



УДК 616.34-053.2

<https://doi.org/10.65249/1027-7218-2026-8-34-45>

## Становление микробиома кишечника и модифицирующие факторы, влияющие на этот процесс

О. С. Зуева, Н. Н. Зуев

Витебский государственный ордена Дружбы народов  
медицинский университет, Витебск, Беларусь

В последние годы научное сообщество переживает настоящий бум интереса к микробиому кишечника – сложной экосистеме триллионов бактерий, вирусов, грибов и других микроорганизмов, населяющих пищеварительный тракт человека. Актуальность изучения этой области обусловлена растущим пониманием того, что микробиом – это динамичная система, где баланс между различными видами микроорганизмов играет ключевую роль в формировании здоровья человека, а дисбаланс в этом равновесии может приводить к развитию ряда заболеваний, таких как воспалительные заболевания кишечника, ожирение, аллергии, сахарный диабет 2-го типа, аутоиммунные расстройства, депрессия и ряд других. Изучение механизмов формирования и поддержания здорового микробиома кишечника представляет собой одно из самых современных направлений научных исследований, обладающее огромным потенциалом для улучшения качества человеческой жизни.

В статье в виде обзора представлены основные ключевые моменты этапов формирования микробиома кишечника у детей на первом году жизни, его функции, а также выделены факторы, которые могут значимо повлиять на процесс становления микробиома кишечника в данной возрастной группе.

**Ключевые слова:** микробиом ребенка, этапы становления, факторы риска, функции микробиома, здоровье человека.

In recent years, the scientific community has been experiencing increased interest in the intestinal microbiome – the complex ecosystem of trillions of bacteria, viruses, fungi, and other microorganisms that inhabit the human digestive tract. This world does not simply exist passively; it actively interacts with the body, having a profound impact on health and well-being. The relevance of studying this field is due to a growing understanding of how widely these influences cover everything from immunity and metabolism to mental health and predisposition to various diseases. Initially, it was believed that the microbiome is just a set of beneficial or harmful microorganisms. However, modern research shows a much more subtle picture. It is a dynamic system where the balance between different species plays a key role in shaping human health, and an imbalance in this balance can lead to the development of a number of diseases such as inflammatory bowel disease, obesity, allergic diseases, type 2 diabetes, autoimmune disorders, and even depression. Therefore, understanding the mechanisms of formation and maintenance of a healthy intestinal microbiome is becoming a priority task of modern medicine and nutritionology. The study of this invisible world inside a person is one of the most modern areas of scientific research, which has great potential to improve the quality of human life.

The article presents the main key points of the stages of formation of the intestinal microbiome in children, its main functions, and highlights external factors that can significantly affect the formation of the intestinal microbiome.

**Key words:** child's microbiome, stages of development, risk factors, microbiome functions, human health.

HEALTHCARE. 2026; 8: 34–45

FORMATION OF THE INTESTINAL MICROBIOME AND MODIFYING FACTORS INFLUENCING THIS PROCESS

O. Zueva, N. Zuev

Все чаще современная медицина при оказании медицинской помощи как взрослому, так и детскому населению фокусируется на концепции 5П-медицины, которая как единое целое начала формироваться и активно развиваться в начале XXI в. и в рамках Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2026–2030 годы

утверждена как стратегия развития медицины в стране<sup>1</sup>. 5П-медицина – это современная стратегия здравоохранения, переходящая от лечения болезней к их предотвращению и поддержанию здоровья. Она строится на пяти ключевых принципах, которые объединяют инновационные технологии, генетику и активное вовлечение самого человека:

<sup>1</sup>Об утверждении Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2026–2030 годы : решение Всебелорусского народного собрания от 19 декабря 2025 г. № 1 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=P925v0001> (дата обращения 12.05.2026).

1) персонализированная (personalized) – лечение и профилактика подбираются строго индивидуально, исходя из генетики, образа жизни и особенностей организма;

2) предикативная (predictive) – выявление предрасположенностей к заболеваниям еще до появления первых симптомов (например, через генетические тесты);

3) реверсивная/профилактическая (preventive) – меры, направленные на предотвращение развития болезней, а не на борьбу с уже возникшими проблемами;

4) партисипативная/пациент-ориентированная (participatory) – равноправное партнерство и осознанный диалог между врачом и пациентом, который активно участвует в поддержании своего здоровья;

5) позитивная (positive) – фокус не только на избавлении от симптомов, но и на сохранении психического благополучия, а также на мотивации пациента к здоровому образу жизни.

Реализация принципов 5П-медицины направлена не допустить появления заболеваний, перенося акцент на профилактику и сохранение здоровья, предлагая индивидуальные программы для каждого конкретного человека, обратившегося за медицинской помощью, благодаря чему удается:

- добиться повышения качества и эффективности оказания медицинской помощи;
- создать условия для повышения точности диагностирования заболеваний;
- разрабатывать комплексные программы профилактики и лечения, учитывающие потребности и особенности конкретных пациентов;
- исключать ненужные лечебные процедуры и снижать лекарственную нагрузку на человека;
- продлить молодость, сохранить здоровье, увеличить продолжительность жизни и повысить ее качество [1–4].

Пристальное внимание весомой части мирового сообщества исследователей привлекает изучение микробиома человека, который в условиях современных реалий рассматривается как модулятор здоровья. Благодаря техническому прогрессу в последние два десятилетия появились новые методы, позволяющие изучать спектр микроорганизмов без проведения микробиологического культивирования, так как 90 % микроорганизмов в лабораторных условиях не культивируются вовсе [5]. Генетические методы дали возможность расширить знания о таксономическом составе микробиомов и их роли в организме человека, а именно позволили рассматривать микробиом как отдельный орган или систему организма, связанную функционально с другими системами и играющую огромную роль в поддержании гомеостаза [6–8].

Цель исследования – провести обзор современных научных данных, представленных за последние 10 лет в литературных источниках, об особенностях этапов формирования микробиома кишечника у детей на первом году жизни и о факторах, которые могут сыграть ключевую роль в нарушении становления микробиома, предиктора возникновения ряда заболеваний, в том числе социально значимых.

## Материал и методы

Проведен поиск в базах данных MEDLINE, PubMed, eLibrary.ru, Google Scholar. Отбор публикаций осуществлялся по ключевым словам и их комбинациям (микробиом ребенка, этапы становления, факторы риска, функции микробиома, здоровье человека) в соответствии с целью обзорной статьи. После исключения дубликатов оставлены наиболее значимые статьи, представляющие результаты рандомизированных контролируемых исследований, систематических обзоров, популяционных и когортных исследований и метаанализов, подтверждающих особенности формирования микробиома и его роли в развитии и формировании здоровья детей грудного и раннего возраста.

## Результаты и обсуждение

Микробиом человека представляет собой эволюционно сложившуюся экологическую систему разнообразных микроорганизмов, населяющих открытые полости организма и поддерживающих биохимическое, метаболическое, иммунологическое равновесие, необходимое для сохранения здоровья [1; 2; 5; 6]. Общая масса микробиома человека составляет приблизительно 0,2 кг и содержит порядка  $3,8 \times 10^{13}$  бактерий, что равно количеству собственных клеток организма. В совокупном геноме кишечных микроорганизмов, метагеноме, насчитывается порядка 10 млн генов, что превосходит человеческий геном по объему более чем в 100 раз [9]. Наиболее важным биотопом человеческого организма является кишечник, в состав которого входит более 700 родов бактерий и 2500 различных видов микроорганизмов, которые глобально по современной биологической систематике относятся к четырем типам: *Bacteroidetes*, *Firmicutes*, *Actinobacteria*, *Proteobacteria* (более 90 % бактериальных представителей – это типы *Firmicutes* и *Bacteroidetes*, представители *Actinobacteria* и *Proteobacteria* в микробиоме кишечника присутствуют в относительно невысоком содержании) [1; 2; 10; 11]. Термин «микробиом кишечника» включает полный набор микроорганизмов (бактерии, археи, низшие и высшие эукариоты и вирусы),

продуктов их жизнедеятельности, их генов и геномов, находящихся в кишечнике. Под кишечной микробиотой следует понимать совокупность микроорганизмов, которые живут в кишечнике. Однако термины «микробиом» и «микробиота» часто используются взаимозаменяемо даже в литературе по микробиологии [7; 8].

Согласно современным представлениям микробиом кишечника рассматривается как уникальный орган, который не только имеет определенную форму, строение, место расположения, но и выполняет ряд важных функций [9; 10; 11]. Бактериальные представители микробиома кишечника расщепляют перевариваемые компоненты пищи (клетчатку), синтезируют ряд питательных веществ, в том числе витамины группы В ( $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_6$ ,  $B_{12}$ ), витамин К, фолиевую кислоту, короткоцепочечные жирные кислоты (КЦЖК) (пищеварительная функция). В ряде исследований подтверждена роль микробиоты желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) в обмене микроэлементов (натрий, калий, кальций и т. д.). Например, *Ent. aerogenes*, *Proteus vulgaris etmirabilis*, *Citrobacter*, *Kl. pneumoniae*, *E. coli*, *Candida albicans* способны аккумулировать на своей поверхности значительное количество ионов кальция, вплоть до образования кристаллов [5; 9; 10]. Микробиота формирует защитный барьер, вытесняя патогенные микроорганизмы и конкурируя с ними за питательные вещества, синтезирует антибактериальные вещества (бактериоцины), которые подавляют рост вредных бактерий, обезвреживает некоторые токсины и способствует их выведению из организма. Известно, что колицин, который синтезируется *E. coli*, обладает бактерицидным действием в отношении, например, шигелл (*Shigella*), сальмонелл (*Salmonella*), холерного вибриона (*Vibrio cholerae*), бацилл сибирской язвы (*Bacillus anthracis*) и др. Лактобактерии синтезируют ряд бактериоцинов (лактоцины, лактобревины, лактострепцины и ряд других), которые могут ингибировать бациллы, клостридии, стрептококки, энтеробактерии и т. д. Бифидобактерии активно подавляют размножение гнилостных и гноеродных бактерий, продуцируя бифидин и бифилонг [1; 5; 9; 10]. Недавно опубликованные результаты исследований показали, что защитная функция микробиоты кишечника может реализовываться и за счет КЦЖК. Так, пропионовая кислота и пропионат с помощью адгезинов блокируют рецепторы эпителиоцитов, тем самым препятствуя адгезии патогенных микроорганизмов к эпителию, что особенно важно для детского организма в период транзитной иммунологической и ферментативной незрелости [1; 5; 9; 10]. Микробиота участвует в развитии и функционировании иммунной

системы как на местном, так и на системном уровне, помогает в созревании и активации иммунных клеток кишечника, способствует формированию иммунной толерантности, предотвращая воспалительные реакции на пищу и собственные бактерии, может влиять на иммунитет других органов (иммунная функция) [12]. Доказано, что при заселении безмикробных животных представителями нормальной микробиоты происходят изменения как в самой структуре кишечника, так и в работе его иммунной системы, имеет место переключение иммунных клеток Th2 типа, которые в большей степени характерны для детей периода новорожденности на синтез Т-регуляторных клеток, в результате чего происходит повышение уровня цитокинов с противовоспалительной активностью, а именно фактора некроза опухоли  $\beta$  (ФНО- $\beta$ ), интерлейкина-10 (ИЛ-10), результатом чего становится формирование иммунологической толерантности [1; 5; 9; 10]. Метаболическая и энергетическая функции микробиоты заключаются в синтезе КЦЖК, которые являются «топливом» для клеток толстой кишки и регулируют моторику кишечника, а также выполняют ряд иных важных функций для организма человека (рис. 1) [9; 13–15].

Микробиота обеспечивает эпителиоцит энергией, причем на 70 % это происходит за счет масляной кислоты, 10 % энергопотребностей реализуется за счет уксусной и пропионовой кислот (большая часть последних КЦЖК в тканях идет на синтез глюкозы) [9; 16; 17].

Также представители микробиоты кишечника снижают всасывание холестерина в ЖКТ. Например, бифидобактерии и в меньшей степени ацидофильные палочки синтезируют деконъюгаты, переводящие соли желчных кислот в труднорастворимые формы, акцептирующие холестерин в толстой кишке, после чего последний выделяется с калом. При снижении указанных комменсальных бактерий и усилении гнилостных процессов в толстом кишечнике наблюдаются гиперхолестеринемия и гипертриглицеридемия и, как следствие, гиперхолерез желчи и стеатоз печени [10]. Метаболической функцией микробиоты считается также производство нейроактивных веществ, влияющих на нервную систему, включая гистамин и аминокислоты (триптофан, глицин). Микробиота регулирует моторику (перистальтику) кишечника, участвует в регуляции дифференцировки и регенерации эпителиальных тканей кишечника, способна поддерживать ионный гомеостаз организма (весомая доля КЦЖК, которые синтезируются в кишечнике, всасываются при помощи активных транспортных систем эпителиальных клеток толстой кишки, только около 5 % выводятся с калом;

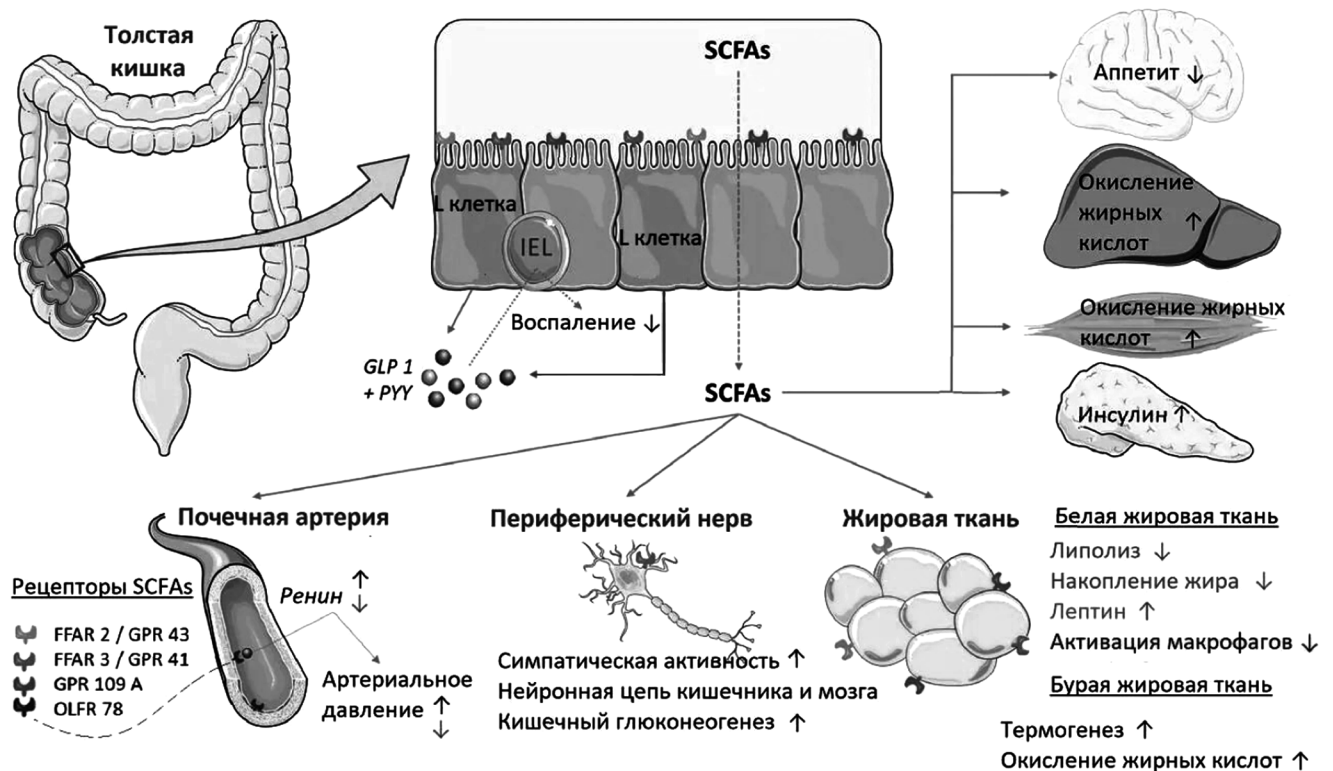


Рис. 1. Механизм действия короткоцепочных жирных кислот [13]

Fig. 1. The mechanism of action of short-chain fatty acids [13]

например, известно, что масляная кислота поступает в колоноцит в обмен на гидрокарбонатные ионы, большая ее часть там остается, часть же вновь поступает в просвет кишки в обмен на ионы хлора) [16; 17].

Становление микробиома кишечника ребенка начинается еще во внутриутробном периоде благодаря формированию уникального самого по себе микробиома плаценты беременной женщины [18–20]. Ранее считалось, что эмбрион внутриутробно стерилен и микробная колонизация новорожденного начинается во время и после рождения. Однако результаты молекулярно-генетических исследований доказали факт наличия внутриутробного контакта плода с материнской микробиотой в результате трансплацентарной передачи микроорганизмов (молочнокислые бактерии обнаруживаются в плаценте, пуповине, амниотической жидкости, а с 24-й нед. гестации в ЖКТ плода) [6; 21]. После рождения микробиом кишечника проходит в своем дальнейшем формировании ряд значимых этапов «эволюции» [11; 18]. На первом этапе (3–84-е сут. жизни) микробиом кишечника детей содержит ограничен-

ный набор представителей типа *Firmicutes*. Однако в дальнейшем, на втором этапе (92–100-е сут. жизни), видовой состав *Firmicutes* изменяется, а в составе микробиома увеличивается количество *Actinobacteria* и *Proteobacteria*, причем с увеличением представителей *Proteobacteria* в настоящее время связывают ранее отмечаемые необъяснимые эпизоды лихорадки у детей первых месяцев жизни. С момента введения прикорма начинается третий этап заселения микробиома кишечника (172–297-е сут. жизни ребенка), который характеризуется увеличением количества *Bacteroidetes*. При этом интересно, что в микробиоме третьего этапа определяются представители, характерные для завершившегося первого этапа (следы неонатального микробиома). На четвертом этапе (454–838-е сут. жизни), который совпадает по времени с переводом ребенка на «взрослый стол», отмечается значительное и устойчивое увеличение бактерий типа *Bacteroidetes*, специализирующихся именно на ферментации сложных растительных полисахаридов. Представители типа *Bacteroidetes* в микробиоме кишечника между третьим и четвертым этапами между собой отличаются [1].

В экспериментальных исследованиях на лабораторных мышах было показано, что расширение рациона питания последних за счет растительных углеводов приводило к росту представителей типа *Bacteroidetes* в микробиоме кишечника грызунов [1; 2]. Период перехода с третьего этапа на четвертый (371–441-е сут. жизни) принципиально важен, так как в данный временной промежуток, по всей вероятности, на созревание микробиома кишечника может существенно влиять ряд факторов, в том числе состояние микробиома матери, характер вскармливания ребенка, рацион питания женщины во время беременности и кормления грудью, состав грудного молока, применение медикаментозных препаратов (особенно антибактериальных), условия жизни и многое другое [1; 2].

Здоровье матери, включая состав ее микробиоты кишечника, кожи, родовых путей, а также общее состояние здоровья, играет существенную роль в формировании микробиома ЖКТ новорожденного. Назначение антибиотиков матери во время беременности, в период грудного вскармливания или ребенку в неонатальном и раннем возрасте оказывает существенное влияние на состав микробиома [6; 22; 23]. Так, при применении цефалоспоринов наблюдается резкое снижение разнообразия кишечной микробиоты, а общее количество бактерий уменьшается на 30–50 % по сравнению с исходным уровнем. Применение амоксициллина в течение 1 нед. у новорожденных детей приводит к значительному уменьшению числа бифидобактерий и лактобацилл, вплоть до их полного исчезновения, и замещению здоровой микробиоты антибиотико-резистентными штаммами, причем гены резистентности, по мнению некоторых авторов, могут сохраняться в кишечной микробиоте у детей на протяжении 4 лет после проведенной терапии [19]. Исследования детей дошкольного возраста, чьи матери в третьем триместре беременности получали антибактериальные препараты, показали более высокий риск развития бронхиальной астмы в сравнении с детьми, матерям которых антибиотики в указанный срок не назначались. Например, установлено, что применение антибиотиков группы макролидов у детей в возрасте 2–7 лет формировало особый профиль микробиоты кишечника, а именно потерю представителей *Actinobacteria* и увеличение плотности *Bacteroidetes* и *Proteobacteria*, с индукцией генов антибиотикорезистентности и снижением активности гидролаз желчных кислот. При этом данный профиль микробиоты в исследовании положительно коррелировал либо с развитием впоследствии бронхиальной астмы, либо с увеличением индекса массы тела у ребенка [19]. Выявлена связь между

применением антибиотиков в первый год жизни и повышением индекса массы тела у мальчиков в возрасте 5–8 лет. Имеются экспериментальные исследования о влиянии антибиотиков на микробиоту кишечника мышей и развитие заболеваний у последних. В частности, исследователями было продемонстрировано, что введение антибиотиков новорожденным мышам приводило к выраженным изменениям состава их микробиома и впоследствии к развитию осложненных астматических эпизодов после интраназальной нагрузки овальбумином, чего, однако, не наблюдалось при введении антибиотиков уже взрослым особям [19; 20]. Важность вертикальной передачи микробиоты во время беременности продемонстрировано в ходе эксперимента, где беременным мышам вводили малые дозы пенициллина, впоследствии у потомства этих мышей отмечались увеличение массы тела, повышение содержания жировой ткани в организме, снижение экспрессии генов, кодирующих отдельные важные белки, например 3-дефензины и ИЛ-17 [19; 20]. Таким образом, воздействие антибиотиков даже на короткие промежутки времени, особенно во время беременности и в раннем детском возрасте, оказывает долговременное воздействие на микробиом кишечника, что впоследствии может повышать риск развития целого ряда заболеваний. И это, безусловно, должно приниматься в расчет при назначении антибиотиков как в акушерской и гинекологической практике, так и в педиатрической практике (от оказания медицинской помощи новорожденным до детей грудного и раннего возраста) [1; 18; 20].

Микробиом кишечника детей, рожденных естественным путем, по своему составу сходен с микробиомом влагалища матери и характеризуется преобладанием родов *Lactobacillus*, *Prevotella* и *Atopobium* в своем составе, высоким содержанием бифидобактерий и низким уровнем вида *Clostridium difficile*. Микробиом кишечника детей, рожденных оперативным путем, характеризуется преобладанием представителей родов *Staphylococcus* и *Corynebacterium* [19; 20]. При этом в 64–82 % случаев у таких младенцев обнаруживаются метициллинрезистентные штаммы *Staphylococcus aureus*. Также отмечаются увеличение количества энтеробактерий (*Klebsiella*, *Enterobacter*), более частое присутствие клостридий (*Clostridium perfringens* и *Clostridium difficile*) [1; 6; 16; 21; 24; 25]. Так, сравнительная характеристика качественного и количественного состава кишечной микробиоты доношенных и недоношенных детей, рожденных естественным путем и после оперативного родоразрешения, показала, что уже в 1-е сут. жизни в составе микробиоты детей после

естественных родов выделялись микроорганизмы из группы комменсалов (лактобациллы, бифидобактерии и бактероиды), в отличие от детей, рожденных путем операции кесарева сечения. На 7-е сут. жизни у детей независимо от способа родоразрешения в составе кишечной микробиоты строгие анаэробы преобладали над факультативными анаэробами, однако у недоношенных детей и доношенных, рожденных оперативным путем, этот процесс происходил медленнее. К концу 1-го мес. жизни по уровню колонизации бактероидами дети, рожденные оперативным путем, более чем в 5 раз отставали от детей, рожденных путем самопроизвольных родов. Недоношенные дети, рожденные естественным путем, по уровню колонизации бифидобактериями и бактероидами приблизились к показателям доношенных детей, рожденных естественным путем. В группах недоношенных детей титр лактобацилл оставался стабильно высоким, преимущественно за счет пробиотических видов (*Lactobacillus fermentum* и *Lactobacillus plantarum*) [26].

Изменения состава микробиоты кишечника у детей после оперативного родоразрешения сохраняются на протяжении всего первого года жизни, демонстрируя уменьшение числа анаэробов и повышение факультативных бактерий ввиду того, что комменсалы в ограниченном составе не способны подавить патогенных представителей микробиоты кишечника [1; 6; 18; 22; 27]. Озвучено предположение, что такой характер микробиоты может быть предрасполагающим фактором риска частых инфекционных заболеваний у детей в дальнейшем. Показана связь между способом родоразрешения и динамикой антропометрических параметров у детей как на 1-м году жизни, так и в более позднем возрастном периоде по мере взросления [28]. Также между детьми, рожденными естественным путем, и детьми, рожденными оперативным путем, имеют место различия и в микробиоме носоглотки: у последних на 1-м мес. жизни отмечается более низкая плотность таких микроорганизмов, как *Corynebacterium* и *Dolosigranulum* [29]. И это настораживает, так как, например, в Российской Федерации, по данным статистики, примерно 30 % детей каждый год появляются на свет именно путем операции кесарева сечения [29]. В Республике Беларусь согласно опубликованным данным также за последние 5 лет имеет место тенденция к увеличению числа оперативных родоразрешений.

Обсуждается возможная роль состава микробиоты влагалища как причины преждевременных родов. Группа американских ученых отслеживала динамику генома микробиоты влагалища

175 женщин на протяжении всего срока беременности (у 40 из них произошли спонтанные преждевременные роды, 135 родили в срок). Исследование показало связь между течением беременности и составом вагинальной микробиоты: некоторые представители рода *Lactobacillus*, такие как *L. helveticus*, *L. crispatus*, *L. gasseri* и *L. Jensenii*, ассоциировались с доношенной беременностью, а *Megasphaera genomosp*, *Gardnerella spp.* и *Atopobium vaginae* – с преждевременными родами. Генетическое разнообразие вагинальной микробиоты у женщин, родивших раньше срока, было выше, в первую очередь за счет видов *Gardnerella*. У них нуклеотидное разнообразие *Gardnerella spp.* увеличивалось в начале беременности, а у женщин, родивших в срок, показатель разнообразия оставался стабильным. Тем не менее авторы не исключают и другие причины, влияющие на исход беременности [30]. Состав микробиоты кишечника у недоношенных новорожденных также имеет свои характеристики, отличные от микробиоты кишечника доношенных детей. Так, исследование состава микробиоты кишечника у глубоко недоношенных новорожденных с сочетанной перинатальной патологией выявил преобладание грамположительных бактерий в 54,8 % случаев (граммотрицательные представители отмечались в 40,6 % случаев, из них неферментирующие бактерии – в 20 %). Примерно такая же картина определялась после 7 сут. жизни детей, при этом в группе грамотрицательных бактерий достоверно чаще ( $\chi^2 = 5,0$ ,  $p < 0,05$ ) была выделена *Klebsiella pneumoniae* [31]. Исследования, проведенные в Республике Беларусь по изучению микробиоты дыхательных путей недоношенных детей с целью применения результатов в модели постановки диагноза «врожденная пневмония», основанной на микробиом-ассоциированном подходе, показали, что у недоношенных детей на фоне перенесенной хронической внутриутробной гипоксии отмечались чаще такие роды, как *Brucella* ( $\geq 5,8\%$ ), *Achromobacter* ( $\geq 3,1\%$ ), *Ralstonia* ( $\geq 0,3\%$ ), *Stenotrophomonas* ( $\geq 9,0\%$ ), *Klebsiella* ( $\geq 0,02\%$ ), *Pseudomonas* ( $\geq 1,5\%$ ) [32].

Характер вскармливания ребенка на 1-м году жизни еще один значимый и немаловажный фактор, влияющий на процесс становления микробиома кишечника [22]. Грудное молоко – это не просто питательная смесь, а сложная биологическая система, содержащая полезные вещества и микроорганизмы (не менее  $10^3$  КОЕ/мл) [6; 20; 33; 34]. В настоящее время установлено существование специфического микробиома грудного молока, большую часть которого составляют бактерии родов *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus*,

*Enterococcus*, *Lactococcus*, *Weissella*, *Bifidobacterium* [6; 7; 17; 35]. Вскармливание грудным молоком оказывает равнозначное влияние на развитие микробиома ребенка независимо от того, имело место исключительно грудное или смешанное вскармливание, при этом объясняет наибольшую дисперсию в период с 3-го по 14-й мес. жизни [17; 35]. Помимо микроорганизмов в грудном молоке присутствуют галактоолигосахариды, которые действуют как пребиотики и особенно благоприятны для роста бифидобактерий, специфичных для младенцев [19; 20]. При этом профиль галактоолигосахаридов у каждой женщины уникален, что, в свою очередь, обеспечивает индивидуальность каждого младенческого микробиома [6]. У детей на естественном вскармливании в кишечнике преобладают бифидобактерии, а в возрасте 1 мес. наблюдается прямая связь между количеством бифидобактерий и выработкой секреторного IgA (sIgA), важного для формирования адекватного иммунного ответа, имеет место снижение уровня воспалительного маркера ИЛ-6 в сыворотке крови [20; 27]. При вскармливании ребенка адаптированными молочными смесями, напротив, отмечаются низкое содержание бифидобактерий и наличие ассоциации из 3–4 условно-патогенных микроорганизмов: *Staphylococcus pyogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Proteus*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, дрожжеподобных грибов [20].

С введением прикормов состав кишечной микробиоты грудного ребенка претерпевает существенные изменения, и бактериоиды становятся постоянными представителями кишечной микробиоты во втором полугодии жизни [6; 22; 23; 36]. После завершения грудного вскармливания в микробиоме детского кишечника появляются бактерии, характерные для микробиома взрослого: представители типов *Bacteroidetes*, *Firmicutes* и класса *Clostridia*. В дальнейшем существенное влияние на состояние микробиома кишечника оказывают диета и пищевые привычки, которых будет придерживаться ребенок по мере роста. Диеты с высоким содержанием жиров отрицательно влияют на состав микробиоты кишечника, что приводит к дисбиозу, в то время как диеты на растительной основе оказывают положительное влияние [36]. Так, высокое потребление животного белка, насыщенных жиров и сахаров в рационе питания коррелирует с повышением соотношения *Firmicutes/Bacteroidetes*, которое связывают с такими заболеваниями, как сахарный диабет и ожирение. У крыс диета с повышенным содержанием жиров и сахарозы приводила к изменению состава кишечной микробиоты и вызывала метаболическую дисфункцию в течение 3 сут., а в микробиоте

определялось сниженное количество *Lactobacillus enteralis* и увеличенное *Clostridiales*, *Bacteroides* и *Enterobacteriales* [36; 37]. У людей, рацион питания которых характеризуется преобладанием бобовых, овощей, фруктов, злаков, особенно цельнозерновых, микробиом кишечника состоит из большого количества *Bacteroidetes* и более низкого соотношения *Firmicutes/Bacteroidetes* [36; 37]. Потребление ячменного хлеба (цельнозернового) положительно влияет на толерантность к глюкозе у людей с нормальным индексом массы тела, при этом в микробиоме кишечника у этой категории имеет место повышение уровня *Prevotellacopri* с увеличением их способности ферментировать сложные полисахариды [13]. Применение в течение 3 мес. в рационе питания пациентов с избыточной массой тела смеси инулина и олигофруктозы приводило к улучшению постпрандиального ответа на глюкозу и рост количества бутират-продуцирующих представителей в микробиоте кишечника.

Подобные результаты были получены и в экспериментальных исследованиях на мышах с ожирением: обогащение их рациона фруктоолигосахаридами приводило к росту числа *Bifidobacterium spp.* в микробиоме кишечника, и, напротив, снижение последних коррелировало с непереносимостью глюкозы у мышей и склонностью к ожирению [13]. Вероятно, участие в вышеописанных метаболических процессах микробиом может оказывать и посредством своих бактериальных метаболитов – КЦЖК, в частности бутирата, пропионата, ацетата [36–38]. Так, мыши, получавшие бутират-обогащенную диету с высоким содержанием жиров, были более устойчивы к развитию у них ожирения, несмотря на избыток жирных продуктов питания в их рационе. Ацетат, вводимый перорально тучным и диабетическим крысам, также приводил к снижению у них прибавки массы тела и улучшению толерантности к глюкозе. Раздельное добавление в питание мышам пропионата или бутирата в экспериментальных работах улучшало гомеостаз глюкозы у грызунов [39]. Подобные эффекты также были получены у людей, которые получали инулин-пропионат: в сыворотке крови обследуемых значительно увеличивались уровни глюкагоноподобного пептида-1 (GLP-1) и пептида YY (PYY) – гормонов, которые вырабатываются в кишечнике в ответ на прием пищи: GLP-1 регулирует уровень сахара в крови и снижает аппетит, тогда как PYY подавляет аппетит и помогает контролировать чувство насыщения. Более того, после длительного приема данной добавки происходило значительное снижение веса в группе наблюдения [39]. Повышение концентрации PYY и GLP-1 в плазме крови увеличивалось также при рек-

тальной и внутривенной перфузии ацетата [38]. В последние годы распространенной, в том числе и в педиатрической практике, стала безглютеновая диета, даже несмотря на то, что основным показанием для ее назначения являются целиакия и нецелиакийная чувствительность к глютену, когда употребление глютена, вызывает симптомы, схожие с целиакией и возникающие через несколько часов или суток после употребления последнего [36; 37]. Интересно, что у пациентов на безглютеновой диете, назначенной по показаниям, микробиом кишечника имеет меньшее видовое разнообразие бактерий, меньшее разнообразие видов *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, уровни патогенных грамотрицательных бактерий, таких как *Klebsiella*, *Prevotella*, *Serratia*, повышены, однако концентрация КЦЖК аналогична таковой у здоровых людей [36; 37], в то время как использование

здоровыми людьми безглютеновой диеты способствует уменьшению количества *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Faecalibacterium prausnitzii* и увеличению количества *E. coli*, *Enterobacteriaceae*. Такая разница пока не понятна, однако есть предположение, что глютен обладает пребиотическими свойствами, и, следовательно, его исключение из рациона питания может нарушить состояние микробиома кишечника [36; 37].

Таким образом, согласно современным рекомендациям по питанию в рационе должны преобладать растительные продукты (овощи, фрукты, цельнозерновые продукты, бобовые, орехи), которые подверглись минимальной кулинарной обработке (рис. 2) [36].

Перечисленные продукты питания (см. рис. 2) являются единственным естественным источником пищевых волокон, которые поддерживают

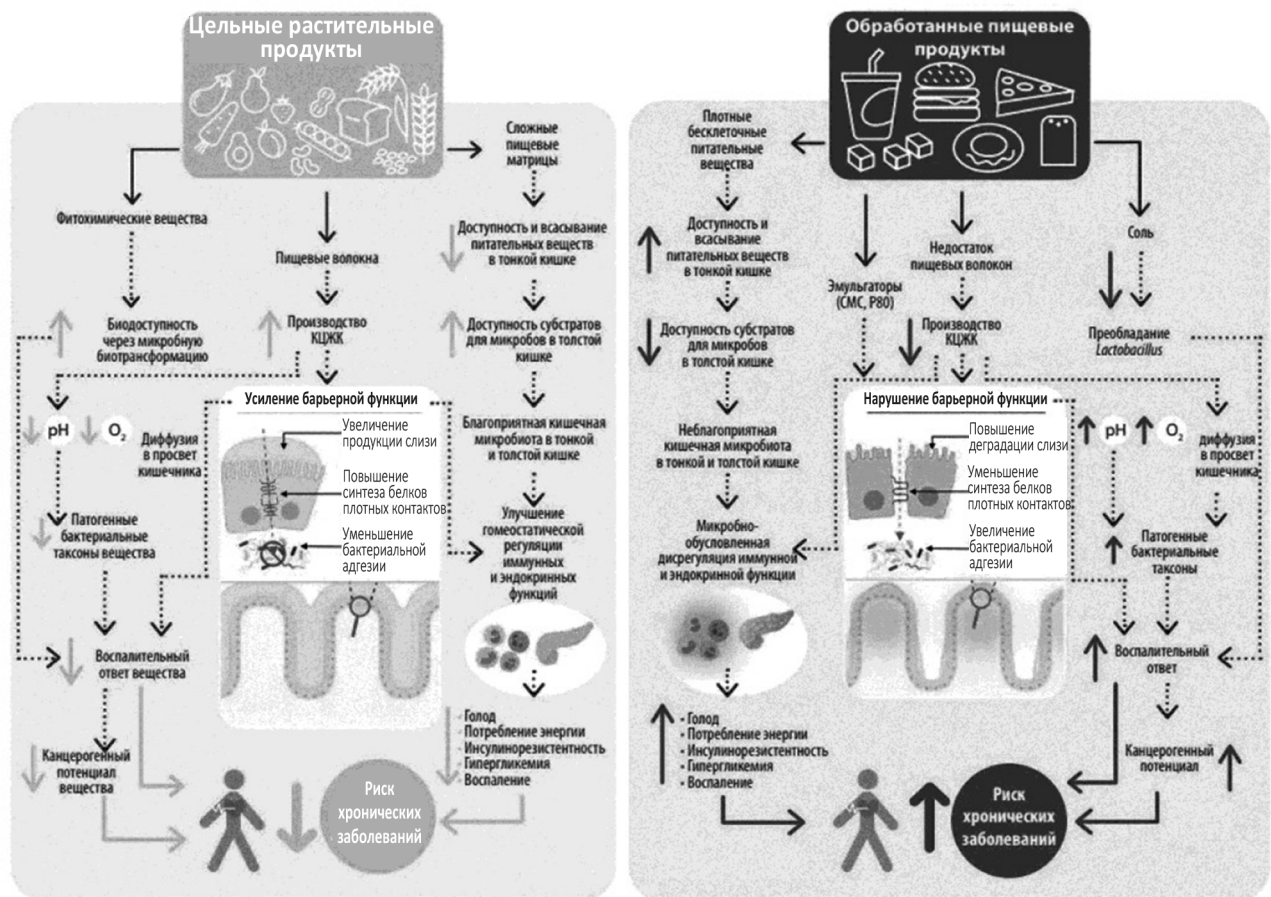


Рис. 2. Влияние растительных и обработанных пищевых продуктов на состояние микробиома кишечника

Fig. 2. The effect of plant-based and processed foods on the gut microbiome

разнообразие состава микробиоты кишечника, а ферментация волокон приводит к синтезу КЦЖК [36].

Интересной являлась существовавшая гипотеза, согласно которой немаловажная роль в формировании микробиома кишечника отводилась такому фактору, как количество членов семьи ребенка. Речь идет о так называемой гигиенической теории, согласно которой проживание ребенка с более старшими братьями и сестрами (особенно с небольшой разницей в возрасте) способствует переносу различных микроорганизмов (как патогенных, так и условно-патогенных), обеспечивает ускоренное становление микробиома и, как следствие, способствует развитию иммунной системы и формированию толерантности в отношении различных антигенов [14; 40]. Более того, этот процесс может пойти по разным сценариям в зависимости от приверженности родителей ребенка к вопросу избыточного соблюдения гигиены, а также, как говорилось выше, от существующего в семье привычного рациона питания. По мере появления новых детей в семье ребенок контактирует с более широким спектром микроорганизмов, что влияет на его собственный микробиом. Например, согласно опубликованным исследованиям установлено, что у детей, посещающих детский сад, отмечается снижение риска развития бронхиальной астмы [14]. «Гигиеническая теория» базируется на том, что дети, взрослеющие в условиях более низкой микробной нагрузки, имеют более высокие риски возникновения ряда заболеваний, в том числе аллергических и аутоиммунных. Позднее «гигиеническая теория» была уточнена в рамках «гипотезы старых друзей», которая утверждает, что внешние факторы окружающей среды также имеют весомое значение для формирования развивающейся иммунной системы ребенка [14]. В ряде исследований было показано, что у детей, проживающих в сельской местности, где имеет место тесный контакт с домашним скотом, кормом для этих животных, сеном, зерном, случаи бронхиальной астмы отмечались реже, чем у детей, которые живут в городских условиях [14]. Похожие результаты были получены и в отношении взросления ребенка с собакой и/или кошкой, что не совсем укладывается в привычное представление медицинского сообщества о роли домашних животных в реализации аллергических заболеваний и, безусловно, требует дальнейшего изучения данного вопроса [35].

Прорывом в изучении микробиома кишечника стали опубликованные в 2018 г. данные научного исследования, целью которого авторы ставили определить: что более значимо определяет состав микробиома кишечника – генетика человека или факторы окружающей среды? Неожиданностью для самих же авторов исследования по окончании научного проекта оказалось, что генетические особенности человека влияют на формирование микробиома кишечника всего лишь на 2 %, а основную роль играют именно внешние факторы окружающей среды [5]. Изучения данного вопроса продолжаются, добавляя новые подтверждения высказанной гипотезы. Например, в одном из проведенных исследований оценивали частоту распространенности бронхиальной астмы и сахарного диабета 1-го типа среди населения, проживающего в сходных климатических условиях, но с разными социально-экономическими условиями: на территории Карелии в составе Российской Федерации и на территории Финляндии. Оказалось, что у жителей Карелии частота встречаемости указанных заболеваний была в разы ниже, чем у представителей соседнего европейского государства, что указывает на значимое влияние внешних факторов окружающей среды на формирование здоровья человека, в том числе на микробиом, ничуть не меньше, чем наследственность [29; 41]. Таким образом, вероятно, микробиом кишечника лишь частично определяется генотипом человека, а в большей степени зависит от качества первичной колонизацией, которая начинается еще во внутриутробном периоде и продолжается после рождения ребенка. Следовательно, на сегодняшний день можно говорить о том, что обеспечение правильности процесса становления микробиома как может стать существенным фактором для формирования здоровья ребенка, так и определять качество и продолжительность его жизни по мере взросления. Более того, именно первый год жизни можно рассматривать как «критическое окно» в поиске эффективной стратегии первичной профилактики ряда заболеваний, в том числе социально значимых, так как именно в данный возрастной период появляются возможности коррекции наиболее «управляемых» внешних факторов, влияющих на становление микробиома кишечника ребенка.

## Литература

1. Стома, И. О. Микробиом в медицине : руководство для врачей / И. О. Стома – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 320 с.
2. Стома, И. О. Микробиом человека на стыке инфектологии и других разделов медицины: современное состояние проблемы и переоценка взглядов на патогенез заболеваний / И. О. Стома, Н. Д. Ющук // Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение. – 2019. – Т. 8, № 3 (30). – С. 78–84.

3. Горбач, Л. А. Медицина 5П и искусственный интеллект / Л. А. Горбач // Медицинский вестник. – URL: <https://medvestnik.by/technology/meditsina-5p-i-iskusstvennyj-intellekt> (дата обращения: 05.02.2026).
4. Адамян, Л. В. Стратегия «5 П» современной контрацепции / Л. В. Адамян, М. И. Ярмолинская // Проблемы репродукции. – 2024. – Т. 30, № 1. – С. 122–134.
5. Микрофлора кишечника. История изучения, состав, функции, методы оценки микробиоты. Лечение нарушений микробиоты. Фекальная трансплантация // Медицинский портал KingMed.info. – URL: [https://kingmed.info/articles/Obshchaya\\_vrachebnaya\\_praktika/Gastroenterologiya/article\\_79/Mikroflora\\_kishechnika\\_istoriya\\_izucheniya\\_sostav\\_funktsii\\_metodi\\_otsenki\\_mikrobioti\\_Lechenie\\_narusheniy\\_mikrobioti\\_Fekalnaya\\_transplantatsiya](https://kingmed.info/articles/Obshchaya_vrachebnaya_praktika/Gastroenterologiya/article_79/Mikroflora_kishechnika_istoriya_izucheniya_sostav_funktsii_metodi_otsenki_mikrobioti_Lechenie_narusheniy_mikrobioti_Fekalnaya_transplantatsiya) (дата обращения: 14.09.2020).
6. Микробиом в педиатрической практике: междисциплинарный взгляд / В. М. Гордиенко, А. А. Вялова, Ю. Е. Плужник, Е. А. Куликова // Медицинский оппонент. – 2024. – Т. 27, № 3. – С. 55–64.
7. Волынец, Г. В. Кишечный микробиом и современные методы его исследования у детей / Г. В. Волынец, А. В. Никитин, Т. А. Сворцова // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2022. – Т. 67, № 4. – С. 5–13.
8. Гузов, И. И. Общие понятия микробиома и голобиома. Дисбиоз и синдром избыточного бактериального роста в тонком кишечнике: клиническое значение для акушера-гинеколога, репродуктолога, андролога / И. И. Гузов, Е. Ю. Печерина // Архив акушерства и гинекологии им. В. Ф. Снегирева. – 2026. – Т. 13, № 2. – С. 150–159.
9. Микробиота кишечника как отдельная система организма / Ю. В. Юдина, А. А. Корсунский, А. И. Аминова [и др.] // Докладная гастроэнтерология. – 2019. – Т. 4, № 8 – С. 36–43.
10. Кишечная микробиота: современные представления / Е. М. Булатова, Н. М. Богданова, Е. А. Лобанова, Т. В. Габруская // Педиатрия. Журнал им. Г. Н. Сперанского. – 2009. – Т. 87, № 3. – С. 104–109.
11. Ардатская, М. Д. Пробиотики, пребиотики и метабиотики в клинической практике : руководство для врачей / М. Д. Ардатская. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2024. – 264 с.
12. Дисбиоз (дисбактериоз) кишечника: современное состояние проблемы, комплексная диагностика и лечебная коррекция / М. Д. Ардатская, С. В. Бельмер, В. П. Добрица [и др.] // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2015. – Т. 117, № 5. – С. 13–50.
13. Health Benefits and Side Effects of Short-Chain Fatty Acids / R.-G. Xiong, D.-D. Zhou, S.-X. Wu [et al.] // Foods. – 2022. – Vol. 11, iss. 18. – Art. 2863. – doi: 10.3390/foods11182863.
14. The role of the early-life gut microbiota in childhood asthma / U. Boulund, J. Thorsen, U. Trivedi [et al.] // Gut Microbes. – 2025. – Vol. 17, № 1. – P. 1–25.
15. The predictive power of the microbiome exceeds that of genome-wide association studies in the discrimination of complex human disease / B. T. Tierney, Y. He, G. M. Church [et al.]. – URL: <https://doi.org/10.1101/2019.12.31.891978> (date of access: 04.05.2026).
16. Тлюстангелова, Р. К. Роль короткоцепочечных жирных кислот в патогенезе острых кишечных инфекций и постинфекционных синдромов / Р. К. Тлюстангелова, С. В. Долинный, Н. Ю. Пшеничная // Русский медицинский журнал. – 2019. – № 10. – С. 31–35.
17. Тлюстангелова, Р. К. Современные представления о роли короткоцепочечных жирных кислот в патогенезе острых кишечных инфекций и постинфекционных синдромов / Р. К. Тлюстангелова, С. В. Долинный // Наука: комплексные проблемы. – 2018. – № 2. – С. 44–54.
18. Николаева, И. В. Формирование кишечной микробиоты ребенка и факторы, влияющие на этот процесс / И. В. Николаева, А. Д. Царегородцев, Г. С. Шайхиева // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2018. – Т. 63, № 3. – С. 13–18.
19. Янковский, Д. С. Роль микробиома в формировании здоровья ребенка (обзор литературы) / Д. С. Янковский, В. П. Ширококов, Г. С. Дымент // Современная педиатрия (Украина). – 2019. – № 5. – С. 89–111.
20. Зуева, О. С. Новый взгляд на патогенетические механизмы формирования пищевой аллергии у детей грудного возраста с позиции состояния кишечного барьера и микробиоты кишечника / О. С. Зуева, И. О. Стома, Н. Н. Зуев // Охрана материнства и детства. – 2025. – Т. 45, № 1. – С. 69–76.
21. Формирование микробиоты младенца: мать – плацента – плод – ребенок / И. Н. Захарова, И. В. Бережная, Е. В. Скоробогатова [и др.] // Медицинский совет. – 2024. – Т. 18, № 1. – С. 269–275.
22. Кишечная микробиота как регулятор работы органов и систем человека : руководство для врачей / под ред. В. П. Новиковой, М. М. Гуровой, А. И. Хавкина. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2024. – 352 с.
23. Введение прикорма: «окно возможностей» формирования кишечной микробиоты и модулирования иммунных реакций / И. А. Беляева, Л. С. Намазова-Баранова, Е. П. Бомбардирова [и др.] // Вопросы современной педиатрии. – 2023. – Т. 22, № 6. – С. 506–512.
24. Джапаридзе, Л. А. Формирование микробиоты детей: ее роль в общем метаболизме / Л. А. Джапаридзе, О. А. Солдатов // Журнал инфектологии. – 2022. – Т. 14, № 1. – С. 20–30.
25. Нароган, М. В. Нарушения кишечной микробиоты у детей, рожденных путем кесарева сечения, и возможности их коррекции / М. В. Нароган // Неонатология: новости, мнения, обучение. – 2021. – Т. 9, № 2. – С. 24–32.
26. Становление микробиоты кишечника доношенных и поздних недоношенных детей, рожденных самопроизвольно и путем операции кесарева сечения / Т. В. Припутневич, Е. Л. Исаева, В. В. Муравьева [и др.] // Неонатология: новости, мнения, обучение. – 2023. – Т. 11, № 1. – С. 42–56.
27. Корниенко, Е. А. Пищевая аллергия, кишечная микробиота и пробиотики / Е. А. Корниенко // Медицинский совет. – 2022. – Т. 16, № 1. – С. 178–183.
28. Дедикова, О. В. Особенности микробиоты кишечника детей, рожденных путем операции кесарева сечения, и ее коррекция / О. В. Дедикова, И. Н. Захарова, А. Е. Кучина [и др.] // Медицинский совет. – 2024. – Т. 18, № 1. – С. 176–188.
29. Стома, И. О. Микробиом: то что убивает, и то, что делает нас сильнее / И. О. Стома. – М. : АСТ, 2025. – 304 с.
30. Microdiversity of the vaginal microbiome is associated with preterm birth / J. Liao, L. Shenhav, J. A. Urban [et al.] // Nature Communications. – Vol. 14, № 1. – doi: 10.1038/s41467-023-40719-7.
31. Гнедько, Т. В. Структура микробиоты у глубоко недоношенных новорожденных детей / Т. В. Гнедько, С. А. Берестень, Д. С. Ковшун, З. В. Блыга // Современные перинатальные медицинские технологии в решении проблем демографической безопасности : сб. науч. ст. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, РНПЦ «Мать и дитя». – Мн., 2018. – Вып. 11. – С. 205–211.
32. Микробиом-ассоциированные биомаркеры пневмонии у недоношенных новорожденных детей / А. С. Старовойтова, И. О. Стома, Е. А. Улезко, [и др.] // Проблемы здоровья и экологии. – 2025. – Т. 22, № 1. – С. 145–156.

33. Hand. Role of the microbiota in immunity and inflammation / Y. Belkaid, T. W. Hand // *Cell*. – 2014. – Vol. 157, № 1. – С. 121–141.
34. Грудное вскармливание и микробиота кишечника младенца / Н. В. Бойко, А. Е. Сарсенгалиева, Е. А. Мельникова [и др.] // *КиберЛенинка*. – 2026. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/grudnoe-vskarmlivanie-i-mikrobiota-kishechnika-mladentsq/viewer> (дата обращения: 10.05.2026)
35. О роли микробиоты кишечника в развитии пищевой аллергии с позиции современной интестинальной микробиологии / Г. Д. Абдуллаева, А. И. Аминова, А. П. Продеус [и др.] // *Вопросы детской диетологии*. – 2019. – Т. 17, № 5. – С. 62–69.
36. Армет, А. М. Кишечный микробиом как отражение здорового питания / А. М. Армет, Ж. Ф. Мота, Й. Уолтер // *Вестник микробиоты*. – 2024. – Вып. 20. – URL: [https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=CAESoQEB6zswFQNTATYtry7kOyxZAZ4YZkCRTRhcTolMe5zYZ-09tUUDuPCJ6tpHRXJPOy-PCO7MpQdSqK3VU8Vz6yplzRUtVjsnA0d6mpKRcB7Rm9mpyEXqPtOA4muSS7HbnJexgVQccdB3q1vO5Uhh1tWK1iHZZuv-344tUhiZhF2CVJrpTnnbETpykzZqLlm3vQlnWPH8hrvG\\_0seO\\_fLw&ved=2ahUKEwiNvbDvntCWAXUI2SoKHbg8N2YQFnoECB4QAQ&uoh=2&usq=AOvVaw2FIC-BBCTbISYo4CTL6zsw](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=CAESoQEB6zswFQNTATYtry7kOyxZAZ4YZkCRTRhcTolMe5zYZ-09tUUDuPCJ6tpHRXJPOy-PCO7MpQdSqK3VU8Vz6yplzRUtVjsnA0d6mpKRcB7Rm9mpyEXqPtOA4muSS7HbnJexgVQccdB3q1vO5Uhh1tWK1iHZZuv-344tUhiZhF2CVJrpTnnbETpykzZqLlm3vQlnWPH8hrvG_0seO_fLw&ved=2ahUKEwiNvbDvntCWAXUI2SoKHbg8N2YQFnoECB4QAQ&uoh=2&usq=AOvVaw2FIC-BBCTbISYo4CTL6zsw) (дата обращения: 20.04.2026).
37. Влияние различных моделей питания на изменение микробиоты кишечника и массы тела человека / Е. А. Никитина, С. В. Орлова, И. В. Подопригора [и др.] // *Медицинский алфавит*. – 2022. – № 16. – С. 29–39.
38. Корниенко, Е. А. Микробиота кишечника как ключевой фактор формирования иммунитета и толерантности. Возможности пробиотиков / Е. А. Корниенко // *Медицинский совет*. – 2020. – № 10. – С. 92–100.
39. Новые функции кишечной микрофлоры // *Биомолекула*. – URL: <https://biomolecula.ru/articles/novye-funktsii-kishechnoi-mikroflory> (дата обращения: 20.04.2026).
40. Modern view on the formation of intestinal microbiota in children of the first year of life / A. Duisebayeva, M. Morenko, K. Schneider, M. Gatauova // *Astana Medical Journal*. – 2023. – Vol. 118, № 4. – P. 248–254.
41. Taxonomic signatures of long-term mortality risk in human gut microbiota / A. Salosensaari, V. Laitinen, A. Havulinna [et al.]. – URL: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2019.12.30.19015842v1> (date of access: 04.05.2026)

## References

1. Stoma I.O. Microbiome in medicine. Moscow: GEOTAR-Media, 2020. 320. (in Russian)
2. Stoma I.O., Yushchuk N.D. Human microbiome at the intersection of infectology and other sections of medicine: the current state of the problem and a reassessment of views on the pathogenesis of diseases. *Infekcionnye bolezni: novosti, mneniya, obuchenie*. 2019; 8(3(30)): 78–84. (in Russian)
3. Gorbach L.A. Medicine 5P and artificial intelligence. *Medicinskij vestnik*. Available at: <https://medvestnik.by/technology/meditsina-5p-i-iskusstvennyj-intellekt> (accessed: 05.02.2026). (in Russian)
4. Adamyan L.V., Yarmolinskij M.I. Strategy “5 P” of modern contraception. *Problemy reprodukcii*. 2024; 30(1): 122–134. (in Russian)
5. Intestinal microflora. History of study, composition, functions, methods for assessing microbiota. Treatment of microbiota disorders. Fecal transplantation. *KingMed.info*. Available at: [https://kingmed.info/articles/Obshchaya\\_vrachebnaya\\_praktika/Gastroenterologiya/article\\_79/Mikroflora\\_kishechnika\\_istoriya\\_izucheniya\\_sostav\\_funktsii\\_metodi\\_otsenki\\_mikrobioti\\_Lechenie\\_narusheniy\\_mikrobioti\\_Fekalnaya\\_transplantatsiya](https://kingmed.info/articles/Obshchaya_vrachebnaya_praktika/Gastroenterologiya/article_79/Mikroflora_kishechnika_istoriya_izucheniya_sostav_funktsii_metodi_otsenki_mikrobioti_Lechenie_narusheniy_mikrobioti_Fekalnaya_transplantatsiya) (accessed: 09.14.2020). (in Russian)
6. Gordienko V.M., Vyalkova A.A., Pluzhnik Yu.E., Kulikova E.A. The microbiome in pediatric practice: an interdisciplinary perspective. *Medicinskij opponent*. 2024; 27(3): 55–64. (in Russian)
7. Volynec G.V., Nikitin A.V., Skvorcova T.A. Gut microbiome and modern methods of its study in children. *Rossiiskij vestnik perinatologii i pediatrii*. 2022; 67(4): 5–13. (in Russian)
8. Guзов I.I., Pecherina E.Yu. General concepts of the microbiome and holobiont. Dysbiosis and small intestinal bacterial overgrowth syndrome: clinical significance for the obstetrician-gynecologist, reproductive specialist, and andrologist. *Arhiv akusherstva i ginekologii im. V.F. Snegireva*. 2026; 13(2): 150–159. (in Russian)
9. Yudina Yu.V., Korsunskij A.A., Aminova A.I., et al. Intestinal microbiota as a separate system of the body. *Dokazatel'naya gastroenterologiya*. 2019; 4(8): 36–43. (in Russian)
10. Bulatova E.M., Bogdanova N.M., Lobanova E.A., Gabrusskaya T.V. Intestinal microbiota: modern concepts. *Pediatriya. Zhurnal im. G. N. Speranskogo*. 2009; 87(3): 104–109. (in Russian)
11. Ardatskaya M.D. Probiotics, prebiotics, and metabiotics. Moscow: GEOTAR-Media; 2024. 264. (in Russian)
12. Ardatskaya M.D., Bel'mer S.V., Dobrica V.P., et al. Intestinal dysbiosis (dysbacteriosis): current state of the problem, comprehensive diagnostics, and therapeutic correction. *Eksperimental'naya i klinicheskaya gastroenterologiya*. 2015; 117(5): 13–50. (in Russian)
13. Xiong R.-G., Zhou D.-D., Wu S.-X., et al. Health Benefits and Side Effects of Short-Chain Fatty Acids. *Foods*. 2022 11(18). doi.org/10.3390/foods11182863.
14. Boulund U., Thorsen J., Trivedi U., et al. The role of the early-life gut microbioma in childhood asthma. *Gut Microbes*. 2025; 17(1): 1–25.
15. Tierney B.T., He Y., Church G.M., et al. The predictive power of the microbiome exceeds that of genome-wide association studies in the discrimination of complex human disease. Available at: <https://doi.org/10.1101/2019.12.31.891978> (accessed: 04.05.2026).
16. Tlyustangelova R.K., Dolinnij S.V., Pshenichnaya N.Yu. The role of short-chain fatty acids in the pathogenesis of acute intestinal infections and post-infectious syndromes. *Russkij medicinskij zhurnal*. 2019; 10: 31–35. (in Russian)
17. Tlyustangelova R.K., Dolinnij S.V., Pshenichnaya N.Yu. Modern concepts of the role of short-chain fatty acids in the pathogenesis of acute intestinal infections and post-infectious syndromes. *Nauka: kompleksnye problemy*. 2018; 2: 44–54. (in Russian)
18. Nikolaeva I.V., Caregorodcev A.D., Shajhieva G.S. Formation of the intestinal microbiota of a child and factors influencing this process. *Rossiiskij vestnik perinatologii i pediatrii*. 2018; 63(3): 13–18. (in Russian)
19. Yankovskij D.S., Shirobokov V.P., Dymont G.S. The role of the microbiome in shaping children's health. *Sovremennaya pediatriya (Ukraina)*. 2019; 5: 89–111. (in Russian)
20. Zueva O.S., Stoma I.O., Zuev N.N. A new look at the pathogenetic mechanisms of food allergy formation in infants from the perspective of the state of the intestinal barrier and intestinal microbiota. *Ohrana materinstva i detstva*. 2025; 45(1): 69–76. (in Russian)
21. Zaharova I.N., Berezhnaya I.V., Skorobogatova E.V., et al. Formation of the infant microbiota: mother – placenta – fetus – infant. *Medicinskij sovet*. 2024; 18(1): 269–275. (in Russian)
22. Novikova V.P., Gurova M.M., Havkin A.I., eds. Intestinal microbiota as a regulator of human organs and systems. Moscow: GEOTAR-Media; 2024. 352. (in Russian)
23. Belyaeva I.A., Namazova-Baranova L.S., Bombardirova E.P., et al. Introduction of complementary foods: a “window of opportunity” for the formation of intestinal microbiota and modulation of immune responses. *Voprosy sovremennoj pediatrii*. 2023; 22(6): 506–512. (in Russian)

24. Dzhaparidze L.A., Soldatova O.A. Formation of the microbiota in children: its role in general metabolism. Zhurnal infektologii. 2022; 14(1): 20–30. (in Russian)
25. Narogan M.V. Intestinal microbiota disturbances in children born via cesarean section and possibilities for their correction. Neonatologiya: novosti, mneniya, obuchenie. 2021; 9(2): 24–32. (in Russian)
26. Pripitnevich T.V., Isaeva E.L., Murav'eva V.V., et al. Establishment of gut microbiota in full-term and late preterm infants born via spontaneous delivery and cesarean section. Neonatologiya: novosti, mneniya, obuchenie. 2023; 11(1): 42–56. (in Russian)
27. Kornienko E.A. Food allergy, intestinal microbiota and probiotics. Medicinskij sovet. 2022; 16(1): 178–183. (in Russian)
28. Dedikova O.V., Zaharova I.N., Kuchina A.E., et al. Characteristics of gut microbiota in infants born via cesarean section and its correction. Medicinskij sovet. 2024; 18(1): 176–188. (in Russian)
29. Stoma I. Microbiome: what kills and what makes us stronger. Moscow: AST; 2025. 304. (in Russian)
30. Liao J., Shenhav L., Urban J.A., et al. Microdiversity of the vaginal microbiome is associated with preterm birth. Nature Communications. 2024; 14(1). doi: 10.1038/s41467-023-40719-7.
31. Gned'ko T.V., Beresten' S.A., Kovshun D.S., Blyga Z.V. Microbiota structure in extremely preterm infants. Sovremennye perinatal'nye medicinskie tekhnologii v reshenii problem demograficheskoy bezopasnosti. Minsk. 2018; 11: 208–211. (in Russian)
32. Starovojtova A.S., Stoma I.O., Ulezko E.A., et al. Microbiome-associated biomarkers of pneumonia in preterm infants. Problemy zdorov'ya i ekologii. 2025; 22(1): 145–156. (in Russian)
33. Belkaid Y., Hand T.W. Role of the microbiota in immunity and inflammation. Cell. 2014; 157(1): 121–141.
34. Boiko N.V., Sarsengalieva A.E., Mel'nikova E.A., et al. Breastfeeding and the infant gut microbiota. KiberLeninka. 2026. Available at: [https://epomen.ru/issues/Medical\\_Sciences/24/Epomen-Medical-Sciences-24-2025.pdf2023.pdf](https://epomen.ru/issues/Medical_Sciences/24/Epomen-Medical-Sciences-24-2025.pdf2023.pdf) (accessed: 10.05.2026). (in Russian)
35. Abdullaeva G.D., Aminova A.I., Prodeus A.P., et al. On the role of intestinal microbiota in the development of food allergies from the standpoint of modern intestinal microbiology. Voprosy detskoj dietologii. 2019; 17(5): 62–69. (in Russian)
36. Armet A.M., Mota J.F., Walter J. Intestinal microbiome as a reflection of healthy eating. Vestnik mikrobioty. Available at: [https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=CAESoQEB6zswFQNTATYtry7kOyxZAZ4YZkCRTRhcToIme5zYZ-O9tUUDuPCJ6tpHRXJPOy-PCO7MpQdSqK3VU8Vz6yplzRUtVjsnA0d6mpKRcB7Rm9mpyEXqPtOA4muSS7HbnJexgVQccdB3q1vO5Uhh1tWKL1iHZZuv-344tUhiZhHfI2CVJrpTnnbETpyksZqLm3vQlnWPH8hrvG\\_QseO\\_flw&ved=2ahUKEwiNvbDvntCWAXuI2SoKHbg8N2YQFnoECB4QAQ&uoh=2&usq=AOvVaw2FIC-BBCTblSYo4CTL6zcw](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=CAESoQEB6zswFQNTATYtry7kOyxZAZ4YZkCRTRhcToIme5zYZ-O9tUUDuPCJ6tpHRXJPOy-PCO7MpQdSqK3VU8Vz6yplzRUtVjsnA0d6mpKRcB7Rm9mpyEXqPtOA4muSS7HbnJexgVQccdB3q1vO5Uhh1tWKL1iHZZuv-344tUhiZhHfI2CVJrpTnnbETpyksZqLm3vQlnWPH8hrvG_QseO_flw&ved=2ahUKEwiNvbDvntCWAXuI2SoKHbg8N2YQFnoECB4QAQ&uoh=2&usq=AOvVaw2FIC-BBCTblSYo4CTL6zcw) (accessed: 20.04.2026). (in Russian)
37. Nikitina E.A., Orlova S.V., Podoprigora I.V. The influence of different dietary models on changes in intestinal microbiota and human body weight. Medicinskij al'favit. 2022; 16: 29–39. (in Russian)
38. Kornienko E.A. Intestinal microbiota as a key factor in the formation of immunity and tolerance. Possibilities of probiotics. Medicinskij sovet. 2020; 10: 92–100. (in Russian)
39. New functions of intestinal microflora. Biomolekula. Available at: <https://biomolekula.ru/articles/novye-funktsii-kishechnoi-mikroflory>. (accessed: 20.04.2026). (in Russian)
40. Duisebayeva A., Morenko M., Schneider K., Gatauova M. (2023). Modern view on the formation of intestinal microbiota in children of the first year of life. Astana Med J. 2023; 118(4): 248–254.
41. Salosensaari A., Laitinen V., Havulinna A., et al. // Taxonomic signatures of long-term mortality risk in human gut microbiota. Available at: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2019.12.30.19015842v1> (accessed: 04.05.2026).

## Контактная информация:

Зуева Олеся Сергеевна – к. м. н., доцент кафедры педиатрии № 2 с курсом ФПК и ПК  
Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет  
Пр. Фрунзе, 27, 210009, г. Витебск  
Сл. тел. +375 29 306-49-09

## Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования: О. С. З.  
Сбор информации и обработка материала: Н. Н. З.  
Написание текста: О. С. З.  
Редактирование: О. С. З.

## Конфликт интересов отсутствует

Поступила 04.06.2026  
Принята к печати 11.08.2026