

МИКРОБИОТА ЧЕЛОВЕКА: ДОСТИЖЕНИЯ НАУКИ И МЕДИЦИНСКАЯ ПРАКТИКА

Л.А. Харитонов¹, докт. мед. наук, проф., К.И. Григорьев¹, докт. мед. наук, проф.,

С.Н. Борзакова², канд. мед. наук, Н.И. Ермилова², О.В. Папышева³, канд. мед. наук

¹ Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова,
Российская Федерация, 117997, Москва, ул. Островитянова, д. 1;

² Детская городская клиническая больница №9,
Российская Федерация, 123317, Москва, Шмитовский проезд, д. 29;

³ Городская клиническая больница №29 им. Н.Э. Баумана,
Российская Федерация, Москва, 111020, Госпитальная площадь, д. 2, корп. 37

E-mail: k-i-grigoryev@yandex.ru

Представлены сведения о микробиоте человека, ее молекулярно-генетическом составе, исследованиях в области эпигенетики (эпигеномики) микробиоты.

Ключевые слова: бактерии, микробиота, энтеротипы, факторы окружающей среды.

Для цитирования: Харитонов Л.А., Григорьев К.И., Борзакова С.Н., Ермилова Н.И., Папышева О.В. Микробиота человека: достижения науки и медицинская практика. Медицинская сестра. 2018; 20 (4): 40–6. <https://doi.org/10.29296/25879979-2018-04-07>.

Бактерии – одни из самых первых живых существ, появившихся на нашей планете. Они непосредственно участвовали в формировании более совершенных форм организации жизни, в том числе человека. Без микроорганизмов существование человека невозможно так же, как без воздуха, кислорода, пищи, воды, гравитации.

В последние 10–15 лет произошла настоящая революция во взглядах на роль микробов, а микробиология переживает настоящий расцвет. Приняты к сведению 2 важных новых постулата, которые не совсем отвечают выводам, утвердившимся в умах медиков со времен Луи Пастера и Роберта Коха. Первый – микробы, идентифицированные как значимые для человека, составляют лишь малую часть от общего количества микроорганизмов, заселяющих тело человека. Второй – нельзя говорить о тотальной вредности тех или иных микробов. Кроме действительно опасных микроорганизмов, человека постоянно сопровождают те, которые помогают быть сильным и здоровым. Не стерильность определяет здоровье, а разнообразие микробов. Поразительно: чем больше видов микроорганизмов, тем лучше.

Суть учения о микробиоте человека была в какой-то мере обоснована уже работами Ильи Ильича Мечникова (1845–1916), доказавшего важность и значение бактерий (кисломолочных бактерий *Lactobacillus*) для нормального пищеварения и здорового долголетия человека.

Выделим несколько новых основных понятий, используемых для определения нормальной микрофлоры (нормофлоры) человека:

- микробиота – совокупность микроорганизмов, находящихся в состоянии симбиоза с макроорганизмом;
- микробиом – совокупность генетического материала микроорганизмов внутри экологической ниши, своеобразная внутренняя экосистема;
- холобионт («суперорганизм») – единица естественного отбора, под которой подразумевают организм хозяина и его микробиоту.

Микробиота как отдельный орган

Бурное развитие геномики — науки, занимающейся изучением генов и геномов, и возникшей на стыке молекулярной генетики и информатики, способствовало изменению всей концепции о сущности естественной микробиоты. Новые технологии – методы секвенирования последнего поколения (*Next-Generation Sequencing* – NGS) – позволили в десятки и сотни раз ускорить процесс определения нуклеотидных последовательностей ДНК и РНК. С помощью NGS успешно изучают геном человека (*Human Genome Project*) и его микробиоту.

В процессе международного исследовательского проекта «Геном человека» (*The Human Genome Project*), который позволил установить полную последовательность ДНК человека, была выполнена работа по оценке количества бактерий, населяющих наше тело. Стало очевидным, что микроорганизмов – множество, и большая их часть нахо-

дится в кишечнике. В рамках проекта «Микробиом человека» (Human Microbiome Project) были картированы >10 тыс. микроорганизмов человека – бактерий, вирусов, грибов, простейших, обитающих в организме (особенно в ротовой полости); для многих из них определена генетическая последовательность. В процессе исследования выявлено, что человеческий суперорганизм состоит из 10^{12} соматических и зародышевых клеток и из $>10^{14}$ микробных клеток. Организм взрослого человека содержит 2,5 млн молекул, в том числе около 1 млн молекул белков, 300 тыс. молекул липидов и сотни тысяч молекул других соединений.

Совокупная масса всех микробов, содержащихся в организме человека, – от 3 до 5% массы его тела, т.е. микробы весят больше, чем мозг или сердце.

Роли микробиоты весьма разнообразны, в настоящее время все их трудно оценить. Бактерии продуцируют аналоги гормонов человека: серотонин, тестостерон, норадреналин, дофамин, гистамин. Воздействуя на стенку кишечника, эти вещества, попадая в кровоток, влияют на мозг, формируя привычки, вкусовые пристрастия, даже поведение.

Бактерии есть практически во всех органах. Их количество в 10 раз превышает количество клеток организма. Установлено 5 мест в нашем теле (биотопов), где их концентрация максимальна: желудочно-кишечный тракт (ЖКТ), кожа, дыхательные пути, полость рта, мочеполовая система. Большая часть микробиома человека сосредоточена в кишечнике.

Концепция оси «кишечник – головной мозг – кишечник» стала парадигмой. Взаимодействие между головным мозгом и ЖКТ существует на сенсорном, моторном и нейроэндокринном уровнях. Некоторые авторы продлевают эту ось, включая в нее взаимодействие между микробиотой кишечника и иммунной системой: «кишечник – головной мозг – иммунная система – микробиота».

Интересный факт: в организмах членов одной семьи живут схожие бактерии. Ребенок с молоком матери впитывает «семейные» микроорганизмы, что обеспечивает семейные/национальные вкусовые пристрастия.

По сути, люди и микробиота – это симбиоз 2 форм жизни. В ходе эволюции 2 этих мира научились «договариваться» между собой. У «древнего союза» вполне объективная база: микробам нужна среда обитания для кормления, и организм человека идеально подходит для этого. Как выяснилось, в организме человека микробиота выполняет много серьезных функций. Наибольшее значение имеет кишечный эпителий. Бактерии влияют на обмен веществ, вырабатывая ферменты и белки.

Кишечная микробиота. Заселение ЖКТ плода начинается внутриутробно материнскими микроорганизмами кишечного происхождения. После рождения кишечная микробиота становится более разнообразной. Известны более 10 тыс. видов микробов, населяющих кишечник. Из них 62% – малоизученные, >99% не культивируются или плохо культивируются. Микроорганизмы кишечника – основа его структурного и функционального существования. Нормальная микробиота у взрослых, будучи сугубо индивидуальной, имеет значительную степень стабильности и стремится к восстановлению после любых дисбиотических нарушений.

Здоровье человека в целом и его настроение зависят от микробиоты. Микробы способны синтезировать бензодиазепины – вещества, оказывающие успокаивающее действие; по формуле они близки к феназепаму.

Бактерии, населяющие человека, ответственны за его выносливость, быстрое восстановление и психологическую устойчивость. Этот вывод напрашивается по результатам обследования микробиома спортсменов. Определенный вид активности (бег, гребля и др.) формирует конкретную микробиоту. Как показали наблюдения, в процессе физической нагрузки у спортсменов становится больше бактерий, умеющих перерабатывать молочную кислоту, углеводы и клетчатку, что помогает преодолевать возрастающие нагрузки.

Бактерии кишечника определяют активность в пожилом возрасте. Эксперименты показали, что бактерии ЖКТ, производящие индолы (появляются в результате распада аминокислоты триптофан), повышают физическую активность и приостанавливают старение. Так же на бактерии ЖКТ реагируют черви, мыши и мухи-дрозофилы. Получается, что активность в пожилом возрасте во многом зависит от того, насколько адекватна и здорова кишечная микробиота.

Взаимодействие между микробиотой (как нормальной, так и измененной) и иммунной системой кишечника (лимфоидной тканью) приводит к выделению пептидов и других нейроактивных веществ, которые вызывают локальные и системные нейромышечные расстройства, характерные, в частности, для синдрома раздраженной толстой кишки и лежащие в основе его проявлений.

Микробиота кишечника выполняет множество функций, включая иммуномодулирующую и метаболическую (рис. 1). Количество видов *Bifidobacterium* в образцах кала у младенцев коррелирует с общим уровнем в слюне секреторного иммуноглобулина А (sIgA) в 6-месячном возрасте (Sjögren Y.M. et al., 2009). В понятие метаболической функции входит участие в метаболизме белков, пептидов и желчных

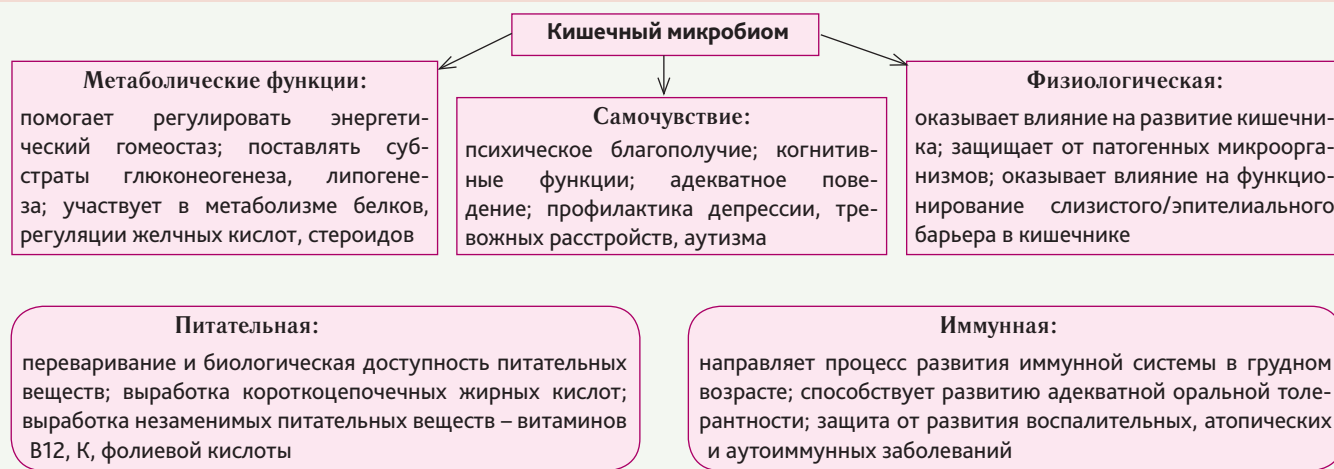


Рис. 1. Полезные функции микробиоты кишечника

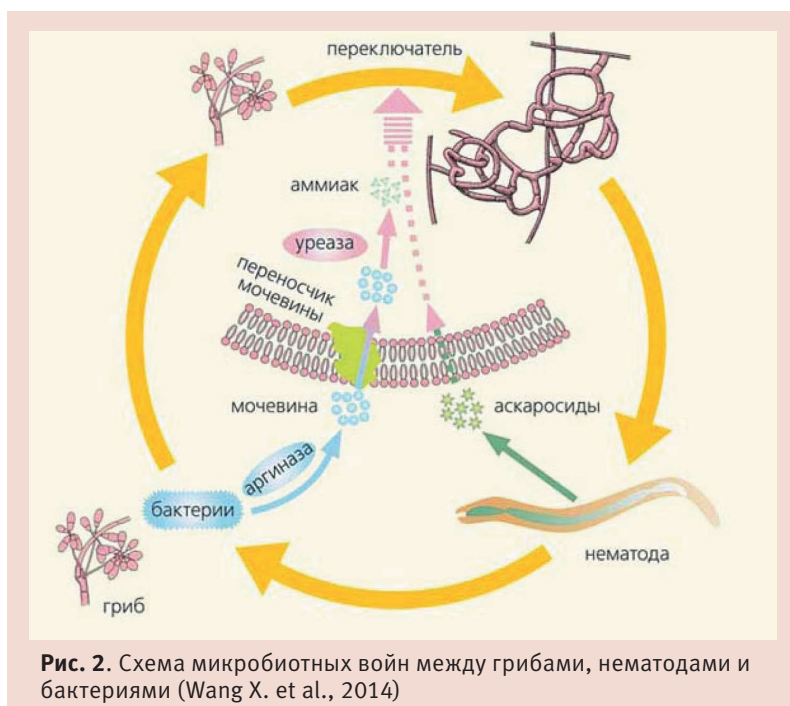


Рис. 2. Схема микробиотных войн между грибами, нематодами и бактериями (Wang X. et al., 2014)

кислот, синтезе витаминов (К и др.), в ферментации неперевариваемых углеводов с образованием короткоцепочечных жирных кислот. Бутират — один из видов короткоцепочечных жирных кислот — служит источником питания для колоноцитов; он участвует также в регуляции их жизненного цикла. Некоторые бактерии усиливают секрецию IgA. Микробиота кишечника дает иммуномодулирующий эффект, защищая хозяина от инфекции, снижая провоспалительный ответ, морфологически связанный с иммунной системой клеток кишечника, что может снизить риск развития таких состояний, как аллергия или воспалительные заболевания кишечника (Isolauri E. et al., 2004).

Специфику кишечной микробиоты индивидуума на 60% определяет характер питания, на

12% — генетика; остальные ~30% зависят от условий среды обитания, экологии, поведения и т.д.

Энтеротипы. Благодаря молекулярно-генетическим и биоинформационным методам изучения микробиоты современное человечество удалось разделить на 3 энтеротипа (Agumugam M. et al., 2011). У лиц, принадлежащих к одному из них, преобладают грамотрицательные бактерии рода *Bacteroides*, у другого — бактерии рода *Prevotella*, у третьего — в основном грамположительные бактерии типа *Firmicutes*, наиболее представлен род *Ruminococcus*. Это распределение, как было установлено, зависит от диетических предпочтений, массы тела, расы или пола; у людей одного и того же энтеротипа много общего в обмене веществ и уровне микробных метаболитов.

Китайские ученые недавно выяснили, что *Arthrobotrys oligospora* может превратиться в убийцу нематод под влиянием кишечных бактерий. Бактерии, которыми питаются нематоды, начинают синтезировать фермент аргиназу, которая расщепляет аргинин с образованием мочевины. Проникнув в мицелий гриба, она под действием фермента уреазы распадается до аммиака, который побуждает гриб сформировать ловчую сеть. Схема микробиотных войн между грибами, нематодами и бактериями представлена на рис. 2. Бактерии и грибы образуют взаимовыгодные отношения, превращая нематод из охотника в жертву (Wang X. et al., 2014).

Биопленка. Сообщества бактерий формируют биопленки, которые обнаруживаются уже при рождении ребенка. Биопленки выстилают весь организм человека (снаружи и внутри). Состав биопленки, как ни удивительно, относительно постоянен. Его стабильность обеспечивается с помощью единой генетической системы микроорганизмов, общающихся между собой с по-

мощью сигнальных молекул. Этот защитный матрикс обладает значительной устойчивостью к внешним воздействиям, снижает возможность действия антибиотиков и антисептиков на микробиоту. Микроорганизмы синтезируют около 20 тыс. антибиотикоподобных веществ.

Влияние факторов окружающей среды. На развитие и разнообразие кишечной микробиоты у младенцев влияют способ родоразрешения (естественные роды или кесарево сечение), характер вскармливания (естественное или искусственное), степень доношенности.

Прежде всего имеет значение срок гестации. В околоплодных водах беременных женщин с преждевременными схватками были обнаружены *Ureaplasma urealyticum*, *Fusobacterium nucleatum*, *Bacteroides urealyticus*, *Sneathia sanguinegenes*, *Ureaplasma parvum* и *Streptococcus agalactiae*, что позволило сформулировать «гипотезу преждевременных родов как полимикробную болезнь» (Макарова С.Г. и Броева М.И., 2016).

У детей, рожденных при естественных родах, в отличие от рожденных путем кесарева сечения, колонизация бактериальными штаммами осуществляется за счет вагинальной микробиоты ЖКТ матери, причем эти различия в большинстве случаев сохраняются на протяжении всего периода младенчества. Раннее приобретение условно-патогенной микрофлоры влияет на развитие иммунитета ребенка, в результате чего формируется повышенный риск сенсibilизации к пищевым аллергенам, развития аллергических заболеваний дыхательных путей, экземы (Van Nimwegen N.A. et al., 2011), развития у детей избыточной массы тела (Ajslev T.A. et al., 2011), сахарного диабета типа 1 (Cardwell C.R. et al., 2008). При грудном вскармливании у доношенного ребенка бифидобактерии преобладают над условно-патогенными микроорганизмами, в то время как при искусственном доминируют полиформные бактерии, энтерококки и бактериоиды.

Весьма страдает структура бактериальной колонизации в кишечнике у недоношенных новорожденных, что связано с необходимостью интенсивной терапии, назначением антибиотиков, отсутствием энтерального питания. В этом случае заселение кишечника прежде всего бифидобактериями происходит более медленно. Задержка бактериальной колонизации кишечника с ограниченным числом видов бактерий, как правило, негативно влияет на созревание иммунокомпетентных клеток. Для формирования иммунной толерантности (терпимости) к собственной микробиоте важное значение имеет процесс бактериальной транслокации – перемещение бактерий за пределы биотопа внутриутробно и в период ново-

рожденности. Микробиота помогает справляться со многими метаболическими задачами.

В микробных сообществах в первые месяцы жизни ребенка преобладают гены, ответственные за усвоение лактата, а после введения прикорма – гены, отвечающие за утилизацию углеводов, биосинтез витаминов и деградацию ксенобиотиков. Происходит «совместная эволюция» характера питания, кишечного микробиоценоза и GALT-системы в первые годы жизни ребенка на фоне колонизации кишечника с участием преимущественно микробиоты матери (вагинальной, грудного молока, кожной, кишечной).

Привычку малышей тащить все незнакомые предметы в рот можно объяснить серьезной эволюционной выгодой. Дети «сканируют» окружающую местность на предмет наличия новых бактерий, а потом, во время кормления, передают их матери. Ее взрослый организм быстро вырабатывает нужные и во время следующего кормления отдает их ребенку обратно. Так иммунная система мамы учит иммунную систему малыша справляться с новыми бактериями.

Влияние микробиоты матери на микробиом формирующегося организма (эпигенетическое влияние) наиболее существенен в первые 1000 дней от начала беременности, а стабилизация микробиоты человека заканчивается к 7 годам жизни.

Дисбактериоз. Это – не диагноз, а распространенный термин. Сегодня термином «дисбактериоз» обозначают клинико-микробиологический синдром, проявляющийся изменением состава и функции кишечного микробиоценоза, нарушением нормального симбиоза в системе «человек-микробиота». Важное проявление этого состояния – транслокация анаэробной микрофлоры толстой кишки в тонкую. Для обозначения этого явления используют термин «синдром избыточного бактериального роста». Этот патологический симптомокомплекс характеризуется повышением количества анаэробных бактерий в тонкой кишке до уровня $>10^5$ /мл. Причиной такого состояния чаще всего является применение антимикробных средств, а также изменение условий обитания микробиоты в кишечном биотопе вследствие какой-либо болезни хозяина (инфекция, хроническая патология ЖКТ), стресса, неправильного питания, плохой экологии, а также лечения гормонами, иммунодепрессантами, лучевой терапии, операции. В итоге в других биотопах снижается уровень полезных микроорганизмов и, напротив, в составе микробиоценозов возрастает концентрация условно-патогенной флоры (микробов-оппортунистов).

Микробиом и резистентность микробов к антибиотикам. У представителей микробиоты кишечника обнаружены гены, кодирующие фер-

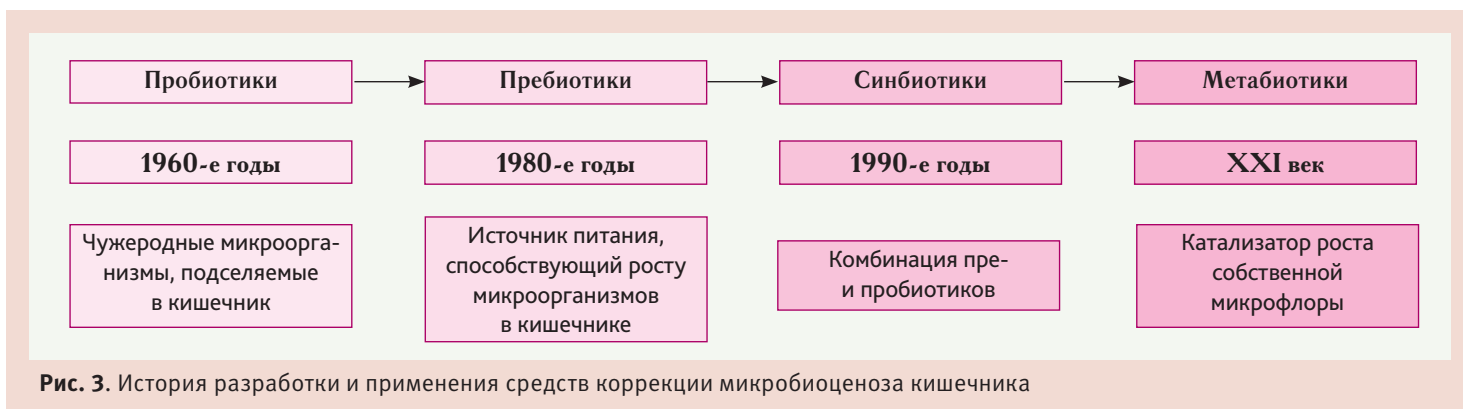


Рис. 3. История разработки и применения средств коррекции микробиоценоза кишечника

менты, разрушающие антибиотики, в частности гены, кодирующие аминокликозидфосфотрансферазу. Эти гены найдены у представителей *Enterococcus faecalis*, *E. faecium*, *Ruminococcus obeum*, *Roseburia hominis*, *S. pyogenes*, *Staphylococcus epidermidis* и *Clostridium difficile*. Благодаря этому возникает возможность при клиническом обследовании больных с инфекционными заболеваниями и назначении антибиотиков анализировать антибиотикорезистентность не только бактерии-возбудителя, но и микробиоты.

В 2017 г. создана интерактивная карта мира, учитывающая резистентность микробиоты кишечника к антибиотикам: ResistoMap (разработка ученых из Федерального научно-клинического центра физико-химической медицины, Московского физико-технического института и Лаборатории данных из Брянска). Это помогает выявить национальные особенности потребления антибиотиков и контролировать лекарственную устойчивость в глобальном масштабе.

Взаимодействие между моторикой и микробиотой кишечника. В прошлом связь между моторикой и микробиотой кишечника считали односторонней, т.е. предполагали, что нормальная моторика поддерживает стерильность верхних отделов ЖКТ, а нарушения моторной функции предрасполагают к избыточному бактериальному росту в тонкой кишке. Эту концепцию пересмотрели, когда были установлены влияние микробиоты на формирование нормальной моторной функции кишечника и возможная роль нарушений микробиоты в развитии сенсорномоторной дисфункции кишечника и функциональных патологических состояний. В связи с этим у больных с синдромом раздраженной толстой кишки изучают эффективность лекарственных средств, модифицирующих микробиоту, включая пребиотики, пробиотики и даже антибиотики.

Коррекция микробиоты. Преодолеть нарушение формирования кишечной микробиоты можно путем введения средств для коррекции биоценоза (рис. 3).

Главный фактор поддержания стабильности и резистентности нормобиоты – микробные аутометаболиты! Поэтому наиболее перспективным направлением пробиотических биотехнологий в настоящее время считается разработка метаболитных пробиотиков (метабиотиков), а также пробиотиков в комплексе с пребиотиками (синбиотиков).

Пробиотики – «живые микроорганизмы, которые при введении в адекватном количестве оказывают положительное действие на организм хозяина». Пробиотики влияют на pH в просвете толстой кишки, стимулируя образование молочной и уксусной кислот; так подавляется рост патогенных микроорганизмов.

Пробиотики остаются средством 1-го ряда в коррекции микробиоты кишечника, прежде всего – при лечении ротавирусной кишечной инфекции. Ряд исследований демонстрируют эффективность пробиотиков в предотвращении или сокращении продолжительности острой диареи, антибиотик-ассоциированной диареи, рецидивов инфекции, вызванной *C. difficile*, диареи путешественников, рецидивов бактериального вагиноза, в профилактике атопического дерматита, некротизирующего энтероколита и т.д.

Накопилась база данных о положительном опыте использования пробиотиков в педиатрической практике. Один из наиболее изученных пробиотиков – *Bifidobacterium lactis*, известный как Bb12. В число других используемых в педиатрии пробиотиков входят *Lactobacillus GG*, *L. reuteri*, дрожжи *Saccharomyces boulardii* и др. Эффективность *L. reuteri* показана в редуцировании симптомов младенческих коликов, при профилактике и лечении запоров, симптомов гастроэзофагеального рефлюкса (Szajewska H., 2012, и др.).

Следует учесть невозможность экстраполирования результатов исследований, проведенных с конкретным штаммом пробиотиков, на другие штаммы с целью профилактики или лечения того же или других заболеваний. Но исследования последних лет серьезно развенчали стойкий миф о ценности классических пробиотиков, основанный

на высокой концентрации живых пробиотических бактерий в препарате. Оказалось, что до толстой кишки доходит ничтожный процент употребленных *per os* живых микробов. В 70% случаев пробиотические клетки обладают бионесовместимостью, вступают в антагонистические взаимоотношения с аутоштаммами микроорганизмов пациента. При повышенных дозах пробиотики способны инициировать транслокацию кишечной микробиоты в брюшную полость с развитием инфекционно-токсического шока (Чичерин И.Ю. и соавт., 2016).

Пробиотикотерапия должна учитывать индивидуальный подбор пробиотических препаратов, созданных на основе аутологичных штаммов, в первую очередь – бифидо- и лактобактерий.

Эффективность одновременного приема пробиотиков и антибиотиков, о которой вещают телевизионные рекламные ролики, является с научной точки зрения спорной. По крайней мере, эффект такой терапии для профилактики антибиотико-ассоциированной диареи возможен только в том случае, если прием этих лекарственных средств «разнесен» во времени. Неверно также утверждение, что эти пробиотики должны являться антибиотикоустойчивыми.

Пребиотики. Селективное стимулирование роста полезных микроорганизмов кишечника позиционируется как главный критерий, определяющий эффект добавления в детские смеси пребиотиков. Однако уже давно известно, что эффекты пребиотиков выходят далеко за рамки влияния на кишечную микробиоту. Результаты клинических исследований доказывают влияние пребиотиков на иммунитет и снижение риска развития аллергии, а гипотеза о связи головного мозга и кишечника получает все больше доказательств в клинических исследованиях. В рамках этой концепции роль пребиотиков как «психобиотиков» становится еще более значимой (Захарова И.Н., и др., 2017).

Основная польза природного комплекса разнообразных по составу олигосахаров заключается в том, что они в неизменном виде (не перевариваются ферментами человека) проходят почти весь ЖКТ до толстой кишки, где утилизируются бифидобактериями, лактобактериями, вейлонеллами, бактероидами и другими полезными (пробиотическими) анаэробами, способствуя их росту и размножению в этом биотопе. Этот природный комплекс, входящий в состав грудного молока, защищает младенца от патогенных микробов в период созревания иммунной системы, снижает риск развития инфекций и аллергических реакций.

Олигосахариды также добавляются в детские смеси. На сегодня наиболее изученным пребиотическим комплексом олигосахаридов, применяемых

в детском питании, является уникальный комплекс scGOS/lcFOS (короткоцепочечные галактолигосахариды / длинноцепочечные фруктоолигосахариды) в пропорции 9:1, разработанный компанией Nutricia (смеси NAN Тройной Комфорт, NAN OPTIPRO и др.). Комплекс scGOS/lcFOS дает дозозависимый эффект, способствует росту полезных бактерий и подавляет рост патогенных, нормализует частоту и консистенцию стула, снижает частоту инфекционных заболеваний (респираторных и кишечных), уменьшает потребность в антибиотиках, оказывает алергопротективное действие и модулирует местный иммунный ответ, увеличивая выработку sIgA (Boyle R.J. et al., 2016, и др.).

Антибактериальные препараты не инактивируют пребиотики, так как в них нет живых клеток. Наоборот, прием пребиотиков одновременно с антибиотиками позволяет защитить кишечную микробиоту пациента от негативного сопутствующего воздействия антибиотиков.

Важно отметить довольно широкое и эффективное применение метабиотика Хилак форте в педиатрии. Другой активно рекомендуемый метаболитный пробиотик – стимбифид, который можно назначать с 6 мес жизни и который практически не имеет противопоказаний.

Говоря о преимуществах метабиотиков в сравнении с пробиотиками на основе живых организмов, следует назвать бактистатин: смесь лизоцима, каталазы, полипептидов, пептидогликана, некоторых аминокислот, полисахаридов, изолированных из культуральной жидкости *Bacillus subtilis*, сорбента цеолита и пробиотического компонента.

Следствие и перспективы

Развитие информатики и генетики позволило изучать генетическое строение микроорганизмов, благодаря чему можно сравнить последовательность ДНК микробов больного и здорового человека. Микрогеномика установила еще и то, что микроорганизмы заселяют все участки тела. Мазки для исследования бактерий можно брать с любой части тела.

Изучение микробов, отвечающих за здоровье кишечника, позволяет развивать новые технологии. Сейчас в ряде стран приступили к лечению таких тяжелых патологических состояний, как псевдомембранозный колит, вызванный *C. difficile*, синдром раздраженной кишки и др., и с помощью фекальной трансплантации. Образцы для пересадки берут у здоровых доноров (обычно – у родственников больного или добровольцев) и вводят их в ЖКТ больного с помощью эндоскопа. Эти методики малоэстетичны, но эффективны.

В медицинской микробной экологии энергично разрабатываются такие научные направления,

как: микробиота и ожирение; микробы и интеллект; микробы и поведение; микробы и биополитика. Появился даже термин «дисбактериозный психотип», характеризующий человека с высокой раздражительностью, агрессивностью и обидчивостью.

Перспективы научного поиска в биологии и медицине можно обозначить следующими направлениями:

- использование штаммов, ассимилирующих избыток холестерина и синтезирующих вещества, снижающие кровяное давление;
- конструирование генетически модифицированных пробиотических бактерий, синтезирующих цитокины, предупреждающие развитие аллергии и рака;
- исследования в области эпигенетики (эпигеномики) микробиоты – изменения экспрессии генов или фенотипа клеток организма человека под воздействием продуктов жизнедеятельности микробиоты; эти механизмы, не меняя структуру генов в ДНК, регулируют (усиливают или подавляют) их функцию;
- анализ микробиоты должен стать важной частью превентивной медицинской диагностики и практики.

Рекомендуемая литература

Белюсова Е.А. Кишечная микрофлора. Физиология, патофизиология. Причины нарушений и методы их коррекции. М.: Моск. клин. институт им. М.Ф. Владимирского, 40 с.

Бондаренко В.М., Рябиченко Е.В. Кишечно-мозговая ось. Нейронные и иммунновоспалительные механизмы патологии мозга и кишечника. Журн. микробиол. 2013; 2: 112–20.

Григорьев К.И. Педиатрия. Руководство по амбулаторно-поликлинической практике. М.: МЕДпресс-информ, 2017; 496.

Дитерт Р. Человеческий суперорганизм. М.: КоЛибри, Азбука-Аттикус, 2016; 416.

Захарова И.Н., Лаврова Т.Е., Талызина М.Ф., Мачнева Е.Б. Новый взгляд на пребиотики: гипотезы, тенденции, доказательства. Педиатрия (Прил. к журн. Consilium Medicum). 2017; 3: 26–33.

Инновации в коррекции кишечного микробиоценоза у детей – есть ли преимущества у мультипробиотиков (обзор). Эффективная фармакотерапия. Педиатрия. 2016; 1: 24–32.

Кожевников А.А., Раскина К.В., Мартынова Е.Ю., Тяхт А.В., Перфильев А.В., Драпкина О.М., Сычев Д.А., Фатхудинов И.Р. и др. Кишечная микробиота: современные представления о видовом составе, функциях и методах исследования. РМЖ. Специальный выпуск. №17 от 22.09.2017: 1244–47.

Конь И.Я., Сафронова А.П., Абрамова Т.В., Пустограев Н.Н., Куркова В.И. Каши с инулином в питании детей раннего возраста. Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2012; 3: 106–10.

Лифшиц К.Х. Роль кишечной микробиоты и пробиотиков в педиатрии. Вестник современной клинической медицины. 2013; 6 (1): 41–4.

Макарова С.Г., Броева М.И. Влияние различных факторов на ранние этапы формирования кишечной микробиоты. Педиатрическая фармакология. 2016; 13 (3): 270–82.

Метабиотики: новая идея или естественное развитие пробиотической концепции (обзор). РМЖ. Медицинское обозрение. Гастроэнтерология. 2017; 2: 106–10.

Пахомовская Н.Л., Венедиктова М.М. Влияние микробиоты ребенка первого года жизни на его развитие. Медицинский совет. 2018; 2: 200–5.

Цуканов В., Каспаров Э., Васютин А., Тонких Ю. Возможности применения пробиотиков для эрадикации *Helicobacter pylori*: рекомендации конгресса Маастрихт V. Врач. 2017; 1: 17–9.

Чичерин И.Ю., Погорельский И.П., Лундовских И.А., Дармов И.В., Шабалина М.Р., Подволоцкий А.С. Сравнительная экспериментальная оценка эффективности современных пробиотиков, пребиотиков, синбиотиков и метабиотиков при коррекции нарушений микробиоценоза кишечника у животных с антибиотико-ассоциированным дисбиозом. Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2016; 131 (7): 106–20.

Шендеров Б.А., Голубев В.Л., Данилов А.Б., Прищепа А.В. Кишечная микробиота человека и нейродегенеративные заболевания. Неврология. 2016; 1: 12.

HUMAN MICROBIOTA: science advances and medical practice

Prof. L.A. Kharitonova, MD ; Prof. K.I. Grigoryev, MD ; S.N. Borzakova, Cand. Med. Sci. ; N.I. Erminova ; O.V. Papyшева, Cand. Med. Sci.^(*)

¹ N.I. Pirogov Russian National Research Medical University

1, Ostrovityanov St., Moscow 117997, Russian Federation;

² City Children's Clinical Hospital Nine
29, Shmitovskiy Passage, Moscow 123317, Russian Federation;

³ N.E. Bauman City Clinical Hospital Twenty-Nine
2, Gospitalnaya Square, Build. 37, Moscow 111020, Russian Federation

The paper gives information on human microbiota, its molecular genetic composition, and researches in microbiota epigenetics (epigenomics).

Key words: bacteria, microbiota, enterotypes, environmental factors.

For citation: Kharitonova L.A., Grigoryev K.I., Borzakova S.N., Erminova N.I., Papyшева O.V. Human microbiota: science advances and medical practice. Meditsinskaya sestra, 2018, 4(20): 40–46 (In Russian).

<https://doi.org/10.29296/25879979-2018-04-07>