Питание и иммунитет: есть ли связь?

**Зайцева О.В.,
Шумейко Н.К.,
Беседина М.В.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 127473, г. Москва, Российская Федерация

Связь между недостаточностью питания и инфекционной заболеваемостью у детей изучали не только педиатры, но также иммунологи, гастроэнтерологи, нутрициологи, и она не вызывает никакого сомнения. Оптимально сбалансированное поступление макро- и микронутриентов может быть достигнуто с разнообразной, хорошо сбалансированной диетой. Однако во многих странах мира отмечают широкое распространение микронутриентной недостаточности.

Компания ООО «Эбботт Лэбораториз» разработала продукты детского лечебного питания «ПедиаШур Малоежка» и «ПедиаШур Здоровейка». Был выполнен ряд исследований по оценке влияния дополнительной нутритивной поддержки на частоту рекуррентных респираторных инфекций детей в возрасте от 1 года до 10 лет. Было выявлено статистически значимое снижение среднего количества эпизодов рекуррентных респираторных инфекций (в 2,5 раза) и средней их продолжительности (в 1,8 раза).

Таким образом, внедрение оптимального рациона питания с дополнительной нутритивной поддержкой должно стать эффективной стратегией, которая в сочетании с комплексом реабилитационных мероприятий здорового образа жизни может снизить бремя инфекционных болезней у детей.

Финансирование. Статья опубликована при поддержке ООО «Эбботт Лэбораториз».

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Зайцева О.В., Шумейко Н.К., Беседина М.В. Питание и иммунитет: есть ли связь? // Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение. 2021. Т. 10, № 4. С. 105–114. DOI: <https://doi.org/10.33029/2305-3496-2021-10-4-105-114>

Статья поступила в редакцию 30.10.2021. Принята в печать 25.11.2021.

Ключевые слова:

дети, рекуррентные респираторные инфекции, нутритивная поддержка, «ПедиаШур Малоежка», «ПедиаШур Здоровейка», иммунная система

Nutrition and immunity: is there a connection?

*Zaytseva O.V.,
Shumeiko N.K.,
Besedina M.V.*

A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 127473, Moscow, Russian Federation

The relationship between malnutrition and infectious morbidity in children has been studied not only by pediatricians, but also by immunologists, gastroenterologists, nutritionists, and is currently undeniable. Optimal intake of all macro- and micronutrients can be achieved with a varied, well-balanced diet, but this is generally not achievable in real life. At the moment, there is a widespread micronutrient deficiency in the world.

Abbott Laboratories has developed the "PediaShur Maloezhka" and "PediaShur Zdoroveika", children's health food products. A number of studies have been carried out to analyze the effect of nutritional intervention of these products into the diet of children aged 1 to 10 years. The impact of additional nutritional support on the incidence of infectious diseases was assessed. The results showed statistically significant decrease in average number of episodes of recurrent respiratory infections (2.5 times) and their average duration (1.8 times).

Thus, intervention of an optimal diet with additional nutritional support should become an effective strategy that, in combination with a complex of rehabilitation measures for a healthy lifestyle, can reduce burden of infectious diseases in children.

Funding. This article was published with the support of «Abbott Laboratories» LLC.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Keywords:

children, recurrent respiratory infections, nutritional support, "PediaShur Maloezhka", "PediaShur Zdoroveika", immune system

For citation: Zaytseva O.V., Shumeiko N.K., Besedina M.V. Nutrition and immunity: is there a connection? *Infektsionnye bolezni: novosti, mneniya, obuchenie* [Infectious Diseases: News, Opinions, Training]. 2021; 10 (4): 105–14. DOI: <https://doi.org/10.33029/2305-3496-2021-10-4-105-114> (in Russian)
Received 30.10.2021. **Accepted** 25.11.2021.

Иммунная система человека сложна и многофункциональна: распознает и элиминирует чужеродные агенты, обеспечивает иммунологическую память. Она эффективна как в отношении внешних патогенов (вирусы, бактерии, паразиты, токсины), так и эндогенных (например, уничтожает опухолевые клетки) [1].

Иммунная система обеспечивает защиту организма на нескольких условных уровнях с повышающейся специфичностью. Организм имеет физические барьеры, мешающие проникновению патогенов (вирусов, бактерий и др.). Если патогену удастся их преодолеть, то он сталкивается с реакциями врожденного иммунитета, которые обеспечивают быстрый, но неспецифический иммунный ответ. Если патоген преодолевает врожденный иммунитет, то он сталкивается со следующим рубежом защиты – адаптивным иммунитетом, который обеспечивает специфический иммунный ответ, направленный против конкретного патогена. После того как патоген уничтожен, адаптивная иммунная система «запоминает» его с помощью иммунологической памяти, благодаря которой при повторной встрече с патогеном организм сможет быстро развить специфический иммунный ответ против него. Основу вакцинации

составляет именно иммунологическая память. При нарушении иммунной защиты организм становится более уязвим для инфекций.

Все компоненты иммунной системы находятся в тесной кооперации для достижения наиболее высокой эффективности ответа и сохранения иммунологической памяти. В последнее время, подчеркивая важность состояния микробиома для здоровья человека и поддержания эффективного иммунитета, комменсальные бактерии рассматривают как важный компонент иммунной защиты [2].

Важно подчеркнуть, что иммунная система функционирует в тесной связи с нервной, эндокринной, пищеварительной и другими системами и органами. Соответственно нарушение функций иммунной системы могут спровоцировать различные заболевания, и наоборот. Например, проблемы нутритивного статуса могут привести к нарушению функционирования иммунной системы.

Множество факторов может оказывать влияние на способность иммунной системы эффективно выполнять свою функцию. На часть из них невозможно повлиять, например на генетические факторы, пол, возраст. В то время как действие других факторов может изменяться под внешним воздействием. К ним можно отнести стресс, физическую активность, курение (в том числе пассивное), а также избыточное или недостаточное питание [3]. Сбалансированное питание оказывает определенное влияние на здоровье человека. Хорошо известно, что до «эры антибиотиков» качественное питание наряду с природными факторами (физическая активность, инсоляция, умеренная гипоксия и др.) было единственным способом добиться ремиссии туберкулеза [4].

Взаимосвязь недостаточности (несбалансированности) питания с развитием инфекционного процесса не вызывает сомнения. Очевидно, что на восприимчивость к возбудителям инфекционной болезни может влиять как недостаточное, так и избыточное питание. В свою очередь, развившийся инфекционный процесс способен приводить к снижению поступления важных нутриентов, что обусловлено снижением или избирательностью в еде, а также к нарушению переваривания и усвоения пищи в связи с поражением слизистых и формированием вторичных ферментопатий. При инфекционной болезни могут увеличиваться потери важных нутриентов, например при диарее возникает недостаточность микро- и макроэлементов, что еще больше компрометирует иммунную систему.

Принята парадигма «порочного круга», который формируют недостаточность питания, инфекции и бедность с учетом дополнительных факторов, таких как неблагоприятные социально-экономические условия, недоступность медицинской и социальной помощи (см. рисунок) [5].

Концептуальная схема связи между недостаточностью питания, инфекциями и бедностью
 Адаптировано с изменениями по [5].

Известно, что здоровое, сбалансированное питание включает множество нутриентов, имеющих важное значение в поддержании эффективности иммунной системы, и обеспечивает [3]:

- энергию для функционирования иммунной системы;
- строительные блоки для синтеза нуклеиновых кислот, белков и новых клеток, поддержания целостности защитных барьеров;
- специфические субстраты для синтеза метаболитов, необходимых для функционирования иммунной системы [например, аргинин для синтеза нитрата азота или полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) для синтеза эйкозаноидов];
- нутриенты, необходимые для синтеза регуляторных факторов (например, витамин А, цинк);
- нутриенты со специфическими антибактериальными или противовирусными свойствами (например, витамин D, цинк);
- нутриенты, защищающие от оксидативного и воспалительного стресса (например, витамины С, Е, цинк, селен, ПНЖК и другие антиоксиданты);
- нутриенты, поддерживающие нормальное состояние микробиома (пре- и пробиотики).

Учитывая высокую потребность иммунной системы в макро- и микронутриентах, недостаточность питания может оказывать выраженное влияние на способность иммунной системы противостоять возбудителям или усугублять тяжесть течения инфекционной болезни [6]. В табл. 1

суммированы основные эффекты, которые оказывает недостаточность питания на различные компоненты иммунной системы.

Хотя макронутриенты (белки, жиры и углеводы) и общий уровень поступления энергии очень важны для адекватного функционирования иммунной системы, нужно помнить, что микроэлементы, в том числе витамины (витамин А, В₆, В₁₂, фолиевая кислота, С, D, Е) и минералы (цинк, селен, медь, магний, железо, кальций), а также ряд биологически активных нутриентов (пре- и пробиотики, таурин, инозитол и др.) играют ключевую роль в поддержке иммунной системы, и, таким образом, их дефицит может увеличить восприимчивость организма к возбудителям инфекционных заболеваний даже в условиях адекватного питания по энергетическому балансу и основным макронутриентам [7].

Убедительно доказано, что оптимальные уровни микронутриентов необходимы для обеспечения эффективного функционирования всех компонентов иммунной системы. В табл. 2 представлена роль отдельных нутриентов в поддержании иммунного ответа.

Влияние дополнительной нутритивной поддержки на восприимчивость к возбудителям инфекционной болезни

Не вызывает сомнений, что недостаточное поступление представленных в табл. 2 нутриентов нарушает функцию

Таблица 1. Сводная информация об иммунных параметрах, на которые влияет и не влияет недостаточность питания

Параметры, на уровень которых не влияет недостаточность питания	Параметры, на уровень которых влияет недостаточность питания
<p>В крови не изменяется:</p> <ul style="list-style-type: none"> – общее число лейкоцитов; – общее число лимфоцитов (включая CD4); – общий уровень Ig (включая IgG и IgM). <p>В моче не изменяется содержание IgA.</p> <p>Сохранено повышение уровня СРБ в ответ на инфекцию.</p> <p>Не изменяются уровни некоторых провоспалительных цитокинов (ИЛ-6, ФНОα)</p>	<p>Снижается:</p> <ul style="list-style-type: none"> – разнообразие микробиома кишечника; – уровень секреции соляной кислоты; – секреция слюны; – уровень IgA в слюне и слезной жидкости; – бактерицидная способность макрофагов; – содержание дендритных клеток; – уровень комплемента; – пролиферация лимфоцитов в ответ на стимуляцию с фитогемагглютинином (модель активации лимфоцитов); – реакция замедленной гиперчувствительности; – уровень эффекторных Т-лимфоцитов (CD8); – уровень В-лимфоцитов в крови; – титр антител в ответ на вакцинацию; – размер тимуса; – уровень цитокинов, регулирующих Th1-ответ (ИЛ-2, ИЛ-12, ИФН-γ). <p>Повышается:</p> <ul style="list-style-type: none"> – уровень клеток воспаления в кишечной стенке; – уровень апоптоза лимфоцитов; – уровень IgA в крови; – уровень цитокинов, регулирующих Th2-ответ (ИЛ-4, ИЛ-10); – уровень липополисахаридов в крови (бактериальная транслокация)

Адаптировано с изменениями по [5].

Примечание. Здесь в табл. 3, 4: Ig – иммуноглобулин; СРБ – С-реактивный белок; ФНОα – фактор некроза опухоли альфа; ИЛ – интерлейкин; ИФН – интерферон; Th1 – Т-хелперы 1-го типа (регулируют клеточный ответ); Th2 – Т-хелперы 2-го типа (регулируют гуморальный ответ).

иммунной система и предрасполагает к инфекционным заболеваниям. Оптимальное поступление всех макро- и микронутриентов в идеале может быть достигнуто с разнообразной, хорошо сбалансированной диетой, однако в реальной жизни это может быть недостижимо. В отличие от белково-энергетической недостаточности, которая часто встречается в развивающихся странах, микронутриентная недостаточность широко распространена во всем мире [21].

При оценке результатов выборочного исследования фактического питания детей и подростков в возрасте 3–19 лет, проведенного в 2013 г. Росстатом на выборке 45 тыс. домохозяйств во всех субъектах РФ, были выявлены следующие особенности рациона питания: избыточное потребление жиров, насыщенных жирных кислот, высокое потребление сахара и поваренной соли в сочетании с недостаточным потреблением кальция, железа, витаминов группы В, а также низкого потребления витаминов А и С [22]. Дефицит нутриентов чаще выявляли у детей, проживавших в домохозяйствах с низким доходом, но и у детей из семей с высоким доходом рацион питания не был сбалансирован. Это можно объяснить в том числе достаточно большой распространенностью нарушений пищевого поведения у детей, например наличием избирательности в еде, которая при отсутствии своевременного вмешательства может приводить к макро- и микронутриентной недостаточности [23].

Было проведено сравнение моделей питания часто болеющих детей с недостаточностью питания и детей с нормальным питанием [24]. Показано, что у часто болеющих детей рацион питания достоверно отличался низкой частотой приемов пищи (2–3 раза в день в сравнении с рекомендованными 5), они чаще потребляли фастфуд/сладкие напитки между основными приемами пищи, получали недостаточный объем пищи, употребляли не рекомендованные детям продукты (колбасы, соусы, маринады и т.п.), а также реже получали обязательные группы продуктов (например молоко, фрукты, овощи, мясо, рыбу и др.). В этой группе детей имелись достоверные различия качества жизни и уровня заболеваемости рекуррентными респираторными инфекциями (РРИ). В среднем за год у детей с нормальным питанием регистрировали около 3 эпизодов РРИ, в то время как у детей с недостаточностью питания более 7 эпизодов в год, различалась и средняя длительность одного эпизода РРИ – 6 и 12 дней соответственно ($p < 0,05$).

В случае если обычная диета не может обеспечить потребности ребенка в макро- и микронутриентах, для восполнения их дефицита у детей с недостаточностью питания различного генеза можно использовать дополнительную нутритивную поддержку. Под нутритивной поддержкой понимают использование дополнительно к обычному рациону или в некоторых случаях вместо (по строгим показаниям) специализированных продуктов диетического лечебного питания для употребления через рот (сипинг, при сохраненной способности к глотанию и желании ребенка принимать продукт через рот) или зонд (при нарушении сознания, подключении к искусственной вентиляции легких и т.д.) [25]. Кроме того, к нутритивной поддержке относят парентеральное питание.

Наиболее часто нутритивная поддержка осуществляется методом сипинга. Продукты для пероральной нутритивной поддержки принято делить на полимерные (основанные на интактном белке) и полуэлементные/элементные (гидролизированный белок/аминокислоты). По энергетической плотности выделяют изокалорийные (1 ккал в 1 мл смеси) и гиперкалорийные (1,5 ккал и более в 1 мл). Учитывают наличие или отсутствие в составе нерастворимых пищевых волокон [25]. Положительные эффекты нутритивной поддержки подробно описаны как на краткосрочные, так и на долгосрочные клинические исходы [25].

Компания ООО «Эбботт Лэбораториз» разработала пищевые продукты детского диетического лечебного питания «ПедиаШур Малоежка» и «ПедиаШур Здоровейка» для детей от 1 года до 10 лет. Это одни из самых изученных продуктов специализированного лечебного питания для детей. Начиная с 1991 г., когда были обнародованы данные первого опыта клинического применения «ПедиаШур», опубликованы результаты 27 клинических исследований, в которых оценена эффективность применения этих продуктов (в качестве дополнительного или единственного источника питания) у детей с различными состояниями и заболеваниями. Такими состояниями были недостаточность питания различной этиологии, избирательность в еде, муковисцидоз, критические состояния, острые бактериальные инфекции, ожоги, РРИ.

«ПедиаШур Малоежка» – сбалансированный полноценный изокалорийный (1 ккал в 1 мл) специализированный пищевой продукт диетического лечебного питания для детей 1–10 лет, который доступен в виде жидкой смеси (со вкусами ванили, шоколада, клубники, банана, с натуральным вкусом) и сухой смеси (со вкусами ванили, шоколада, клубники). «ПедиаШур Малоежка» не содержит глютен, может быть использован у детей с лактазной недостаточностью.

«ПедиаШур Здоровейка» – сбалансированный полноценный гиперкалорийный (1,5 ккал в 1 мл) специализированный продукт диетического лечебного питания для детей от 1 года до 10 лет. Это жидкий, готовый к употреблению продукт со вкусом ванили. Не содержит лактозы и глютена. Продукты «ПедиаШур» содержат все незаменимые нутриенты, включая макронутриенты, ПНЖК, витамины и минералы, пребиотики (и пробиотики в Малоежке в форме порошка). Степень удовлетворения суточной потребности в основных макро- и микронутриентах показана в табл. 3.

Состав «ПедиаШур» был разработан с учетом 100% покрытия потребностей детей раннего возраста во всех необходимых макро- и микронутриентах при использовании в соответствующих объемах. В качестве дополнительной нутритивной поддержки рекомендуется принимать 1–2 порции в день в зависимости от клинической картины. В амбулаторно-поликлинических условиях можно использовать быстрый расчет необходимого объема дополнительной нутритивной поддержки исходя из 10–15% суточной потребности в энергии [25]. Для ребенка 6 лет норма физиологической потребности в энергии составляет 1800 ккал, т.е. 180–300 ккал такой ребенок может получить с помощью продуктов лечебного питания [25], что составляет 180–300 мл «ПедиаШур Малоежка» или 120–200 мл «ПедиаШур Здоровейка».

Таблица 2. Роль ряда микронутриентов в поддержании иммунного ответа, физиологическая потребность и основные пищевые источники

Нутриент	Влияние на неспецифический иммунитет	Влияние на специфический иммунитет	Физиологическая потребность	Пищевые источники
Витамин А	Поддержание пролиферации и целостности эпителия, дифференцировки и активности фагоцитирующих клеток – натуральных киллеров (NK) и макрофагов (в том числе защита от оксидативного стресса), секреции провоспалительных факторов дендритными клетками [7]	Недостаточность витамина А негативно сказывается на пролиферации В- и Т-лимфоцитов, синтезе антител, а также уровне Т-регуляторных (Treg) лимфоцитов	Мужчины – 900 мкг рет. экв./сут; женщины – 800 мкг рет. экв./сут; дети – 400–1000 мкг рет. экв./сут [8]	Ретинол – продукты животного происхождения: рыба, рыбий жир, масло сливочное, молоко, печень, сыры, куриные яйца. Каротиноиды – желтые и красные овощи и фрукты. Только около 10% каротиноидов будет трансформировано в ретинол, биодоступность повышается при наличии пищевых жиров в соответствующем приеме пищи [9]
Витамин Е	Антиоксидант. Повышение активности NK и дендритных клеток [10]	Защита клеток иммунной системы от оксидативного стресса, формирование эффективного взаимодействия для активации Т-лимфоцитов, формирование баланса Th1/Th2 [10]	Взрослые – 15 мг ток. экв./сут; дети – 3–15 мг ток. экв./сут [8]	Наиболее высокое содержание витамина Е в соевом, подсолнечном, кукурузном растительных маслах, масле из грецких орехов, хлопковом, пальмовом и масле зародышей пшеницы [10]
Витамин С	Незаменимый фактор для поддержания целостности защитных барьеров, а также защиты фагоцитирующих клеток от оксидативного стресса, активация сигнальной проводящей системы и фагоцитоза [7]	Активация синтеза иммуноглобулинов и пролиферации/дифференциации Т-лимфоцитов. Защита лейкоцитов от оксидативного стресса [7]	Взрослые – 100 мг/сут; дети – 30–90 мг/сут [8]	Овощи и фрукты/ягоды: шиповник, сладкий перец, смородина, облепиха, петрушка, укроп, капуста брусничная, белокочанная или цветная, картофель, помидоры, яблоки, ананасы, цитрусовые и др. [11]
Витамин D	Повышение синтеза антибактериальных пептидов иммунными и эпителиальными клетками, улучшение фагоцитирующей активности макрофагов и дендритных клеток, регулирующее влияние на иммунный ответ, особенно в условиях избыточного синтеза провоспалительных цитокинов (ФНОα, ИЛ-6 и ИЛ-8), снижение чрезмерной, опосредованной ИФН-γ, активации макрофагов [7]	Активация миграции антиген-презентирующих клеток в лимфоидные органы. Стимуляция дифференцировки наивных Т-лимфоцитов в Treg, которые подавляют избыточный иммунный ответ	Взрослые – 15 мкг/сут (600 ME); люди старше 65 лет – 20 мкг/сут (800 ME); дети – 10–15 мкг/сут [8]	Жирная рыба и рыбий жир, сливочное масло, желток куриного яйца, сыр [13]
Железо	Защита от свободных радикалов, запуск и управление оксидативным взрывом при фагоцитозе. Существует механизм защиты организма от бактерий, паразитов и грибов, который заключается в лишении их доступа к свободному железу [14]	Критически важно для пролиферации, дифференциации и активации лимфоцитов. При железодефицитных состояниях – нарушение иммунного ответа, опосредованного Т-лимфоцитами	Мужчины – 10 мг/сут; женщины – 18 мг/сут; дети (в зависимости от пола ребенка) – 4–18 мг/сут [8]	Гемовое железо (наиболее биодоступная форма железа) легко усваивается из мяса, птицы и рыбы. Негемовое железо – овощи (особенно шпинат, чечевица и тыквенные семечки), бобовые и орехи. Биодоступность негемового железа увеличивается за счет продуктов, богатых витамином С (апельсины, грейпфрут, брокколи, помидоры) и снижается за счет фитатов (в отрубях, овсе и ржаной клетчатке), полифенолов (в чае, кофе и какао), присутствия

Нутриент	Влияние на неспецифический иммунитет	Влияние на специфический иммунитет	Физиологическая потребность	Пищевые источники
Цинк	Поддержание целостности эпителиальных барьеров, снижение избыточного синтеза и высвобождение провоспалительных цитокинов, таких как ИЛ-2, ИЛ-6 и ФНО α [7]	Повышение числа Treg лимфоцитов и, таким образом, регуляция специфического и неспецифического иммунного ответа [7]. Прямое противовирусное действие цинка на ряд вирусов, в том числе коронавирусы [7]	Взрослые – 12 мг/сут; дети (в зависимости от возраста) – 3–12 мг/сут [8]	кальция и соевых белков. Кальций может снижать всасывание железа на 60%, и, таким образом, существует риск недостаточного поступления железа у детей, которые пьют более 700 мл коровьего молока в день [16] Мясо, рыба, яйца и молочные продукты. Также цинк содержится в цельнозерновых продуктах и бобовых. Биодоступность цинка выше из животных продуктов, а фитаты снижают всасывание цинка [7]
ПНЖК ω -3 и ω -6	Входят в состав биологических мембран человеческого тела, их относительное содержание особенно велико в мембранах иммунных клеток и клеток центральной нервной системы. Являются предшественниками эйкозаноидов, тканевых гормонов, субстратом для синтеза многих иммунных факторов. ПНЖК ω -6 – предшественники провоспалительных факторов, а ω -3 – противовоспалительных [17]	Повышают активность Т-клеток и макрофагов	Содержание ПНЖК в рационе должно быть сбалансированным: от 5:1 до 10:1 для ω -6 и ω -3 соответственно. Взрослые – 5–8% калорийности суточного рациона для ω -6 и 1–2% – для ω -3. Дети в возрасте от 1 года до 14 лет – от 4 до 9% и от 0,8 до 1,0% калорийности суточного рациона; от 15 до 17 лет – 5–8% и 1–2% соответственно [8]	Основной пищевой источник ПНЖК ω -6 – растительные масла, а ω -3 – рыба жирных сортов и морепродукты, некоторые растительные масла (льняное, соевое) [8]
Таурин	Поддержание стабильности и целостности биологических мембран, выраженный антиоксидантный, противовоспалительный и антиапоптозный эффекты. Стимулирует фагоцитарную активность нейтрофилов, направленную на внеклеточные микроорганизмы [18]	Антиапоптозный эффект [18]	Физиологическая потребность в таурине для РФ не установлена	Основной пищевой источник – мясо и рыба [18]
Инозитол	Участвует в синтезе сурфактанта, снижает избыточное высвобождение ИЛ-6 [19]	Входит в состав инозитолфосфатного сигнального пути (одного из основных), содержится во всех цитомембранах [19]	Адекватный уровень потребления инозитола для взрослых составляет – 500 мг/сут; для детей 0–12 мес – 30–40 мг/сут; 1–3 лет – 50–60 мг/сут; 4–6 лет – 80–100 мг/сут; 7–18 лет – 200–500 мг/сут [8]	Наиболее высоко содержание инозитола в фруктах, бобовых, крупах и орехах [20]

Таблица 3. Содержание важных для функции иммунитета нутриентов в одной порции «ПедиаШур Малоежка» и «ПедиаШур Здоровейка» (все со вкусами ванили) в соответствии с Методическими рекомендациями МР 2.3.1.0253-21 [8]

Нутриенты	Доля от суточной потребности в 1 порции, %*		
	«ПедиаШур Малоежка»		«ПедиаШур Здоровейка»
	жидкая форма, 200 мл	сухая смесь, 225 мл	жидкая форма, 200 мл
Белки	11	13	17
ПНЖК ω -3 и 6**	20	20	26
Витамин Е	34	50	43
Витамин А	32	27	40
Витамин D	17	30	15
Витамин С	44	51	33
Цинк	25	19	38
Железо	20	31	30
Инозит	30	23	30
Пребиотики фруктоолигосахариды	Р	Р	Р
Пробиотики <i>L. acidophilus</i>	-	Р	-

* – в расчете для ребенка 3–6 лет; ** – из расчета 6% по килокалориям.

Нутритивная поддержка должна продолжаться до нормализации питания у конкретного ребенка, что требует мониторинга его статуса. Недостаточная, как и избыточная, длительность такой поддержки может влиять на клинические исходы [25]. Выбор конкретного продукта определяется вкусовыми предпочтениями ребенка, объемом питания, которое нужно предоставить (при необходимости предоставлять большой объем питания предпочтение можно отдать гиперкалорийному продукту), а также дополнительными компонентами, которые содержатся в конкретном продукте. Например, все формы «ПедиаШур» содержат пребиотики фруктоолигосахариды (ФОС), но в сухой форме «ПедиаШур Малоежка» также содержится пробиотик *L. acidophilus*.

В клиническом исследовании применения «ПедиаШур» с синбиотиками (ФОС и *L. acidophilus*) у детей, получавших антибиотики по причине острой бактериальной инфекции, было продемонстрировано, что такие дети значительно лучше набирали массу тела, большее число из них не имели сим-

птомов инфекционного заболевания на 14-й день исследования, а также имели значимо более высокий уровень *Lactobacillus* и *Bifidobacterium*, чем дети, которые получали нутритивную поддержку без про- и пребиотиков и специализированного напитка, содержащего углеводы [26].

У детей с нерегулярным стулом можно отдать предпочтение «ПедиаШур Здоровейка» ввиду содержания нерастворимых пищевых волокон. В клиническом исследовании было продемонстрировано позитивное влияние приема «ПедиаШур Здоровейка» на частоту стула у детей с недостаточностью питания – число детей с нормальной частотой стула увеличилось с 70 до 93%, при этом частота запоров снизилась с 23,2 до 5,1%, а диареи – с 6,5 до 2,2% [27].

В табл. 4 приведены результаты исследований «ПедиаШур», в которых оценивали влияние дополнительной нутритивной поддержки, в том числе на заболеваемость инфекционными заболеваниями.

Следует отметить данные, полученные в российском исследовании по оценке эффективности нутритивной под-

Таблица 4. Результаты клинических исследований «ПедиаШур» по оценке влияния нутритивной поддержки на частоту рекуррентных респираторных инфекций

Авторы	Объем выборки	Продукт	Результат
М. Fisberg и соавт. [28]	626 детей, Z-score* масса по росту от -1 до -3	«ПедиаШур» с пре- и пробиотиками или смесь без пре- и пробиотиков (контроль)	Число дней болезни значимо снизилось в обеих группах (с 4 в мес до 1, $p < 0,001$). Число дней болезни у детей 3–5 лет было значимо ниже в группе «ПедиаШур» ($p = 0,047$)
P.A. Alarcon и соавт. [29]	92 ребенка, масса по росту <25-го перцентиля	«ПедиаШур Малоежка» 90 дней или диетологическое консультирование	Почти в 2 раза меньше инфекций дыхательных путей у детей, получавших «ПедиаШур» , в сравнении с контрольной группой
D.T. Huynh и соавт. [30]	200 детей, масса по росту 5–25-го перцентиля	«ПедиаШур Малоежка» 48 нед	Снижение дней болезни на 60% ($p < 0,0001$) спустя 8 нед после начала приема «ПедиаШур»
P.A. Ghosh и соавт. [31]	255 детей, z-score от -1 до -2	«ПедиаШур Малоежка» 90 дней или диетологическое консультирование	Частота инфекций дыхательных путей была в 2,01 раза ниже в группе детей, получавших «ПедиаШур», чем в контрольной группе
P.З. Ахметшин и соавт. [24]	75 детей, ИМТ <25-го перцентиля	«ПедиаШур Здоровейка» 6 мес	Число эпизодов РРИ снизилось в 2,5 раза, длительность одного эпизода РРИ в 1,8 раза

* – Z-score – отклонение значений индивидуального параметра: масса тела, рост от среднего значения для данной выборки, деленное на стандартное отклонение среднего значения. Расшифровка аббревиатур дана в тексте.

держки в составе комплексной реабилитации детей с РПИ, опубликованные Р.З. Ахметшиным и соавт. [24]. В исследовании приняли участие 75 часто болеющих детей в возрасте 5–9 лет с нутритивной недостаточностью, получавшие «ПедиаШур Здоровейка» 1 порцию в день на протяжении 6 мес. Длительность клинического наблюдения составила 12 мес. В результате применения «ПедиаШур Здоровейка» было отмечено снижение среднего количества эпизодов РПИ в 2,5 раза (с 7,12 до 2,9 эпизода). Средняя продолжительность эпизода РПИ снизилась в 1,8 раза (с 11,88 до 6,76 дня). Значимо улучшилось (на 22–25%) качество жизни детей в сравнение с исходными показателями [24].

Заключение

Опубликованные результаты клинических исследований демонстрируют важную роль витаминов А, С, Е и D, ПНЖК, кальция, железа, цинка, других минералов и биологически

активных нутриентов в модулировании иммунного ответа, в том числе и при инфекционных болезнях. Необходимо стремиться, чтобы ребенок получал сбалансированный рацион, который обязательно должен включать белки животного происхождения, молочные продукты, фрукты, овощи и цельнозерновые продукты в оптимальном соотношении. Если в силу разных причин (например, избирательности в еде) этого достичь не удается, у детей с недостаточностью питания может быть использована дополнительная нутритивная поддержка продуктами, содержащими макро- и микронутриенты, в том числе витамины, ПНЖК и цинк. Нутритивная поддержка должна дополнять здоровый рацион питания и продолжаться все время, пока не будет решена проблема, приведшая к недостаточному поступлению нутриентов с пищей. Внедрение оптимального рациона питания с дополнительной нутритивной поддержкой должно стать эффективной стратегией, которая может снизить бремя инфекционных заболеваний у детей.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Зайцева Ольга Витальевна (Olga V. Zaytseva) – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой педиатрии ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава России, Москва, Российская Федерация

E-mail: olga6505963@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-3426-3426>

Шумейко Наталья Константиновна (Natalya K. Shumeyko) – кандидат медицинских наук, доцент кафедры педиатрии ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава России, Москва, Российская Федерация

E-mail: shumnatalia@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0001-5115-6185>

Беседина Марина Валерьевна (Marina V. Besedina) – кандидат медицинских наук, доцент кафедры педиатрии ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава России, Москва, Российская Федерация

E-mail: mari-bese@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-1160-7855>

ЛИТЕРАТУРА

- Nicholson L.B. The immune system // *Essays Biochem.* 2016. Vol. 60, N 3. P. 275–301. DOI: <https://doi.org/10.1042/EBC20160017>
- Wu H.J., Wu E. The role of gut microbiota in immune homeostasis and autoimmunity // *Gut Microbes.* 2012. Vol. 3, N 1. P. 4–14. DOI: <https://doi.org/10.4161/gmic.19320> PMID: 22356853; PMCID: PMC3337124.
- Calder P.C. Nutrition and immunity: lessons for COVID-19 // *Nutr Diabetes.* 2021. Vol. 11, N 1. P. 19. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41387-021-00165-0> PMID: 34168111; PMCID: PMC8223524.
- Krawinkel M.B. Interaction of nutrition and infections globally: an overview // *Ann. Nutr. Metab.* 2012. Vol. 61, Suppl. 1. P. 39–45. DOI: <https://doi.org/10.1159/000345162> PMID: 23343946.
- Rytter M.J., Kolte L., Briend A., Friis H., Christensen V.B. The immune system in children with malnutrition – a systematic review // *PLoS One.* 2014. Vol. 9, N 8. P. e105017. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105017> PMID: 25153531; PMCID: PMC4143239.
- Calder P.C., Carr A.C., Gombart A.F., Eggersdorfer M. Optimal nutritional status for a well-functioning immune system is an important factor to protect against viral infections // *Nutrients.* 2020. Vol. 12, N 4. P. 1181. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu12041181> PMID: 32340216; PMCID: PMC7230749.
- Pecora F., Persico F., Argentiero A., Neglia C., Esposito S. The role of micronutrients in support of the immune response against viral infections // *Nutrients.* 2020. Vol. 12, N 10. P. 3198. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu12103198> PMID: 33092041; PMCID: PMC7589163.
- Методические рекомендации «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» МР 2.3.1.0253-21. [Электронный ресурс]. URL: https://www.rosпотреbnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=18979
- Витамин А [Электронный ресурс]. URL: <http://cgon.rosпотреbnadzor.ru/content/62/1943>
- Lee G.Y., Han S.N. The role of vitamin E in immunity // *Nutrients.* 2018. Vol. 10, N 11. P. 1614. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu10111614>. PMID: 30388871; PMCID: PMC6266234.
- Витамин С [Электронный ресурс]. URL: <http://cgon.rosпотреbnadzor.ru/content/62/1914>
- Norman A.W. The history of the discovery of vitamin D and its daughter steroid hormone // *Ann. Nutr. Metab.* 2012. Vol. 61, N 3. P. 199–206. DOI: <https://doi.org/10.1159/000343104>. PMID: 23183289.
- Национальная программа Недостаточность витамина D у детей и подростков Российской Федерации: современные подходы к коррекции. Москва : ПедиатрЪ, 2018. 96 с.
- Cassat J.E., Skaar E.P. Iron in infection and immunity // *Cell Host Microbe.* 2013. Vol. 13, N 5. P. 509–519. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chom.2013.04.010>. PMID: 23684303; PMCID: PMC3676888.
- Musallam K.M., Taher A.T. Iron deficiency beyond erythropoiesis: should we be concerned? // *Curr. Med. Res. Opin.* 2018. Vol. 34, N 1. P. 81–93. DOI: <https://doi.org/10.1080/03007995.2017.1394833>. PMID: 29050512.

16. Cerami C. Iron nutriture of the fetus, neonate, infant, and child // *Ann. Nutr. Metab.* 2017. Vol. 71, Suppl. 3. P. 8–14. DOI: <https://doi.org/10.1159/000481447>
17. Venter C., Eyerich S., Sarin T., Klatt K.C. Nutrition and the immune system: a complicated tango // *Nutrients.* 2020. Vol. 12, N 3. P. 818. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu12030818> PMID: 32204518; PMCID: PMC7146186.
18. Wu G. Important roles of dietary taurine, creatine, carnosine, anserine and 4-hydroxyproline in human nutrition and health // *Amino Acids.* 2020. Vol. 52, N 3. P. 329–360. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00726-020-02823-6>
19. Laganà A.S., Unfer V., Garzon S., Bizzarri M. Role of inositol to improve surfactant functions and reduce IL-6 levels: A potential adjuvant strategy for SARS-CoV-2 pneumonia? // *Med. Hypotheses.* 2020. Vol. 144. P. 110262. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2020.110262>
20. Clements R.S. Jr., Darnell B. Myo-inositol content of common foods: development of a high-myo-inositol diet // *Am. J. Clin. Nutr.* 1980. Vol. 33, N 9. P. 1954–1967. DOI: <https://doi.org/10.1093/ajcn/33.9.1954> PMID: 7416064.
21. Bailey R.L., West K.P. Jr., Black R.E. The epidemiology of global micronutrient deficiencies // *Ann. Nutr. Metab.* 2015. Vol. 66. P. 22–33.
22. Мартинчик А.Н., Батурин А.К., Кешабянц Э.Э., Фатьянова Л.Н. и др. Анализ фактического питания детей и подростков России в возрасте от 3 до 19 лет // *Вопросы питания.* 2017. Т. 86, № 4. С. 50–60. DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2017-00059>
23. Павловская Е.В. Нарушения пищевого поведения у детей раннего возраста: современные подходы к диагностике и коррекции // *Медицинский совет.* 2021. № 17. С. 32–39. DOI: <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2021-17-2>
24. Ахметшин Р.З., Дружинина Н.А., Насибуллина Л.М., Ширяева Г.П. и др. Влияние дополнительной нутритивной поддержки в комплексе реабилитационных мероприятий на качество жизни и заболеваемость у детей с рецидивирующей респираторной патологией // *Медицинский совет.* 2018. № 17. С. 238–246. DOI: <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2018-17-238-244>
25. Недостаточность питания у детей раннего возраста. Принципы нутритивной поддержки / под ред. Т.Н. Сорвачевой. Москва, 2015.
26. Schrezenmeier J., Heller K., McCue M., Llamas C. et al. Benefits of oral supplementation with and without synbiotics in young children with acute bacterial infections // *Clin. Pediatr. (Phila).* 2004. Vol. 43, N 3. P. 239–249. DOI: <https://doi.org/10.1177/000992280404300305> PMID: 15094948.
27. Kansu A., Durmaz Ugurcan O., Arslan D., Unalp A. et al. High-fibre enteral feeding results in improved anthropometrics and favourable gastrointestinal tolerance in malnourished children with growth failure // *Acta Paediatr.* 2018. Vol. 107, N 6. P. 1036–1042. DOI: <https://doi.org/10.1111/apa.14240> PMID: 29364537; PMCID: PMC5969084.
28. Fisberg M., Maulen-Radovan I.E., Tormo R., Tabernero Carrasco M. et al. Effect of oral nutritional supplementation with or without synbiotics on sickness and catch-up growth in preschool children // *Int. Pediatr.* 2002. Vol. 17, N 4. P. 216–222.
29. Alarcon P.A., Lin L.H., Noche M.Jr., Hernandez V.C. et al. Effect of oral supplementation on catch-up growth in picky eaters // *Clin. Pediatr.* 2003. Vol. 42, N 3. P. 209–217. DOI: <https://doi.org/10.1177/000992280304200304> PMID: 12739919.
30. Huynh D.T., Estorninos E., Capeding R.Z., Oliver J.S. et al. Longitudinal growth and health outcomes in nutritionally at-risk children who received long-term nutritional intervention // *J. Hum. Nutr. Diet.* 2015. Vol. 28, N 6. P. 623–635. DOI: <https://doi.org/10.1111/jhn.12306> PMID: 25808062; PMCID: PMC6680231.
31. Ghosh A.K., Kishore B., Shaikh I. et al. Effect of oral nutritional supplementation on growth and recurrent upper respiratory tract infections in picky eating children at nutritional risk: a randomized, controlled trial // *J. Int. Med. Res.* 2018. Vol. 46, N 6. P. 2186–2201. DOI: <https://doi.org/10.1177/0300060518757355>

REFERENCES

1. Nicholson L.B. The immune system. *Essays Biochem.* 2016; 60 (3): 275–301. DOI: <https://doi.org/10.1042/EBC20160017>
2. Wu H.J., Wu E. The role of gut microbiota in immune homeostasis and autoimmunity. *Gut Microbes.* 2012; 3 (1): 4–14. DOI: <https://doi.org/10.4161/gmic.19320> PMID: 22356853; PMCID: PMC3337124.
3. Calder P.C. Nutrition and immunity: lessons for COVID-19. *Nutr. Diabetes.* 2021; 11 (1): 19. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41387-021-00165-0> PMID: 34168111; PMCID: PMC8223524.
4. Krawinkel M.B. Interaction of nutrition and infections globally: an overview. *Ann Nutr Metab.* 2012; 61 (Suppl 1): 39–45. DOI: <https://doi.org/10.1159/000345162> PMID: 23343946.
5. Rytter M.J., Kolte L., Briend A., Friis H., et al. The immune system in children with malnutrition – a systematic review. *PLoS One.* 2014; 9 (8): e105017. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105017> PMID: 25153531; PMCID: PMC4143239.
6. Calder P.C., Carr A.C., Gombart A.F., Eggersdorfer M. Optimal nutritional status for a well-functioning immune system is an important factor to protect against viral infections. *Nutrients.* 2020; 12 (4): 1181. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu12041181> PMID: 32340216; PMCID: PMC7230749.
7. Pecora F., Persico F., Argentiero A., Neglia C., et al. The role of micronutrients in support of the immune response against viral infections. *Nutrients.* 2020; 12 (10): 3198. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu12103198> PMID: 33092041; PMCID: PMC7589163.
8. Methodical recommendations “Norms of physiological needs for energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation” MR 2.3.1.0253-21. https://www.rosпотреbnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=18979
9. <http://cgon.rosпотреbnadzor.ru/content/62/1943>
10. Lee G.Y., Han S.N. The role of vitamin E in immunity. *Nutrients.* 2018; 10 (11): 1614. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu10111614> PMID: 30388871; PMCID: PMC6266234.
11. <http://cgon.rosпотреbnadzor.ru/content/62/1914>
12. Norman A.W. The history of the discovery of vitamin D and its daughter steroid hormone. *Ann Nutr Metab.* 2012; 61 (3): 199–206. DOI: <https://doi.org/10.1159/000343104> PMID: 23183289.
13. National program “Vitamin D deficiency in children and adolescents of the Russian Federation: modern approaches to correction”. Moscow: *Pediatr.* 2018; 96 p. (in Russian)
14. Cassat J.E., Skaar E.P. Iron in infection and immunity. *Cell Host Microbe.* 2013; 13 (5): 509–19. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chom.2013.04.010> PMID: 23684303; PMCID: PMC3676888.
15. Musallam K.M., Taher A.T. Iron deficiency beyond erythropoiesis: should we be concerned? *Curr Med Res Opin.* 2018; 34 (1): 81–93. DOI: <https://doi.org/10.1080/03007995.2017.1394833> PMID: 29050512.
16. Cerami C. Iron nutriture of the fetus, neonate, infant, and child. *Ann Nutr Metab.* 2017; 71 (Suppl 3): 8–14. DOI: <https://doi.org/10.1159/000481447>
17. Venter C., Eyerich S., Sarin T., Klatt K.C. Nutrition and the immune system: a complicated tango. *Nutrients.* 2020; 12 (3): 818. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu12030818> PMID: 32204518; PMCID: PMC7146186.
18. Wu G. Important roles of dietary taurine, creatine, carnosine, anserine and 4-hydroxyproline in human nutrition and health. *Amino Acids.* 2020; 52 (3): 329–60. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00726-020-02823-6>
19. Laganà A.S., Unfer V., Garzon S., Bizzarri M. Role of inositol to improve surfactant functions and reduce IL-6 levels: A potential adjuvant strategy for SARS-CoV-2 pneumonia? *Med Hypotheses.* 2020; 144: 110262. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2020.110262>
20. Clements R.S. Jr., Darnell B. Myo-inositol content of common foods: development of a high-myo-inositol diet. *Am J Clin Nutr.* 1980 ; 33 (9): 1954–67. DOI: <https://doi.org/10.1093/ajcn/33.9.1954> PMID: 7416064.
21. Bailey R.L., West K.P. Jr., Black R.E. The epidemiology of global micronutrient deficiencies. *Ann Nutr Metab.* 2015; 66: 22–33.
22. Martinchik A.N., Baturin A.K., Keshabyants E.E., Fatyanova L.N., et al. Dietary intake analysis of Russian children 3–19 years old. *Voprosy pitaniia [Problems of Nutrition].* 2017; 86 (4): 50–60. (in Russian) DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2017-00059> PMID: 30695611.
23. Pavlovskaya E.V. Feeding disorders in children: modern approaches to diagnosis and management. *Meditinskiy sovet [Medical Council].* 2021; (17): 32–9. (in Russian) DOI: <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2021-17-2>

24. Akhmetshin R.Z., Druzhinina N.A., Nasibullina L.M., Shiryayeva G.P., et al. The effect of additional nutritional support as part of the rehabilitation program on the quality of life and morbidity in children with recurrent respiratory pathology. *Medical Council*. 2018; (17): 238–46. DOI: <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2018-17-238-244>
25. Malnutrition in young children. Principles of nutritional support. Ed. by T.N. Sorvacheva. Moscow; 2015. (in Russian)
26. Schrezenmeir J., Heller K., McCue M., Llamas C., et al. Benefits of oral supplementation with and without synbiotics in young children with acute bacterial infections. *Clin Pediatr (Phila)*. 2004; 43 (3): 239–49. DOI: <https://doi.org/10.1177/000992280404300305> PMID: 15094948.
27. Kansu A., Durmaz Ugurcan O., Arslan D., Unalp A., et al. High-fibre enteral feeding results in improved anthropometrics and favourable gastrointestinal tolerance in malnourished children with growth failure. *Acta Paediatr*. 2018; 107 (6): 1036–42. DOI: <https://doi.org/10.1111/apa.14240> PMID: 29364537; PMCID: PMC5969084.
28. Fisberg M., Maulen-Radovan I.E., Tormo R., Tabernero Carrascoso M., et al. Effect of oral nutritional supplementation with or without synbiotics on sickness and catch-up growth in preschool children. *Int Pediatr*. 2002; 17(4): 216–22.
29. Alarcon P.A., Lin L.H., Noche M.Jr., Hernandez V.C., et al. Effect of oral supplementation on catch-up growth in picky eaters. *Clin Pediatr*. 2003; 42 (3): 209–17. DOI: <https://doi.org/10.1177/000992280304200304> PMID: 12739919.
30. Huynh D.T., Estorninos E., Capeding R.Z., Oliver J.S., et al. Longitudinal growth and health outcomes in nutritionally at-risk children who received long-term nutritional intervention. *J Hum Nutr Diet*. 2015; 28 (6): 623–35. DOI: <https://doi.org/10.1111/jhn.12306> PMID: 25808062; PMCID: PMC6680231.
31. Ghosh A.K., Kishore B., Shaikh I., et al. Effect of oral nutritional supplementation on growth and recurrent upper respiratory tract infections in picky eating children at nutritional risk: a randomized, controlled trial. *J Int Med Res*. 2018; 46 (6): 2186–201. DOI: <https://doi.org/10.1177/0300060518757355>