых младенческие колики отсутствуют или их проявления менее выражены, достоверно отличается от микробного пейзажа кишки у детей, страдающих коликами.

Организм человека содержит до 100 трлн микроорганизмов, что примерно в 10 раз превышает общее количество его собственных клеток. Микробиота разных отделов человеческого тела сейчас активно изучается, но самый большой микробный резервуар организма – это кишечник. Взаимосвязи, возникающие в этой экосистеме, влияют на развитие и здоровье человека. Микробиом кишечника выполняет несколько важнейших функций: метаболическую: он обеспечивает организм хозяина необходимыми питательными веществами и биоактивными метаболитами, которые могут продуцироваться непосредственно микробами или быть результатом взаимодействия с организмом хозяина или окружающей среды; защитную: он предотвращает

колонизацию патогенов, конкурируя с ними или выделяя антимикробные белки, что обеспечивает т.н. колонизационную резистентность. Он поддерживает целостность барьера слизистой оболочки и является важным компонентом в созревании и координации функционирования иммунной системы в кишечнике; координирующую: он обеспечивает двунаправленное взаимодействие оси «мозг – кишка – микробиом», в которых кишечные микробы путем синтеза нейро трансмиттеров, гормонов и других активных субстанций взаимодействуют с ЦНС; эпигенетическую: он влияет на экспрессию генов, за счет продуцируемых метаболитов осуществляет процессы метилирования ДНК, модификации гистонов и может способствовать образованию микро-РНК, блокирующих передачу генетического сигнала к синтезу белка определенного строения. В состоянии эубиоза (нормального стабильного биоценоза) эти функции кишечной микробиоты обеспечивают здоровье хозяина, но при дисбиозе нарушения этих функций становятся ведущими механизмами развития болезни.

Цель исследования. Изучить международный опыт в оценке роли перинатальных и постнатальных факторов в формировании кишечного микробиома и состояния здоровья детей первого года жизни

Материалы и методы. Нами было проанализировано 36 публикации результатов систематических обзоров, когортных, проспективных рандомизированных контролируемых исследований (РКИ) и оригинальных исследований, посвященных проблеме оценки роли перинатальных и постнатальных факторов в формировании кишечного микробиома и его связи с состоянием здоровья детей первого года жизни. Авторы решали ряд вопросов о роли формирования кишечного микробиома в раннем периоде жизни со статусом здоровья, о факторах раннего периода жизни, влияющие на формирование кишечного микробиома, метаболической активности кишечной микробиоты и её значение для физического развития детей первого года жизни, о возможностях профилактики и коррекции нарушений формирования кишечного микробиома в раннем возрасте.

Результаты исследования и обсуждение. Современные исследования свидетельствуют о том, что нарушения процессов формирования кишечного микробиома в раннем возрасте могут быть ассоциированы с повышенным риском развития инфекционных заболеваний, аллергической патологии, функциональных нарушений желудочно-кишечного тракта, а также метаболических расстройств уже в первый год жизни и в последующие возрастные периоды [5, 6]. На состав и функциональную активность кишечной микробиоты младенцев оказывают влияние многочисленные факторы, включая состояние здоровья матери, течение беременности, способ родоразрешения, тип вскармливания, применение антибактериальных препаратов и условия окружающей среды [2]. Современная концепция формирования микробиоты — колонизация кишечника новорожденного — определяется как создание бактериального сообщества *de novo* под влиянием материнских, диетических, фармакологических и других факторов окружающей среды, в том числе, например, и таких как наличие в семье домашних животных [7]. В связи с этим анализ современных литературных данных, посвящённых влиянию факторов раннего периода жизни на формирование кишечного микробиома и состояние здоровья детей первого года жизни, является актуальной задачей педиатрии и профилактической медицины.

Формирование кишечного микробиома в раннем периоде жизни. Формирование кишечного микробиома начинается с момента рождения и представляет собой поэтапный динамический процесс. Первичная колонизация желудочно-кишечного тракта осуществляется микроорганизмами, передающимися от матери и окружающей среды в первые часы и дни после рождения [1, 8]. Установлено, что способ родоразрешения оказывает существенное влияние на начальный состав микробиоты кишечника. У детей, рождённых естественным путём, преобладают микроорганизмы родов *Bifidobacterium*, *Lactobacillus* и *Bacteroides*, тогда как у детей, рождённых путём кесарева сечения, отмечается снижение микробного разнообразия и задержка колонизации кишечника [9, 10]. Данные различия могут сохраняться в течение первых месяцев жизни и влиять на становление иммунной системы ребёнка [11]. Важную роль в формировании микробиома кишечника играет тип вскармливания. Грудное молоко содержит биологически активные компоненты, включая олигосахариды, иммуноглобулины и антимикробные пептиды, способствующие росту бифидобактерий и формированию защитного микробного профиля кишечника [12, 13]. Искусственное вскармливание, несмотря на значительное совершенствование состава современных адаптированных смесей, характеризуется иным микробиотическим профилем [14].

Дополнительными факторами, влияющими на процессы колонизации кишечника, являются гестационный возраст, антибактериальная терапия в неонатальном периоде и условия окружающей среды [8, 15]. Воздействие антибиотиков в раннем возрасте может приводить к снижению микробного разнообразия, нарушению продукции короткоцепочечных жирных кислот и повышению риска развития дисбиотических состояний [16].

Факторы раннего периода жизни, влияющие на формирование кишечного микробиома. По данным исследований Arrieta и соавт., состояние микробиома матери, особенности её питания и наличие соматических заболеваний оказывают существенное влияние на первичную колонизацию кишечника ребёнка [17]. Установлено, что микробиота матери является одним из основных источников микроорганизмов, передающихся новорождённому в перинатальном периоде. Иванова Н.А. и соавт. отмечают, что применение антибактериальных препаратов во время беременности ассоциируется со снижением микробного разнообразия у новорождённых и замедлением формирования облигатной микрофлоры кишечника [18]. Определено, что внутриутробное воздействие антибиотиков может изменять метаболическую активность микробиоты ребёнка в первые месяцы жизни. Метаболические нарушения у матери, включая ожирение и гестационный сахарный диабет, связаны с изменением состава микробиоты кишечника младенцев, в частности со снижением содержания *Bifidobacterium spp.* и увеличением условно-патогенных микроорганизмов [19]. Однако в работах Dominguez-Bello и соавт., показано, что способ родоразрешения является одним из ключевых факторов, определяющих раннюю микробную колонизацию кишечника [1]. Дети, рождённые естественным путём, получают микрофлору родовых путей матери, тогда как при кесаревом сечении первичная колонизация осуществляется преимущественно микроорганизмами окружающей среды [19, 20]. Сидоренко С.В. и соавт. установили, что у детей, рождённых путём кесарева сечения, отмечается снижение содержания бифидобактерий и лактобацилл в течение первых 6 месяцев жизни, что может быть связано с повышенным риском инфекционных и аллергических заболеваний [21].

В работе Shao и соавт., различия микробиоме, обусловленные способом родов, могут сохраняться до конца первого года жизни и оказывать влияние на иммунологическую реактивность организма ребёнка [11]. Грудное вскармливание является ведущим фактором формирования благоприятного микробного профиля кишечника в раннем возрасте [12]. Грудное молоко содержит олигосахариды, способствующие селективному росту *Bifidobacterium spp.* и продукции короткоцепочечных жирных кислот. Киселева Е.П. и соавт. показали, что у детей, находящихся на исключительно грудном вскармливании, формируется менее разнообразный, но более функционально стабильный микробиом, обеспечивающий защиту слизистой оболочки кишечника [22]. К трем годам состав микробиоты был почти полностью представлен облигатными анаэробами, из которых до 22% составляли бифидобактерии; при этом были выявлены значительные индивидуальные различия в составе микробиоты, что свидетельствовало о вкладе в этот состав многих факторов внешней среды. Как известно, наибольшую онтогенетическую значимость имеет состав микробиоты в первые дни и недели жизни младенца; в цитированном исследовании указано на весомую долю в составе кишечной микробиоты у здоровых детей на этом этапе лактобацилл [23]. По данным Korpela и соавт., применение антибиотиков в первые месяцы жизни приводит к снижению микробного разнообразия и нарушению продукции метаболитов микробиоты, в том числе короткоцепочечных жирных кислот [16]. Баранов А.А. и соавт. указывают, что частые госпитализации, особенности санитарно-гигиенических условий и ограниченный контакт с материнской микрофлорой могут негативно влиять на формирование микробиома кишечника у детей первого года жизни [24]. Установлено, что совокупное воздействие неблагоприятных факторов раннего периода жизни может приводить к формированию дисбиотических состояний, ассоциированных с нарушением иммунного ответа и повышенной заболеваемостью в первый год жизни [5, 25]. Selma-Royo M, Calatayud Arroyo M, et al., выявили, что: «...количество бактерий родов *Bacteroidetes* и *Bifidobacterium* было снижено у детей, родившихся путем кесарева сечения, у которых наблюдались более высокие z-баллы ИМТ и соотношения веса и длины в течение первых 18 месяцев жизни. Имитированный эпителий кишечника демонстрировал более выраженную барьерную функцию эпителия и созревание кишечника, а также более высокий иммунологический ответ (активация пути TLR4 и высвобождение провоспалительных цитокинов) при воздействии фекальных супер-

натантов, полученных при домашних родах, по сравнению с детьми, родившимися путем кесарева сечения...» [26]. Анализ, основанный на систематическом обзоре литературы в базах данных PubMed, Scopus и Web of Science путем анализа статей и изучения сложных взаимодействий между кесарево сечением и кишечной микробиотой новорожденного, проясняет многогранные последствия этих микробных изменений для здоровья и развития новорожденных [27].

Метаболическая активность кишечной микробиоты и её значение для здоровья детей первого года жизни. Микробиом определяется не только его таксономическим составом, но и метаболической активностью, прежде всего способностью микроорганизмов синтезировать биологически активные метаболиты. К числу ключевых метаболитов кишечной микробиоты относятся короткоцепочечные жирные кислоты (КЖК) — ацетат, пропионат и бутират, образующиеся в результате микробной ферментации неперевариваемых углеводов [28]. КЖК играют важнейшую роль в поддержании гомеостаза кишечника, регуляции барьерной функции эпителия и модуляции иммунного ответа [29]. Установлено, что именно в раннем возрасте формируются механизмы взаимодействия между КЖК и иммунными клетками слизистой оболочки кишечника. Furusawa и соавт. показали, что бутират способствует дифференцировке регуляторных Т-клеток, обеспечивающих формирование иммунной толерантности в раннем онтогенезе [30]. Данный механизм имеет особое значение в первый год жизни, когда происходит активное «обучение» иммунной системы и снижение риска развития аллергических и воспалительных заболеваний. По данным Arrieta и соавт., снижение продукции КЖК в раннем возрасте ассоциируется с повышенной проницаемостью кишечного барьера и усилением системного воспалительного ответа [16]. Это, в свою очередь, может способствовать развитию функциональных нарушений желудочно-кишечного тракта, частых инфекционных заболеваний и аллергической патологии у детей первого года жизни. Определено, что уровень и соотношение короткоцепочечных жирных кислот в кишечнике младенцев зависят от характера вскармливания. Грудное молоко содержит олигосахариды, которые служат субстратом для бифидобактерий — основных продуцентов ацетата и пропионата в раннем возрасте [13]. Это обеспечивает формирование метаболически активного и функционально полноценного микробиома.

Киселева Е.П. и соавт. отмечают, что у детей, находящихся на грудном вскармливании, концентрация КЖК в кале выше и характеризуется более благоприятным соотношением, по сравнению с детьми на искусственном вскармливании [22]. Установлено, что данный фактор оказывает защитное действие на слизистую оболочку кишечника и способствует снижению частоты кишечных колик и функциональных расстройств. По данным Korpela и соавт., раннее применение антибактериальных препаратов приводит к снижению продукции КЖК за счёт подавления облигатной микрофлоры, прежде всего *Bifidobacterium* spp. и *Lactobacillus* spp. [16]. Такие изменения наиболее выражены в первые месяцы жизни и могут сохраняться длительное время. КЖК участвуют в регуляции энергетического обмена, всасывании микроэлементов и формировании нормального физического развития детей раннего возраста [24]. Бутират, в частности, является основным источником энергии для колоноцитов и способствует поддержанию целостности кишечного эпителия. Robertson и соавт. показали, что нарушения микробной продукции КЖК в раннем возрасте могут быть ассоциированы с замедлением прибавки массы тела, изменением метаболического профиля и повышенным риском формирования метаболических расстройств в дальнейшем [5].

Роль кишечного микробиома в формировании физического развития детей первого года жизни. Физическое развитие детей первого года жизни является интегральным показателем состояния здоровья и отражает особенности питания, обмена веществ и функционального состояния органов и систем. В последние годы всё большее внимание уделяется роли кишечного микробиома как одного из факторов, участвующих в регуляции процессов роста и набора массы тела в раннем возрасте [5, 31]. Авторы Robertson R.C., Manges A.R., Finlay B.B., и Prendergast A.J. при изучении кишечная микробиота в первые месяцы жизни активно участвует в энергетическом обмене за счёт ферментации пищевых субстратов и синтеза метаболитов, обеспечивающих дополнительный энергетический вклад в организм ребёнка [5]. Установлено, что до 10 % суточной потребности в энергии у младенцев может покрываться за счёт микробных метаболитов, прежде всего короткоцепочечных жирных кислот. Blanton и соавт. показали, что задержка формирования «возрастного» микробиома у детей а-

социруется с замедлением прибавки массы тела и длины тела, а также с нарушением пропорциональности физического развития [31]. Данный феномен особенно выражен в первые 6–12 месяцев жизни, когда микробиота находится в стадии активного созревания. По данным Баранова А.А. и соавт., у детей с дисбиотическими изменениями кишечной микрофлоры чаще выявляются отклонения показателей физического развития от возрастных нормативов, включая недостаточную прибавку массы тела и замедление темпов роста [24]. Авторы подчёркивают, что данные нарушения нередко сочетаются с функциональными расстройствами желудочно-кишечного тракта. Определено, что доминирование *Bifidobacterium* spp. и *Lactobacillus* spp. в кишечнике младенцев способствует более эффективному усвоению нутриентов и поддержанию оптимального метаболического статуса [12, 32]. Эти микроорганизмы участвуют в расщеплении углеводов, синтезе витаминов группы В и регуляции липидного обмена. Раннее нарушение микробного баланса, связанное с применением антибиотиков, ассоциируется с изменением траекторий роста в первый год жизни, включая как дефицит массы тела, так и её избыточный набор [16]. Установлено, что данные изменения могут сохраняться и в последующие возрастные периоды. Иванова Н.А. и соавт. отмечают, что у детей первого года жизни с выраженными дисбиотическими изменениями кишечника чаще регистрируются признаки нутритивной недостаточности, гипотрофии и сниженной адаптационной способности организма [33].

По данным Victora и соавт., грудное вскармливание обеспечивает формирование благоприятного микробного и метаболического профиля, способствующего гармоничному физическому развитию детей первого года жизни [12]. Дети, находящиеся на исключительно грудном вскармливании, характеризуются более стабильными темпами роста и меньшей частотой отклонений массы тела. Грудное вскармливание ассоциируется с более высоким уровнем продукции короткоцепочечных жирных кислот, что положительно влияет на энергетический обмен и ростовые процессы у младенцев [22].

Возможности профилактики и коррекции нарушений формирования кишечного микробиома в раннем возрасте. Современные научные данные свидетельствуют о том, что процессы формирования кишечного микробиома в раннем периоде жизни являются потенциально модифицируемыми, что открывает широкие возможности для профилактики нарушений здоровья у детей первого года жизни [34].

По данным Баранова А.А. и соавт., ключевым направлением профилактики дисбиотических состояний является поддержка и сохранение грудного вскармливания как физиологического фактора формирования оптимального микробного и метаболического профиля кишечника [24]. Установлено, что исключительно грудное вскармливание в первые 6 месяцев жизни способствует доминированию бифидобактерий и снижает риск функциональных нарушений желудочно-кишечного тракта. Victora и соавт. подчёркивают, что грудное вскармливание оказывает долговременное положительное влияние на рост, иммунную резистентность и метаболическое здоровье ребёнка, в том числе за счёт опосредованного воздействия через микробиом кишечника [12].

В своей работе Szajewska и соавт., применение пробиотиков в раннем возрасте может способствовать нормализации микробного состава кишечника, снижению частоты антибиотик-ассоциированной диареи и функциональных расстройств пищеварения [34]. Однако авторы отмечают, что эффективность пробиотических штаммов является строго специфичной и требует индивидуального подхода. Киселева Е.П. и соавт. указывают, что использование пребиотиков и синбиотиков у детей первого года жизни может способствовать восстановлению продукции короткоцепочечных жирных кислот и улучшению показателей физического и функционального развития [22]. Определено, что рациональное применение антибактериальных препаратов, ограничение необоснованной антибиотикотерапии, а также оптимизация условий ухода за ребёнком являются важными компонентами стратегии профилактики нарушений формирования кишечного микробиома в раннем возрасте [16, 35]. Samarra A, Flores E, Bernabeu M, et al., подчеркнули: «... приходим к выводу, что некоторые диетические стратегии, включая специфические пробиотики и другие биотики, могут стать потенциально ценными инструментами для модулирования материнско-неонатальной микробиоты в этот ранний критический период, что позволит достичь целевых показателей здоровья на протяжении всей жизни...» [36].

Выводы. Анализ современных литературных данных свидетельствует о том, что кишечный микробиом играет ключевую роль в формировании иммунного, ме-

таболического и соматического здоровья детей первого года жизни. Ранний период жизни представляет собой критическое «окно возможностей», в течение которого факторы перинатального и постнатального периода оказывают определяющее влияние на становление микробных сообществ кишечника. Установлено, что состояние здоровья матери, способ родоразрешения, тип вскармливания, медикаментозные и средовые воздействия оказывают значимое влияние на состав и метаболическую активность кишечной микробиоты младенцев. Метаболическая активность кишечной микробиоты, опосредованная синтезом короткоцепочечных жирных кислот, является одним из ключевых механизмов, через который факторы раннего периода жизни влияют на состояние здоровья детей первого года жизни. Короткоцепочечные жирные кислоты участвуют в регуляции иммунных реакций, энергетического обмена и поддержании барьерной функции кишечника у детей раннего возраста. Кишечный микробиом является важным звеном, связывающим факторы раннего периода жизни с процессами физического и психомоторного развития детей первого года жизни. Нарушения его формирования могут оказывать неблагоприятное влияние на рост и массу тела. Понимание механизмов влияния факторов раннего периода жизни на формирование кишечного микробиома открывает перспективы для разработки эффективных профилактических и лечебно-диагностических мероприятий, направленных на сохранение и укрепление здоровья детей первого года жизни.

Прозрачность исследования. Обеспечено открытостью и полнотой информации, доступностью в интернет сайтах и адекватной методологией исследования.

Декларация о финансовых и других взаимоотношениях. Авторы заявляют, что исследование проводилось в отсутствие каких-либо коммерческих или финансовых связей, которые могли бы быть истолкованы как потенциальный конфликт интересов.

Информация об авторах

Агзамова Шоира Абдусаламовна, ORCID.ID: 0000-0003-1617-8324, Scopus Author ID: 58809542600, доктор медицинский наук, профессор, e-mail: shoira_agzamova@mail.ru. профессор кафедры семейного врачевания №1, физического воспитания, гражданской обороны Ташкентский государственный медицинский университет, Узбекистан, 100109, Ташкент, ул. Фаробий, 2, Тел: +998903230537. (Автор, ответственный за переписку.)

Лутфуллаева Сайёра Абдушукуровна, ORCID.ID: 0009-0005-4137-7554, e-mail: sayyoralutfullayeva1991@gmail.com; очный докторант кафедры семейного врачевания №1, физического воспитания, гражданской обороны Ташкентский государственный медицинский университет, Узбекистан, 100109, Ташкент, ул. Фаробий, 2

About the authors

Shoira A. Agzamova, ORCID.ID: 0000-0003-1617-8324, Scopus Author ID: 58809542600, Doctor of Medical Sciences, Professor, e-mail: shoira_agzamova@mail.ru; Department of Family Medicine №1, Physical Education and Civil Defense, Tashkent State Medical University, 100109 Uzbekistan, Tashkent, Farobiy St., 2, Phone: +998 903230537.

Sayyora A. Lutfullayeva, ORCID.ID: 0009-0005-4137-7554, e-mail: sayyoralutfullayeva1991@gmail.com; Full-time PhD student of the Department of Family Medicine №1, Physical Education and Civil Defense, Tashkent State Medical University, 100109 Uzbekistan, Tashkent, Farobiy St., 2,

References

- [1] Lynch S.V., Ng S.C., Shanahan F. et al. Translation the gut microbiome: ready for the clinic? *Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol.* 2019; 16: 656-661. DOI: 10.1038/s41575-019-0204-0.
- [2] Arrieta M.C., Stiemsma L.T., Amenyogbe N. et al. The intestinal microbiome in early life: health and disease. *Front Immunol.* 2014; 5: 427. DOI: 10.3389/fimmu.2014.00427
- [3] Bäckhed F., Roswall J., Peng Y. et al. Dynamics and stabilization of the human gut microbiome during the first year of life. *Cell Host Microbe.* 2015;17(5):690-703. DOI: 10.1016/j.chom.2015.04.004
- [4] Tamburini S., Shen N., Wu H.C., Clemente J.C. The microbiome in early life: implications for health outcomes. *Nat Med.* 2016;22(7):713-722. DOI: 10.1038/nm.4142
- [5] Robertson R.C., Manges A.R., Finlay B.B., Prendergast A.J. The human microbiome and child growth. *Trends Microbiol.* 2019;27(2):131-147. DOI: 10.1016/j.tim.2018.09.008

- [6] Stiemsma L.T., Michels K.B. The role of the microbiome in the developmental origins of health and disease. *Pediatrics*. 2018;141(4): e20172437. DOI: 10.1542/peds.2017-2437
- [7] Tapiainen T, Paalanne N, Tejesvi MV, et al. Maternal influence on the fetal microbiome in a population-based study of the first pass meconium. *Pediatr Res*. 2018;84(3):371–379. DOI: 10.1038/pr.2018.29
- [8] DOI: 10.1038/pr.2018.29
- [9] Milani C., Duranti S., Bottacini F. et al. The first microbial colonizers of the human gut. *Trends Microbiol*. 2017;25(8):613–626. DOI: 10.1016/j.tim.2017.03.011
- [10] Rutayisire E., Huang K., Liu Y., Tao F. The mode of delivery affects the diversity of the gut microbiota. *BMC Gastroenterol*. 2016; 16:86. DOI: 10.1186/s12876-016-0492-2
- [11] Stokholm J., Thorsen J., Chawes B.L. et al. Cesarean section changes neonatal gut colonization. *J Allergy Clin Immunol*. 2016;138(3):881–889. DOI: 10.1016/j.jaci.2016.01.028
- [12] Shao Y., Forster S.C., Tsaliki E. et al. Stunted microbiota and opportunistic pathogen colonization in cesarean-section birth. *Nature*. 2019; 574:117–121. DOI: 10.1038/s41586-019-1560-1
- [13] Victora C.G., Bahl R., Barros A.J.D. et al. Breastfeeding in the 21st century. *Lancet*. 2016;387(10017):475–490. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)01024-7
- [14] Bode L. Human milk oligosaccharides. *Glycobiology*. 2012;22(9):1147–1162. DOI: 10.1093/glycob/cws074
- [15] Inchingolo F, Inchingolo AM, Latini G, Ferrante L, de Ruvo E, Campanelli M, et al. Difference in the intestinal microbiota between breastfed infants and infants fed with artificial milk: a systematic review. *Pathogens*. 2024;13(7):533. DOI:10.3390/pathogens13070533.
- [16] Fouhy F, Watkins C., Hill C.J. et al. Perinatal factors affect microbiota development. *Gut Microbes*. 2019;10(4):459–471. DOI: 10.1080/19490976.2018.1506667
- [17] Korpela K., Salonen A., Virta L.J. et al. Intestinal microbiome is related to lifetime antibiotic use. *Nat Commun*. 2016; 7:10410. Arrieta M.C., Stiemsma L.T., Amenyogbe N. et al. The intestinal microbiome in early life: health and disease. *Front Immunol*. 2014; 5:427. DOI: 10.1038/ncomms10410
- [18] Иванова Н.А., Петрова М.С., Кузнецова Л.В. Влияние антибактериальной терапии во время беременности на микробиоту новорождённых // Педиатрия - 2018;97(4):45–50.
- [19] Ivanova NA, Petrova MS, Kuznetsova LV. Vliyaniye antibiotikoterialnoy terapii vo vremya beremennosti na mikrobiotu novorjdyonnyth [Influence of antibacterial therapy during pregnancy on the microbiota of newborns]. *Pediatriya [Pediatric]*. 2018;97(4):45-50. Russian. DOI: not available.
- [20] Tamburini S., Shen N., Wu H.C., Clemente J.C. The microbiome in early life. *Nat Med*. 2016;22(7):713–722. DOI: 10.1038/nm.4142
- [21] Toca MDC, Burgos F, Fernández A, Giglio N, Orsi M, Sosa P, Tabacco O, Ursino F, Ussher F, Vinderola G. Gut ecosystem during infancy: The role of "biotics". *Arch Argent Pediatr*. 2020 Aug;118(4):278-285. English, Spanish. DOI: 10.5546/aap.2020.eng.278. PMID: 32677792.
- [22] Ma X, Ding J, Ren H, Xin Q, Li Z, Han L, Liu D, Zhuo Z, Liu C, Ren Z. Distinguishable Influence of the Delivery Mode, Feeding Pattern, and Infant Sex on Dynamic Alterations in the Intestinal Microbiota in the First Year of Life. *Microb Ecol*. 2023 Oct;86(3):1799-1813. DOI: 10.1007/s00248-023-02188-9. Epub 2023 Mar 3. PMID: 36864279.
- [23] Сидоренко С.В., Захарова И.Н., Дмитриева Ю.А. Особенности кишечной микробиоты у детей после кесарева сечения // Вопросы современной педиатрии - 2019;18(2):98–104.
- [24] Sidorenko S.V., Zakharova I.N., Dmitrieva Yu.A. Osobennosti kischechniy mikrobiotyth u dney posle keserevo secheniya [Features of the intestinal microbiota in children born by cesarean section]. *Voprosy Sovremennoi Pediatrii [(Current Pediatrics)]*. 2019;18(2):98–104. DOI: not available.
- [25] Киселева Е.П., Беляева И.А. Роль грудного вскармливания в формировании микробиома кишечника у детей раннего возраста // Российский вестник перинатологии и педиатрии. - 2020;65(3):56–62.
- [26] Kiseleva E.P., Belyaeva I.A. Rol' grudnova vskarmlivaniya v formirovanii mikrobioma kischechnika u detey rannevo vozrasta [The role of breastfeeding in the formation of the intestinal microbiome in early childhood] // Rossiyskiy Vestnik Perinatologii i Pediatrii [Russian Bulletin of Perinatology and Pediatric]. 2020;65(3):56–62. DOI: not available.
- [27] Nagpal R, Tsuji H, Takahashi T, et al. Ontogenesis of the Gut Microbiota Composition in Healthy, Full-Term, Vaginally Born and Breast-Fed Infants over the First 3 Years of Life: A Quantitative Bird's-Eye View. *Front Microbiol*. 2017;8:1388. DOI: 10.3389/fmicb.2017.01388.
- [28] Баранов А.А., Намазова-Баранова Л.С. Микробиом и здоровье ребёнка. М.: Пе-

диатр; 2018

[29] Baranov A.A., Namazova-Baranova L.S. Mikrobiom I zdorov'e rebenka [Microbiome and Child Health]. Moscow: Pediatr [Pediatric]; 2018. DOI: not available.

[30] Stiemsma L.T., Michels K.B. The role of the microbiome in DOHaD. *Pediatrics*. 2018;141(4): e20172437. DOI:10.1542/peds.2017-2437

[31] Selma-Royo M, Calatayud Arroyo M, García-Mantrana I, Parra-Llorca A, Escuriet R, Martínez-Costa C, Collado MC. Perinatal environment shapes microbiota colonization and infant growth: impact on host response and intestinal function. *Microbiome*. 2020 Nov 23;8(1):167. DOI: 10.1186/s40168-020-00940-8. PMID: 33228771; PMCID: PMC7685601.

[32] Inchingolo F, Inchingolo AD, Palumbo I, Trilli I, Guglielmo M, Mancini A, Palermo A, Inchingolo AM, Dipalma G. The Impact of Cesarean Section Delivery on Intestinal Microbiota: Mechanisms, Consequences, and Perspectives-A Systematic Review. *Int J Mol Sci*. 2024 Jan 15;25(2):1055. DOI: 10.3390/ijms25021055. PMID: 38256127; PMCID: PMC10816971.

[33] den Besten G., van Eunen K., Groen A.K. et al. The role of short-chain fatty acids in the interplay between diet, gut microbiota, and host energy metabolism. *J Lipid Res*. 2013;54(9):2325–2340. DOI:10.1194/jlr.R036012

[34] Macfarlane G.T., Macfarlane S. Bacteria, colonic fermentation, and gastrointestinal health. *J AOAC Int*. 2012;95(1):50–60. DOI:10.5740/jaoacint.SGE_Macfarlane

[35] Furusawa Y., Obata Y., Fukuda S. et al. Commensal microbe-derived butyrate induces the differentiation of colonic regulatory T cells. *Nature*. 2013;504:446–450. DOI:10.1038/nature12721

[36] Blanton L.V., Charbonneau M.R., Salih T. et al. Gut bacteria that prevent growth impairments transmitted by microbiota from malnourished children. *Science*. 2016;351(6275):aad3311.

[37] DOI:10.1126/science.aad3311

[38] Stewart C.J., Ajami N.J., O'Brien J.L. et al. Temporal development of the gut microbiome in early childhood. *Microbiome*. 2018;6:193. DOI:10.1186/s40168-018-0578-5

[39] Иванова Н.А., Петрова М.С., Смирнова Т.В. Кишечный микробиом и физическое развитие детей раннего возраста. *Вопросы питания*. 2019;88(5):45–52.

[40] Ivanova N.A., Petrova M.S., Smirnova T.V. Gut microbiome and physical development of early childhood children. *Voprosy Pitaniya (Problems of Nutrition)*. 2019;88(5):45–52. DOI: not available.

[41] Szajewska H., Guarino A., Hojsak I. et al. Use of probiotics for management of gastrointestinal disorders in children. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2014;58(4):531–539. DOI:10.1097/MPG.0000000000000320

[42] Fouhy F, Watkins C., Hill C.J. et al. Perinatal factors affect microbiota development. *Gut Microbes*. 2019;10(4):459–471. DOI:10.1080/19490976.2018.1506667

[43] Samarra A, Flores E, Bernabeu M, Cabrera-Rubio R, Bäuerl C, Selma-Royo M, Collado MC. Shaping Microbiota During the First 1000 Days of Life. *Adv Exp Med Biol*. 2024;1449:1-28. DOI: 10.1007/978-3-031-58572-2_1. PMID: 39060728.