

<https://doi.org/10.52420/usmumb.11.2.e00216>

<https://elibrary.ru/SVTGSI>

Исследовательская статья | Research article

Видовой состав бифидобактерий толстой кишки у детей дошкольного возраста с психическим дизонтогенезом

Иван Алексеевич Лихачев¹✉, Екатерина Сергеевна Ворошила^{1,2},
Данила Леонидович Зорников¹, Полина Геннадьевна Аминова^{1,3},
Алена Петровна Сиденкова¹, Савелина Андреевна Саламатова¹

¹ Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия

² Медико-фармацевтический центр «Гармония», Екатеринбург, Россия

³ Кволити Мед, Екатеринбург, Россия

✉ ialihachev@yandex.ru

Аннотация

Введение. Бифидобактерии — ключевая группа микроорганизмов толстой кишки у детей. Снижение их представленности в составе микробиоты толстой кишки ассоциировано с рядом соматических заболеваний, а также с психическим дизонтогенезом.

Цель работы — оценить частоту выявления, количество и видовой состав *Bifidobacterium* spp. в микробиоте толстой кишки у детей дошкольного возраста с психическим дизонтогенезом.

Материалы и методы. В исследование включены 157 здоровых детей и 81 ребенок с ПДО в возрасте от 4 до 7,8 лет (Me = 5,8). Выявление и количественную оценку бифидобактерий проводили методом ПЦР в реальном времени (ПЦР-РВ) с помощью теста «Энтерофлор Дети». Статистическую обработку и визуализацию данных проводили с помощью R версии 4.6.0.

Результаты. У детей с ПДО реже встречался *B. bifidum* (30,6 % против 45,7 %, $p < 0,050$), а также были снижены доли «взрослых» бифидобактерий ($p = 0,043$) и *B. catenulatum* ($p = 0,017$). Абсолютные количества этих таксонов не различались между группами.

Заключение. У детей с ПДО снижены частота обнаружения *B. bifidum* и относительная доля *B. catenulatum*, тогда как на уровне рода *Bifidobacterium* различий нет. Изменения носят качественный характер.

Ключевые слова: бифидобактерии • психический дизонтогенез • полимеразная цепная реакция • Энтерофлор Дети

Для цитирования: Лихачев ИА, Ворошилина ЕС, Зорников ДЛ, Аминова ПГ, Сиденкова АП, Саламатова СА. Видовой состав бифидобактерий толстой кишки у детей дошкольного возраста с психическим дизонтогенезом. *Вестник УГМУ.* 2026;11(2):e00216. DOI: <https://doi.org/10.52420/usmumb.11.2.e00216>. EDN: <https://elibrary.ru/SVTGSI>.

История статьи. Получено: 21 мая 2026 • Исправлено: 25 мая 2026 • Принято: 10 июня 2026

Авторские права и лицензия. © Лихачев И. А., Ворошилина Е. С., Зорников Д. Л., Аминова П. Г., Сиденкова А. П., Саламатова С. А., 2026. Материал доступен по условиям лицензии CC BY-NC-SA 4.0 Int.

Благодарности. Авторы выражают благодарность генеральному директору Медико-фармацевтического центра «Гармония» Л. В. Хаютину за возможность проведения лабораторных исследований на базе лабораторного отделения центра.

Финансирование. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования.

Конфликт интересов. Е. С. Ворошилина, Д. Л. Зорников — члены редакционной коллегии журнала «Вестник УГМУ»; не принимали участия в рассмотрении и рецензировании материала, а также принятии решения о его публикации. Остальные авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

Соответствие принципам этики. Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом Уральского государственного медицинского университета (№ 2 от 23 мая 2025 г.). Все пациенты дали добровольное информированное согласие на участие в исследовании и публикацию его результатов в обезличенной форме. Исследование проведено в соответствии с положениями Хельсинкской декларации (в редакции 2024 г.).

Species Composition of Bifidobacteria in the Colon of Preschool Children with Mental Dysontogenesis

Ivan A. Likhachev¹✉, Ekaterina S. Voroshilina^{1,2}, Danila L. Zornikov¹, Polina G. Amineva^{1,3}, Alena P. Sidenkova¹, Savelina A. Salamatova¹

¹ Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia

² Medical and Pharmaceutical Center “Garmoniya”, Ekaterinburg, Russia

³ Quality Med, Ekaterinburg, Russia

✉ ialihachev@yandex.ru

Abstract

Introduction. Bifidobacteria are a key group of microorganisms in the colon of children. A decrease in their abundance in the colonic microbiota is associated with a number of somatic diseases, as well as mental dysontogenesis.

The purpose of the study is to evaluate the frequency of detection, quantity and species composition of *Bifidobacterium* spp. in the colon microbiota of preschool children with mental dysontogenesis.

Materials and methods. The study included 157 healthy children and 81 children with MD, aged 4 to 7.8 years (Me = 5.8). Bifidobacteria were detected and quantified using real-time PCR (RT-PCR) using the Enteroflor Kiddy test. Statistical processing and data visualization were performed using R version 4.6.0.

Results. In children with MD, *B. bifidum* was less common (30.6% vs. 45.7%, $p < 0.050$), and the proportions of “adult” bifidobacteria ($p = 0.043$) and *B. catenulatum* ($p = 0.017$) were also reduced. The absolute quantities of these taxa did not differ between the groups.

Conclusion. In children with MD, the detection rate of *B. bifidum* and the relative proportion of *B. catenulatum* were reduced, whereas there were no differences at the level of the genus Bifidobacterium. The changes are qualitative in nature.

Keywords: bifidobacteria • mental dysontogenesis • polymerase chain reaction • Enteroflor Kiddy

For citation: Likhachev IA, Voroshilina ES, Zornikov DL, Amineva PG, Sidenkova AP, Salamatova SA. Species composition of bifidobacteria in the colony of preschool children with mental dysontogenesis. *USMU Medical Bulletin*. 2026;11(2):e00216. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.52420/usmumb.11.2.e00216>. EDN: <https://elibrary.ru/SVTGSI>.

Article history. Received: 21 May 2026 • Revised: 25 May 2026 • Accepted: 10 June 2026

Copyright and license. © Likhachev I. A., Voroshilina E. S., Zornikov D. L., Amineva P. G., Sidenkova A. P., Salamatova S. A., 2026. The material is available under the terms of the CC BY-NC-SA 4.0 Int. License.

Acknowledgments. The authors express their gratitude to Leonid V. Khayutin, General Director of Medical and Pharmaceutical Center “Garmoniya”, for the opportunity to conduct laboratory research at the center’s laboratory department.

Funding. The authors declare the absence of external funding for the study.

Conflict of interest. Ekaterina S. Voroshilina, Danila L. Zornikov are the editorial board members of *USMU Medical Bulletin*; they did not participate in reviewing the material, as well as in making a decision on its publication. The other authors declare that there is no conflict of interest.

Ethics statement. The study protocol was approved by the Local Ethics Committee of the Ural State Medical University (No. 2 dated 23 May 2025). All patients gave voluntary informed consent to participate in the study and publish its results in an impersonal form. The study was conducted in accordance with the provisions of the Declaration of Helsinki (as amended in 2024).

Введение

Высокая распространенность психических расстройств в детской популяции делает актуальным поиск их ранних биологических предикторов.

По данным разных авторов, до 30 % детей и подростков имеют те или иные психические отклонения [1]; частота синдрома дефицита внимания с гиперактивностью (СДВГ) в Европе достигает 2,9 % [2], а среди детей с СДВГ поведенческие расстройства выявляются в 30,7 % случаев [3]. Одним из перспективных направлений является изучение кишечной микробиоты, состав которой у детей с психиатрическими диагнозами достоверно отличается от такового у здоровых сверстников.

Эти различия могут быть объяснены существованием двунаправленной оси «микробиота — кишечник — головной мозг» [4–6]. Четыре взаимосвязанных механизма: нейронный (энтеральная нервная система и блуждающий нерв), эндокринный (гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая ось, грелин, лептин, кортизол), иммунный (цитокины, Т-регуляторные клетки, проницаемость гематоэнцефалического барьера) и метаболический (короткоцепочечные жирные кислоты), — обеспечивают модуляцию психоневрологического статуса под влиянием микробных сигналов [5–10]. Следовательно, качественные и количественные сдвиги в микробиоте способны участвовать в патогенезе психических расстройств.

Среди всех обитателей кишечника у детей особое место занимают бифидобактерии — одна из ключевых групп, колонизирующих толстую кишку в раннем возрасте. Снижение их численности традиционно ассоциируется с соматической патологией: атопией, воспалительными заболеваниями кишечника, ожирением [11–13]. Однако в последние годы появляются данные, что аналогичное снижение представленности *Bifidobacterium* spp. наблюдается и у детей с психическим дизонтогенезом (ПДО). Это расширяет спектр возможных неблагоприятных исходов, связанных с дефицитом бифидобактерий, и позволяет предположить их специфическую роль в формировании нарушений психического развития.

Тем не менее большинство исследований ограничивается количественной оценкой бифидобактерий в целом, без анализа их видового состава. Остается невыясненным, связаны ли психические расстройства у детей дошкольного возраста с изменением общего пула бифидобактерий или же с исчезновением/преобладанием отдельных видов.

Цель работы — оценить частоту выявления, количественное содержание и видовой состав *Bifidobacterium* spp. в микробиоте толстой кишки у детей дошкольного возраста с ПДО.

Материалы и методы

В исследование включены 238 детей, посещающих детские сады Екатеринбурга, в т. ч. 81 ребенок с ПДО из специализированного детского сада (17 девочек и 64 мальчика) и 157 здоровых социально адаптированных детей

из обычного детского сада (72 девочки и 85 мальчиков). Среди детей с ПДО были представлены различные нозологические формы: расстройства аутистического спектра (РАС), СДВГ, речевые расстройства, задержка психического развития и др. Возраст пациентов от 4,0 до 7,8 лет: Ме $[Q_1-Q_3]^*$ — 5,8 [4,9–6,5].

Все включенные в исследование дети предварительно прошли психиатрическое освидетельствование. Статус «нейроотличный» (наличие ПДО) устанавливал врач-психиатр на основании клинической оценки. Таким образом, распределение участников по группам базировалось на верифицированном медицинском диагнозе.

Критерии включения в исследование: дошкольный возраст (от 4,0 до 7,8 лет), посещение детского сада, подписанное согласие на исследование.

Критерии исключения: острая кишечная инфекция на момент обследования, обострение заболеваний желудочно-кишечного тракта на момент обследования, прием антибиотиков в течение предшествовавшего месяца до сбора биоматериала.

Исследуемые образцы кала помещали в стерильные одноразовые контейнеры сразу после сбора, до отправки в лабораторию хранили при 2–8 °С. До исследования образцы хранили при температуре –70 °С в виде суспензии, содержащей физраствор и 10 %-й глицерин.

Выделение дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) из исследуемого материала проводили с помощью наборов реагентов «ПРОБА-Л» и «ПРОБА-НК-ПЛЮС» («ДНК-Технология», Россия) в соответствии с инструкцией производителя. Полимеразную цепную реакцию (ПЦР) проводили с использованием набора реагентов «Энтерофлор Дети» на амплификаторах ДТпрайм («ДНК-Технология», Россия) на основании инструкции производителя. Такой набор позволяет рассчитывать абсолютное содержание бактерий в геном-эквивалентах на 1 грамм фекалий (ГЭ/г). Количество *Bifidobacterium* spp., метаболически активных (МА) «детских» видов *Bifidobacterium longum subsp. infantis*, *Bifidobacterium longum subsp. longum*, *Bifidobacterium breve*, *Bifidobacterium bifidum*; метаболически активных «взрослых» видов *Bifidobacterium adolescentis*, *Bifidobacterium animalis subsp. lactis*, *Bifidobacterium catenulatum*, *Bifidobacterium dentium*, определяли в абсолютных значениях (lg, ГЭ/г) и как долю в сумме выделенных бактерий (%).

Статистическую обработку и визуализацию данных проводили с помощью R версии 4.6.0. В качестве меры центральной тенденции при описании переменных указывали Ме со значениями Q_1-Q_3 . Статистическую значимость различий между частотными показателями оценивали двусторонним точным тестом Фишера, между количественными показателями —

* Ме — медиана (англ. median). Q_1 & Q_3 — 1-й и 3-й квартили (англ. 1st and 3rd quartiles).

тестом Манна — Уитни. Все различия считались статистически значимыми при $p < 0,050$.

Результаты

Сравнение групп детей, включенных в исследование, по полу и возрасту показало, что в группе ПДО мальчиков было статистически значимо больше, чем девочек (69/81 (79,0 %) мальчиков и 17/81 (21,0 %) девочек), по сравнению с группой здоровых (85/157 (54,1 %) мальчиков и 72/157 (45,9 %) девочки) ($p < 0,001$). По возрасту группы детей не различались.

На первом этапе мы проанализировали частоту выявления *Bifidobacterium* spp. и отдельных видов у детей исследуемых групп. Частота выявления *Bifidobacterium* spp. у здоровых детей и детей с ПДО не различалась и составила 156/157 (99,4 %) и 81/81 (100 %) соответственно (рис. 1).

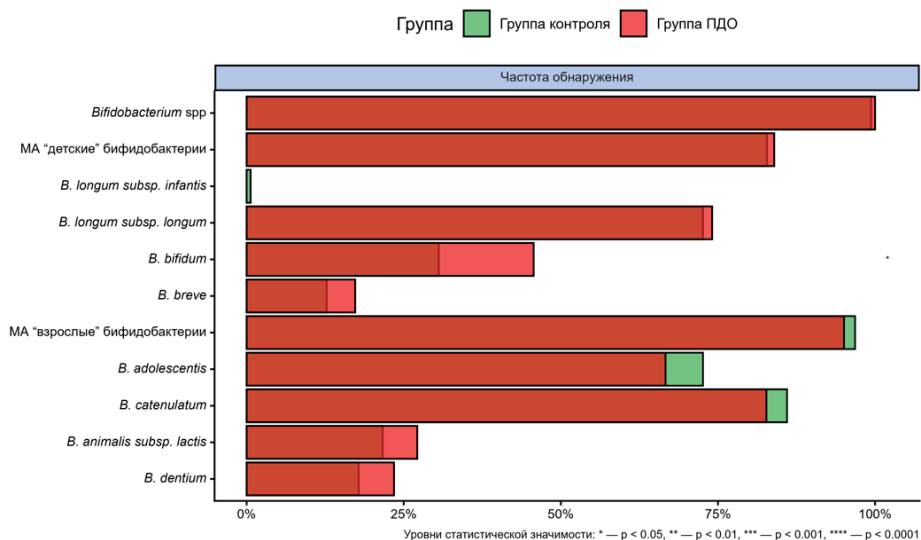


Рис. 1. Частота обнаружения бифидобактерий

Различия установлены для отдельных видов бифидобактерий. Так, вид *B. bifidum* встречался статистически значимо реже у детей с ПДО по сравнению с контрольной группой: 48/157 (30,6 %) против 37/87 (45,7 %) соответственно ($p < 0,050$). При этом абсолютное содержание *B. bifidum* не различалось между группами: 0 [0–5,0] Ig, ГЭ/г у здоровых и 0 [0–5,3] Ig, ГЭ/г у детей с ПДО ($p = 0,058$).

Далее мы сравнили абсолютные количества и доли бифидобактерий (рис. 2).

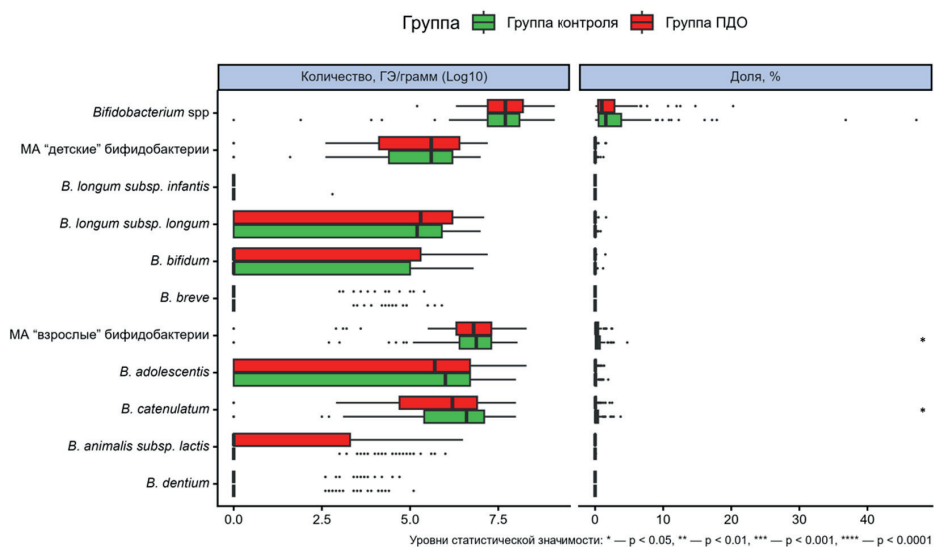


Рис. 2. Абсолютное количество и доля бифидобактерий у детей дошкольного возраста с ПДО и здоровых

При сравнении количественных показателей у детей с ПДО оказалась сниженной долевая представленность МА «взрослых» бифидобактерий (*B. adolescentis*, *B. longum*, *B. catenulatum* и др.): 0,3 [0,1–0,7] в группе здоровых против 0,1 [0,1–0,5] в группе ПДО ($p = 0,043$). Аналогичная картина наблюдалась для вида *B. catenulatum*: 0,1 [0–0,4] у здоровых против 0 [0–0,1] у детей с ПДО ($p = 0,017$). При этом абсолютные значения содержания этих таксонов не показали статистически значимых различий между группами.

Обсуждение

Основные результаты нашего исследования можно охарактеризовать следующим образом: 1) у детей с ПДО реже встречается *B. bifidum*, однако его абсолютное количество не снижено; 2) доля «взрослых» бифидобактерий и отдельно *B. catenulatum* в микробиоте снижена, в то время как абсолютные значения этих показателей не отличаются от контрольной группы; 3) на уровне рода *Bifidobacterium* значимых различий между группами не обнаружено.

Снижение частоты обнаружения *B. bifidum* при психических нарушениях у детей согласуется с многочисленными исследованиями, посвященных РАС [14–21]. *B. bifidum* является одним из доминирующих видов в кишечнике здоровых детей; он метаболизирует компоненты грудного молока и муцин, прикрепляется к стенке кишки с помощью пилей, снижает воспаление и модулирует иммунный ответ [22, 23]. Кроме того, добавление пробиотика

B. bifidum улучшает показатели внимания и уменьшает гастроинтестинальные побочные эффекты у детей с СДВГ [24]. Наши данные дополняют эти наблюдения, показывая, что снижение *B. bifidum* характерно не только для РАС, но и для более широкого спектра заболеваний из группы ПДО.

Относительно *B. catenulatum* необходимо отметить, что насколько нам известно, мы впервые показали снижение доли этого вида у детей с ПДО. Ранее *B. catenulatum* ассоциировался с повышенным риском аллергии и продукции провоспалительных цитокинов [25]. Участие этого вида в нейроиммунных взаимодействиях требует дальнейшего изучения.

Следует отметить, что не все исследования подтверждают снижение бифидобактерий при психических расстройствах. Некоторые авторы сообщают о повышении количества бифидобактерий у детей с СДВГ [14, 26], другие не находят взаимосвязи [27]. Эти расхождения могут быть обусловлены различиями в возрасте, диете, методах анализа (секвенирование против ПЦР), а также гетерогенностью самих психических нарушений. Наше исследование показало отсутствие различий на уровне рода, что подчеркивает важность видового анализа.

Ключевая находка нашей работы заключается в том, что изменения касаются не абсолютного содержания бифидобактерий, а их относительной доли и частоты обнаружения отдельных видов. Снижение относительной доли *B. catenulatum* и *B. bifidum* при неизменном абсолютном количестве указывает на перестройку структуры сообщества бифидобактерий, а не на простое уменьшение численности. Поскольку именно относительная представленность определяет метаболический вклад микроорганизмов в экосистему (продукция короткоцепочечных жирных кислот, иммуномодуляторов, витаминов), даже небольшое изменение баланса видов может иметь физиологические последствия. В частности, снижение доли *B. bifidum* способно ослабить защиту кишечного барьера и изменить иммунный ответ, что через ось «микробиота — кишечник — мозг» может влиять на психоневрологический статус.

Бифидобактерии активно участвуют в продукции короткоцепочечных жирных кислот, которые отвечают за двунаправленную связь по оси «микробиота — кишечник — мозг» [28], регулируют рН* в кишечной среде [28], вовлечены в метаболизм углеводов [29], выработку фолатов [30] и иммуномодуляцию [31]. Спектр физиологических эффектов бифидобактерий выходит далеко за пределы локального метаболизма и включает системное действие. Таким образом, обнаруженные нами качественные сдвиги в составе бифидобактериального сообщества могут иметь функциональные последствия для организма в целом.

Ограничением нашего исследования является гетерогенность группы ПДО, включавшей в себя детей с разными нозологическими диагнозами

* рН — водородный показатель (*лат.* pondus Hydrogenii).

(РАС, СДВГ, речевые расстройства и др.), что могло нивелировать некоторые различия, которые проявились бы при анализе более однородных подгрупп. В связи с этим для подтверждения специфичности ассоциаций между отдельными видами бифидобактерий и конкретными формами ПДО необходимо проведение исследований с разделением пациентов по группам конкретных заболеваний с учетом диеты, характера вскармливания и приема пробиотиков.

Заключение

У детей дошкольного возраста с ПДО по сравнению со здоровыми сверстниками:

- ниже частота обнаружения *Bifidobacterium bifidum* (30,6% против 45,7%, $p < 0,050$);
- снижены относительные доли «взрослых» бифидобактерий ($p = 0,043$) и *B. catenulatum* ($p = 0,017$).

При этом абсолютное количество указанных таксонов, а также частота и численность бифидобактерий на уровне рода не различались между группами. Полученные данные свидетельствуют о качественной (структурной) перестройке бифидобактериального сообщества, а не простом уменьшении численности.

Список источников • References

1. Tatsiopoulou P, Serdari A, Bonti E, Zilakis N. Mental disorders in childhood and adolescence: A systematic review and meta-analysis of epidemiological data. *BMC Psychiatry*. 2025;25(1):1087. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12888-025-07532-6>.
2. Sacco R, Camilleri N, Eberhardt J, Umla-Runge K, Newbury-Birch D. A systematic review and meta-analysis on the prevalence of mental disorders among children and adolescents in Europe. *European Child & Adolescent Psychiatry*. 2024;33(9):2877–2894. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00787-022-02131-2>.
3. Njardvik U, Wergeland GJ, Riise EN, Hannesdottir DK, Öst LG. Psychiatric comorbidity in children and adolescents with ADHD: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Psychology Review*. 2025;118:102571. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2025.102571>.
4. Cryan JF, O’Riordan KJ, Cowan CS, Sandhu KV, Bastiaanssen TF, Boehme M, et al. The microbiota-gut-brain axis. *Physiological Reviews*. DOI: <https://doi.org/10.1152/physrev.00018.2018>.

5. Jabbari Shiadeh SM, Chan WK, Rasmusson S, Hassan N, Joca S, Westberg L, et al. Bidirectional crosstalk between the gut microbiota and cellular compartments of brain: Implications for neurodevelopmental and neuropsychiatric disorders. *Translational Psychiatry*. 2025;15(1):278. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41398-025-03504-2>.
6. Mittal R, Debs LH, Patel AP, Nguyen D, Patel K, O'Connor G, et al. Neurotransmitters: The critical modulators regulating gut–brain axis. *Journal of Cellular Physiology*. 2017;232(9):2359–2372. DOI: <https://doi.org/10.1002/jcp.25518>.
7. O'Riordan KJ, Moloney GM, Keane L, Clarke G, Cryan JF. The gut microbiota-immune-brain axis: Therapeutic implications. *Cell Reports Medicine*. 2025;6(3):101982. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.xcrm.2025.101982>.
8. Obrenovich M, Sankar Chittoor Mana T, Rai H, Shola D, Sass C, McCloskey B, et al. Recent findings within the microbiota–gut–brain–endocrine metabolic interactome. *Pathology and Laboratory Medicine International*. 2017;9:21–30. DOI: <https://doi.org/10.2147/PLMI.S121487>
9. Stilling RM, Van De Wouw M, Clarke G, Stanton C, Dinan TG, Cryan JF. The neuropharmacology of butyrate: The bread and butter of the microbiota–gut–brain axis? *Neurochemistry International*. 2016;99:110–132. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.NEUINT.2016.06.011>.
10. Braniste V, Al-Asmakh M, Kowal C, Anuar F, Abbaspour A, Tóth M, et al. The gut microbiota influences blood-brain barrier permeability in mice. *Science Translational Medicine*. 2014;6(263):263ra158. DOI: <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.3009759>.
11. Jarman JB, Torres PJ, Stromberg S, Sato H, Stack C, Ladrillono A, et al. Bifidobacterium deficit in United States infants drives prevalent gut dysbiosis. *Communications Biology*. 2025;8(1):867. DOI: <https://doi.org/10.1038/s42003-025-08274-7>.
12. Liang C, Zhang LW. Profiling the gut microbiota in obese children with formula feeding in early life and selecting strains against obesity. *Foods*. 2024;13(9):1379. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods13091379>.
13. Olbjørn C, Småstuen MC, Moen AE. Targeted analysis of the gut microbiome for diagnosis, prognosis and treatment individualization in pediatric inflammatory bowel disease. *Microorganisms*. 2022;10(7):1273. DOI: <https://doi.org/10.3390/microorganisms10071273>.
14. Ojeda J, Ávila A, Vidal PM. Gut microbiota interaction with the central nervous system throughout life. *Journal of Clinical Medicine*. 2021;10(6):1299. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm10061299>.
15. Andreo-Martínez P, Rubio-Aparicio M, Sanchez-Meca J, Veas A, Martínez-González AE. A meta-analysis of gut microbiota in children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 2022;52(3):1374–1387. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10803-021-05002-y>.

16. Finegold SM, Dowd SE, Gontcharova V, Liu C, Henley KE, Wolcott RD, et al. Pyrosequencing study of fecal microflora of autistic and control children. *Anaerobe*. 2010;16(4):444–453. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.ANAEROBE.2010.06.008>.
17. De Angelis M, Piccolo M, Vannini L, Siragusa S, De Giacomo A, Serrazanetti DI, et al. Fecal microbiota and metabolome of children with autism and pervasive developmental disorder not otherwise specified. *PloS One*. 2013;8(10):e76993. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0076993>.
18. Tomova A, Husarova V, Lakatosova S, Bakos J, Vlkova B, Babinska K, et al. Gastrointestinal microbiota in children with autism in Slovakia. *Physiology & Behavior*. 2015;138:179–187. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.PHYSBEH.2014.10.033>.
19. Wang L, Christophersen CT, Sorich MJ, Gerber JP, Angley MT, Conlon MA. Low relative abundances of the mucolytic bacterium *Akkermansia muciniphila* and *Bifidobacterium* spp. in feces of children with autism. *Applied and Environmental Microbiology*. 2011;77(18):6718–6721. DOI: <https://doi.org/10.1128/AEM.05212-11>.
20. Adams JB, Johansen LJ, Powell LD, Quig D, Rubin RA. Gastrointestinal flora and gastrointestinal status in children with autism — comparisons to typical children and correlation with autism severity. *BMC Gastroenterology*. 2011;11(1):22. DOI: <https://doi.org/10.1186/1471-230X-11-22>.
21. Romano K, Shah AN, Schumacher A, Zasowski C, Zhang T, Bradley-Ridout G, et al. The gut microbiome in children with mood, anxiety, and neurodevelopmental disorders: An umbrella review. *Gut Microbiome*. 2023;4:e18. DOI: <https://doi.org/10.1017/gmb.2023.16>.
22. Martín R, Bottacini F, Egan M, Chamignon C, Tondereau V, Moriez R, et al. The infant-derived *Bifidobacterium bifidum* strain CNCM I-4319 strengthens gut functionality. *Microorganisms*. 2020;8(9):1313. DOI: <https://doi.org/10.3390/microorganisms8091313>.
23. Turrone F, Duranti S, Milani C, Lugli GA, van Sinderen D, Ventura M. *Bifidobacterium bifidum*: A key member of the early human gut microbiota. *Microorganisms*. 2019;7(11):544. DOI: <https://doi.org/10.3390/microorganisms7110544>.
24. Wang LJ, Tsai CS, Chou WJ, Kuo HC, Huang YH, Lee SY, et al. Add-on *Bifidobacterium bifidum* supplement in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: A 12-week randomized double-blind placebo-controlled clinical trial. *Nutrients*. 2024;16(14):2260. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu16142260>.
25. Ismail IH, Boyle RJ, Licciardi PV, Oppedisano F, Lahtinen S, Robins-Browne RM, et al. Early gut colonization by *Bifidobacterium breve* and *B. catenulatum* differentially modulates eczema risk in children at high risk of developing allergic disease. *Pediatric Allergy and Immunology*. 2016;27(8):838–846. DOI: <https://doi.org/10.1111/pai.12646>.

26. Aarts E, Ederveen TH, Naaijen J, Zwiers MP, Boekhorst J, Timmerman HM, et al. Gut microbiome in ADHD and its relation to neural reward anticipation. *PLoS One*. 2017;12(9):e0183509. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183509>.
27. Widdowson M, Shah S, Thorsen J, Poulsen CS, Rosenberg JB, Mohammadzadeh P, et al. Neonatal gut *Bifidobacterium* associates with indole-3-lactic acid levels in blood and risk of ADHD at age 10. *Molecular Psychiatry*. 2026;31:3544–3557. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41380-026-03480-z>.
28. Musilova S, Rada V, Marounek M, Nevoral J, Dušková D, Bunesova V, et al. Prebiotic effects of a novel combination of galactooligosaccharides and maltodextrins. *Journal of Medicinal Food*. 2015;18(6):685–689. DOI: <https://doi.org/10.1089/jmf.2013.0187>.
29. Pokusaeva K, Fitzgerald GF, Van Sinderen D. Carbohydrate metabolism in *Bifidobacteria*. *Genes & Nutrition*. 2011;6(3):285–306. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12263-010-0206-6>.
30. Sugahara H, Odamaki T, Hashikura N, Abe F. Differences in folate production by bifidobacteria of different origins. *Bioscience of Microbiota, Food and Health*. 2015;34(4):87–93. DOI: <https://doi.org/10.12938/bmfh.2015-003>.
31. Alessandri G, Ossiprandi MC, MacSharry J, van Sinderen D, Ventura M. Bifidobacterial dialogue with its human host and consequent modulation of the immune system. *Frontiers in Immunology*. 2019;10:2348. DOI: <https://doi.org/10.3389/fimmu.2019.02348>.

Информация об авторах

Иван Алексеевич Лихачев ✉ — аспирант, ассистент кафедры медицинской микробиологии и клинической лабораторной диагностики, институт профилактической медицины, Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия.

E-mail: ialihachev@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-3034-4402>

Екатерина Сергеевна Ворошилина — доктор медицинских наук, профессор; заведующий кафедрой медицинской микробиологии и клинической лабораторной диагностики, институт профилактической медицины, Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия; заведующий лабораторным отделением, Медико-фармацевтический центр «Гармония», Екатеринбург, Россия.

E-mail: voroshilina@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1630-1628>

Данила Леонидович Зорников — кандидат медицинских наук; доцент кафедры медицинской микробиологии и клинической лабораторной диагностики, институт профилактической медицины, Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия.

E-mail: zornikovdl@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9132-215X>

Полина Геннадьевна Аминова — ассистент кафедры медицинской микробиологии и клинической лабораторной диагностики, институт профилактической медицины, Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия; врач-бактериолог, заведующий лабораторией, Кво-лити Мед, Екатеринбург, Россия.

E-mail: pga@qualitymed.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9752-5054>

Алена Петровна Сиденкова — доктор медицинских наук, профессор; заведующий кафедрой психиатрии, психотерапии и наркологии, институт клинической медицины, Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия.

E-mail: sidenkovs@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5142-3992>

Савелина Андреевна Саламатова — ординатор кафедры психиатрии, психотерапии и наркологии, институт клинической медицины, Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия.

E-mail: savelina2000@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-4603-2595>

Information about the authors

Ivan A. Likhachev ✉ — Postgraduate Student, Assistant of the Department of Medical Microbiology and Clinical Laboratory Diagnostics, Institute of Preventive Medicine, Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia.

E-mail: ialihachev@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-3034-4402>

Ekaterina S. Voroshilina — Doctor of Sciences (Medicine), Professor; Head of the Department of Medical Microbiology and Clinical Laboratory Diagnostics, Institute of Preventive Medicine, Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia; Head of the Laboratory Department, Medical and Pharmaceutical Center “Garmoniya”, Ekaterinburg, Russia.

E-mail: voroshilina@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1630-1628>

Danila L. Zornikov — Candidate of Sciences (Medicine); Associate Professor of the Department of Medical Microbiology and Clinical Laboratory Diagnostics, Institute of Preventive Medicine, Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia.

E-mail: zornikovdl@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9132-215X>

Polina G. Amineva — Assistant of the Department of Medical Microbiology and Clinical Laboratory Diagnostics, Institute of Preventive Medicine, Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia; Bacteriologist, Head of Laboratory, Quality Med, Ekaterinburg, Russia.

E-mail: pga@qualitymed.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9752-5054>

Alena P. Sidenkova — Doctor of Sciences (Medicine), Professor; Head of the Department of Psychiatry, Psychotherapy and Narcology, Institute of Clinical Medicine, Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia.

E-mail: sidenkovs@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5142-3992>

Savelina A. Salamatova — Resident of the Department of Psychiatry, Psychotherapy, and Narcology, Institute of Clinical Medicine, Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia.

E-mail: savelina2000@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-4603-2595>