

Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование
Российской Федерации

2.3.1. ГИГИЕНА ПИТАНИЯ. РАЦИОНАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ

**НОРМЫ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОТРЕБНОСТЕЙ
В ЭНЕРГИИ И ПИЩЕВЫХ ВЕЩЕСТВАХ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП
НАСЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Методические рекомендации
МР 2.3.1. *0253* -21

Москва 2021

Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. МР 2.3.1. *0253* -21

1. Разработаны ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (В.А. Тутельян, академик РАН, д.м.н., профессор; Д.Б. Никитюк, член-корреспондент РАН, д.м.н., профессор; И.В. Аксенов, к.м.н.; А.К. Батурич, д.м.н., профессор; В.В. Бессонов, д.б.н.; В.М. Воробьева, к.т.н.; И.С. Воробьева, к.б.н.; О.А. Вржесинская, к.б.н.; К.В. Выборная; И.В. Гмошинский, д.б.н.; М.В. Гмошинская, д.м.н.; Н.В. Жилинская, к.т.н.; А.О. Камбаров, д.э.н.; Э.Э. Кешабянц, к.м.н.; И.В. Кобелькова, к.м.н., В.М. Коденцова, д.б.н., профессор; А.С. Кошечкина, к.фарм.н.; А.А. Кочеткова, д.т.н., профессор; Л.В. Кравченко, к.м.н.; К.В. Кудрявцева; Н.В. Лашнева, к.м.н.; В.К. Мазо, д.б.н., профессор; М.А. Макаренко; А.Н. Мартинчик, д.м.н.; Е.В. Павловская, д.м.н.; И.Б. Перова, к.фарм.н.; А.В. Погожева, д.м.н., профессор; Е.А. Пырьева, к.м.н., доцент; Е.В. Рылина, к.фарм.н.; Ю.С. Сидорова, к.б.н., А.И. Сафронова, к.м.н.; А.М. Сафронова, к.б.н.; Е.А. Смирнова, к.т.н.; А.И. Соколов, к.м.н.; А.В. Стародубова, д.м.н., доцент; И.Ю. Тармаева, д.м.н., профессор; С.А. Хотимченко, член-корреспондент РАН, д.м.н., профессор; Х.Х. Шарафетдинов, д.м.н.; Н.М. Шилина, д.б.н., К.И. Эллер, д.х.н., профессор); Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (А.Ю. Попова, д.м.н., профессор; И.В. Брагина, д.м.н.; В.Ю. Смоленский, к.м.н.; А.Л. Мишина, к.м.н.; И.Г. Шевкун, к.м.н., Г.В. Яновская); Минздравом России (О.О. Салагай, к.м.н.); ФМБА России (В.И. Скворцова, член-корреспондент РАН, д.м.н., профессор); ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава России (Г.Г. Онищенко, академик РАН, д.м.н., профессор; Б.П. Суханов, д.м.н., профессор; Е.В. Елизарова, к.м.н.), ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора (И.И. Новикова, д.м.н., профессор; С.П. Романенко, к.м.н.).

В части микробиома: ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (С.А. Шевелева, д.м.н.; Н.Р. Ефимочкина, д.б.н.); ФГБУН «ГНЦ прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора (Дятлов И.А., академик РАН, д.м.н., профессор); ФГБОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Л.И. Кафарская, д.м.н., профессор); ФГБУ «НМИЦ АГП им. В.И. Кулакова» Минздрава России (Т.В. Припутневич, д.м.н.).

2. Утверждены Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации А.Ю. Поповой *«12» мая* 2021 г.

3. МР 2.3.1. *0253* -21 введены взамен МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации», утвержденных Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 18.12.2008.

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель Федеральной службы
по надзору в сфере защиты прав
потребителей и благополучия человека,
Главный государственный санитарный
врач Российской Федерации



А.Ю. Попова

2021 г.

2.3.1. РАЦИОНАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ

НОРМЫ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОТРЕБНОСТЕЙ В ЭНЕРГИИ И ПИЩЕВЫХ ВЕЩЕСТВАХ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Методические рекомендации
МР 2.3.1. *053* -21

I. Общие положения и область применения

1.1. В сохранении и поддержании здоровья человека ведущая роль принадлежит здоровому образу жизни. Питание вносит до 50% вклада в обеспечение здоровья и работоспособности человека от суммы всех факторов, влияющих на образ жизни. При этом нарушения питания составляют от 30 до 50% причин возникновения хронических неинфекционных заболеваний, таких как ожирение, сердечно-сосудистые заболевания, сахарный диабет 2 типа, остеопороз и некоторые виды онкологических заболеваний.

1.2. Реализация в Российской Федерации государственной политики в области здорового питания направлена на достижение национальных целей развития страны, в первую очередь, обеспечение устойчивого естественного роста численности населения и повышение ожидаемой продолжительности жизни до 78 лет (к 2030 году – до 80 лет).

За последние десять лет был разработан и введен в действие ряд основополагающих документов в области питания, таких как Доктрина

продовольственной безопасности Российской Федерации (утв. Указом Президента Российской Федерации от 21.01.2020 № 20), Стратегия повышения качества и безопасности пищевой продукции Российской Федерации до 2030 года (утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 29.06.2016 № 1364-р), Федеральный закон от 01.03.2020 № 47-ФЗ, предусматривающий изменения в федеральные законы «О качестве и безопасности пищевых продуктов» и «Об образовании в Российской Федерации», к важнейшим из которых относятся установление понятия «здоровое питание» и определение принципов здорового питания, способствующих укреплению здоровья человека и будущих поколений, снижению риска развития заболеваний. Указанные принципы включают в себя:

- обеспечение приоритетности защиты жизни и здоровья потребителей пищевых продуктов по отношению к экономическим интересам индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, осуществляющих деятельность, связанную с обращением пищевых продуктов;

- соответствие энергетической ценности ежедневного рациона энерготратам;

- соответствие химического состава ежедневного рациона физиологическим потребностям человека в макронутриентах (белки и аминокислоты, жиры и жирные кислоты, углеводы) и микронутриентах (витамины, минеральные вещества и микроэлементы, биологически активные вещества);

- наличие в составе ежедневного рациона пищевых продуктов со сниженным содержанием насыщенных жиров (включая трансизомеры жирных кислот), простых сахаров и поваренной соли, а также пищевых продуктов, обогащенных витаминами, пищевыми волокнами и биологически активными веществами;

- обеспечение максимально разнообразного здорового питания и оптимального его режима;

- применение технологической и кулинарной обработок пищевых продуктов, обеспечивающих сохранность их исходной пищевой ценности;

- обеспечение соблюдения санитарно-эпидемиологических требований на всех этапах обращения пищевых продуктов;

- исключение использования фальсифицированных пищевых продуктов, материалов и изделий.

Такие подходы согласуются с опытом и рекомендациями международных организаций, таких как ООН, ВОЗ, ФАО [1, 2].

На основании результатов систематических исследований состояния питания всех групп населения на всей территории страны рационы детского и взрослого населения в целом обеспечивают потребности в энергии и основных пищевых веществах.

При этом важнейшие глобальные вызовы, характеризующиеся нерациональным соотношением основных пищевых веществ, дефицитом микронутриентов, ростом распространенности избыточной массы тела, ожирения и других факторов риска неинфекционных заболеваний, остаются для большинства стран, в том числе Российской Федерации, крайне актуальными, что также требует дальнейшего совершенствования структуры потребления.

1.3. Настоящие методические рекомендации (далее – МР, нормы) разработаны в развитие действовавших методических рекомендаций МР 2.3.1.2432—08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации». Сохраняя преемственность с нормами, утвержденными в 1951, 1968, 1987, 1991 и 2008 гг., настоящие МР учитывают значительные достижения, накопленные за последние годы благодаря фундаментальным и прикладным исследованиям в области науки о питании и таких новых областях знаний как нутригеномика, нутригенетика, нутриметаболомика и протеомика, а также антропонутрициология.

В настоящее время получен и накоплен ряд важнейших фактов, повально освещающих роль пищевых и биологически активных веществ. В частности, доказана эссенциальность полиненасыщенных жирных кислот семейств ω -3 и ω -6, определены их оптимальные соотношения в питании здорового и больного человека, установлены негативные эффекты избыточного потребления насыщенных и трансизомерных жирных кислот, а также добавленных сахаров и пищевой соли, доказана полифункциональность и эссенциальность пищевых волокон. Расшифрована физиологическая роль ряда микроэлементов, в частности цинка, селена, меди, марганца, хрома. Накоплены данные по целому ряду других минеральных веществ, таких как, например, кремний и ванадий, для которых еще не доказана эссенциальность, но установлена их важная и(или) ключевая роль в ряде метаболических процессов. Определены молекулярные механизмы действия большого числа минорных биологически активных веществ.

1.4. Отдельное внимание в МР уделено антропометрическим характеристикам физического развития различных групп населения как показателю оценки пищевого статуса, которые свидетельствуют об увеличении роста и массы тела практически во всех возрастных группах. На основе данных выборочного наблюдения рациона питания населения Российской Федерации в 2018 году, выполненного Росстатом, установлены антропометрические параметры взрослого человека с нормальной массой тела, использованные для расчетов потребностей различных возрастно-половых групп населения в энергии и белке. Это позволило

более точно охарактеризовать групповые потребности отдельных категорий населения.

1.5. За период 2008—2019 гг. для Российской Федерации приобрели существенное значение демографические вызовы, связанные с изменением возрастно-половой структуры населения, такие как сокращение доли лиц трудоспособного возраста на 2,4 %, увеличение численности лиц старше 65 лет на 16,1 %, сокращение численности женщин репродуктивного возраста. При этом ожидаемая продолжительность жизни в 2019 году по сравнению с 2008 годом выросла на 5,35 лет, численность детей увеличилась на 15,5 %. Учитывая эти изменения, а также в целях более дифференцированного учета физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах в настоящих МР уточнена возрастная периодизация детского и взрослого населения Российской Федерации. Так, для взрослого населения введены группы 18—29 лет, 30—44 года, 45—64 года, 65—74 года, 75 лет и старше, для детей – 0—12 месяцев, 1—2 года, 3—6 лет, 7—10 лет, 11—14 лет и 15—17 лет (включительно).

1.6. На основании данных об изменении структуры профессиональной занятости населения, связанном со снижением доли лиц, занятых тяжелым и особо тяжелым трудом и существенным увеличением доли лиц, занятых легким и преимущественно умственным трудом, а также низкой долей лиц, занимающихся физкультурой и спортом (40% мужчин и 35% женщин), в настоящих МР внесены коррективы в дифференциацию населения по уровню (коэффициенту) физической активности (далее – КФА).

Для взрослого трудоспособного населения большое значение при определении размеров физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах имеет характер трудовой деятельности, поскольку эти потребности зависят от физической активности, характеризуемой КФА, равным отношению энерготрат на выполнение конкретной работы к величине основного обмена.

Физиологические потребности в энергии и пищевых веществах взрослого трудоспособного населения в МР даны по 4 группам физической активности и интенсивности труда для мужчин и для женщин.

Учитывая интенсивное развитие новых научных направлений, таких как спортивная медицина и нутрициология, физиологические потребности в энергии и пищевых веществах для спортсменов высокой квалификации в тренировочный и соревновательный периоды, для специальных контингентов населения не рассматриваются в настоящих МР.

1.7. Потребность в белке зависит от физической и нервно-психической нагрузки. При низкой физической активности более высокое содержание белка может снижать риск развития избыточной массы

тела и ожирения, так как белок обладает термогенным эффектом. В связи с этим для работников умственного труда (КФА = 1,4) доля (удельный вес) белка в калорийности составляет 14%, для группы с КФА = 1,6 – 13 %, для группы с КФА = 1,9 – 12,5 %, а для лиц, занятых физическим трудом (КФА = 2,2), эта величина составляет 12 %, хотя в абсолютном выражении их потребность в белке выше, чем у лиц первой группы. Для населения старше 65 лет доля белка в калорийности суточного рациона составляет 14 %. Удельный вес жиров во всех четырех группах принят в размере 30 % от калорийности. Доля углеводов колеблется соответственно от 56 до 58 %. Для расчета физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для мужчин и женщин старше трудоспособного возраста (группы 65—74 года и старше 75 лет) использован КФА, равный 1,7.

1.8. В целях профилактики наиболее распространенных неинфекционных заболеваний, связанных с питанием, с учетом международного опыта [3—13] в МР включены рекомендации по снижению потребления критически значимых для здоровья нутриентов (пищевой соли, добавленных сахаров, трансизомерных жирных кислот), основанные на данных современных метаанализов по оценке негативных эффектов на здоровье их избыточного потребления, а также рекомендациях ВОЗ и ФАО [14—28].

1.9. Взаимосвязь состояния микробного сообщества кишечника и степени обеспеченности организма человека пищевыми и биологически активными веществами обуславливает необходимость включения понятия «микробиом» в концепцию питания. Кишечный микробиом взрослого человека выступает как ведущий фактор регуляции иммунитета, нейрогуморальных и обменных процессов, участвующих в усвоении пищевых веществ, эндогенном синтезе ферментов, витаминов и биологически активных соединений в макроорганизме. Установлена взаимосвязь дисбиотически изменённого кишечного микробиома и нарушений профилей микробных метаболитов с наиболее распространёнными неинфекционными заболеваниями человека.

Выяснение свойств нормального микробиома кишечника необходимо не только для разработки способов эффективной диетической коррекции дисбиотических нарушений, возникающих при алиментарно-зависимых заболеваниях, но и для поддержания баланса микробиоты у здоровых людей. В этой связи в настоящие МР впервые включены положения о кишечном микробиоме как базе для оценки пищевых воздействий, а также рекомендации по поддержанию оптимального состава и биологической активности кишечного микробиома с помощью алиментарных факторов (в том числе пробиотиков и пребиотиков).

1.10. Настоящие МР определяют величины оптимальных потребностей в энергии, пищевых и биологически активных веществах для различных возрастно-половых групп детского и взрослого населения Российской Федерации.

Нормы служат научной базой для разработки рекомендаций по питанию, мер социальной защиты населения и профилактики алиментарно-зависимых заболеваний, включая гигиеническое обучение населения по вопросам здорового питания, для планирования производства и потребления пищевой продукции, оценки резервов продовольствия, а также для расчетов или актуализации рационов питания в организованных коллективах.

Нормы могут быть использованы для оценки состояния питания населения, в том числе во врачебной практике при оценке индивидуального питания и, в случае необходимости, для обоснования рекомендаций, направленных на его коррекцию.

В МР включена методология применения норм для оценки вероятного риска недостаточного потребления пищевых веществ (приложение 1 к настоящим МР), а также информация по коэффициентам пересчета для эквивалентов витаминов и энергетической ценности пищевых веществ (приложения 2 и 3 к настоящим МР соответственно).

Рекомендуемые величины потребления основаны на новейших научных данных нутрициологии, биохимии, физиологии и других отраслей медицинской науки о роли, взаимодействиях, усвояемости отдельных пищевых веществ и величинах истинных потребностей в них. При обосновании норм физиологических потребностей использованы данные обследований фактического питания и состояния здоровья в различных регионах страны.

1.11. МР предназначены для специалистов органов и организаций Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, а также могут быть использованы организаторами здравоохранения, специалистами в области общественного здравоохранения и медицинской профилактики, врачами-диетологами и медицинскими работниками других специальностей, а также специалистами, занимающимися вопросами планирования питания взрослого и детского населения в организованных коллективах, в том числе лечебно-профилактических, образовательных и социальных учреждениях.

II. Термины и определения

Для целей настоящих МР использованы следующие основные понятия:

Адекватный уровень потребления – уровень суточного потребления пищевых и биологически активных веществ, установленный на ос-

новании расчетных или экспериментально определенных величин или оценок потребления пищевых и биологически активных веществ группой/группами практически здоровых людей. Адекватные уровни потребления установлены для пищевых и биологически активных веществ, для которых еще не подтверждена их эссенциальность, но имеются достаточные научные доказательства, характеризующие их роль как экзогенных регуляторов метаболизма.

Антагонизм – подавление жизнедеятельности одной микробной популяции другой за счет способности выделения в среду обитания микробной экосистемы веществ (антибиотиков, бактериоцинов, органических и жирных кислот), вызывающих задержку размножения или гибель её компонента(ов).

Белки – высокомолекулярные азотсодержащие органические соединения, состоящие из альфа-аминокислот, соединённых в молекулярную цепь пептидной связью, выполняющие пластическую, энергетическую, каталитическую, гормональную, регуляторную, защитную, транспортную и другие функции.

Биоразнообразие – показатель видового разнообразия микробиома кишечника (количество микробных таксонов уровня род/вид – видовых операционных таксономических единиц).

Величина основного обмена (ВОО) – минимальное количество энергии, необходимое для осуществления жизненно важных процессов, то есть затраты энергии на выполнение всех физиологических, биохимических процессов, функционирование органов и систем организма в состоянии температурного комфорта (20 °С), полного физического и психического покоя натощак.

Витамины – группа незаменимых (эссенциальных) пищевых веществ, представляющих собой низкомолекулярные органические соединения различной химической природы, абсолютно необходимые для осуществления обмена веществ, процессов роста и биохимического обеспечения жизненных функций организма.

Гликемический индекс пищевой продукции (ГИ) – относительный показатель, характеризующий способность пищевой продукции за счет содержащихся в ней углеводов повышать уровень глюкозы в крови человека после ее потребления (постпрандиальный гликемический эффект). ГИ отдельных пищевых продуктов оценивают по содержанию в них углеводов по шкале от 0 до 100 (для чистой сахарозы) и рассчитывают исходя из того, насколько возрастает уровень глюкозы в крови за 2 часа после употребления 50 граммов углеводов определенного продукта по сравнению с 50 граммами глюкозы.

Дисбактериоз кишечника – клинико-лабораторный синдром, связанный с изменением качественного и/или количественного состава микрофлоры кишечника с последующим развитием метаболических и иммунологических нарушений с возможным развитием желудочно-кишечных расстройств.

Добавленные сахара – все моно- и дисахариды, внесенные в пищевые продукты и напитки при производстве, приготовлении и непосредственном употреблении, в том числе столовый сахар, и сахара из меда, сиропов, фруктовых и овощных соков и их концентратов.

Жиры (липиды) – сложные эфиры глицерина и высших жирных карбоновых кислот. Являются пластическим материалом и важнейшим источником энергии, участвуют в нервной и гормональной регуляции.

Кишечный микробиом – комплекс качественно-количественных показателей кишечной микрэкосистемы, взаимодействующей с организмом здорового человека по принципу мутуализма (взаимной пользы) и способной обеспечивать в кишечнике иммунный баланс и метаболические функции без потерь для нутриома.

Критически значимые пищевые вещества – пищевые вещества, повышенное содержание которых в составе пищевой продукции и рационов питания увеличивает риск возникновения и развития заболеваний алиментарной природы. К критически значимым для здоровья населения пищевым веществам относятся пищевая соль, добавленные сахара, жиры, включая жиры, содержащие насыщенные жирные и/или трансизомерные жирные кислоты.

Защитная микрофлора кишечника – ассоциированные со слизистой оболочкой кишечника микроорганизмы и их популяции, осуществляющие физиологическую защиту кишечного барьера от проникновения во внутреннюю среду организма чужеродных микробов, токсинов, пищевых и микробных антигенов и др.

Макронутриенты – основные пищевые вещества (белки, жиры и углеводы), обеспечивающие пластические, энергетические и иные потребности организма, необходимые человеку в количествах, измеряемых граммами.

Микробиом – динамичная совокупность ассоциированных с организмом человека микроорганизмов (бактерий, архей, вирусов, грибов, простейших), их фагов, белков и других дериватов, присутствующих в открытых наружу полостях и органах и на коже (современный эквивалент понятия «*микробиота*»).

Микронутриенты – это пищевые вещества (витамины, минеральные вещества, в т. ч. макро- и микроэлементы), которые содержатся в пище в очень малых количествах - миллиграммах или микрограммах.

Они не являются источниками энергии, но участвуют в процессах усвоения пищи, регуляции функций, осуществлении процессов роста, адаптации и развития организма.

Минорные биологически активные вещества пищи – природные вещества с установленными химической структурой и физиологическим действием, присутствующие в пище в малых количествах (миллиграммах или микрограммах) и играющие доказанную роль в поддержании здоровья, выполняющие функции экзогенных регуляторов метаболизма.

Моно- и дисахариды – простые углеводы, представляющие собой многоатомные альдегидо- или кетоспирты. Простые углеводы в виде моно- (фруктоза, глюкоза) и дисахаридов (сахароза, лактоза, мальтоза и другие) естественным образом присутствуют в пищевой продукции, а также могут быть добавлены при производстве, приготовлении и/или непосредственном употреблении.

Насыщенные жирные кислоты – алифатические одноосновные карбоновые кислоты с открытой неразветвленной цепью, содержащие атомы углерода, соединенные одинарными связями. При высоком уровне потребления являются факторами риска развития неинфекционных алиментарно-зависимых заболеваний, включающих ожирение, атеросклероз и другие.

Незаменимые (эссенциальные) пищевые вещества – пищевые вещества, которые не образуются в организме человека и обязательно должны поступать с пищей для обеспечения его жизнедеятельности. Их дефицит в питании приводит к развитию патологических состояний.

Нормальная микрофлора – качественное и количественное соотношение различных популяций микробов отдельных органов и систем, поддерживающее биохимическое, метаболическое и иммунное равновесие макроорганизма, необходимое для здоровья человека.

Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах – усредненная величина необходимого поступления пищевых и биологически активных веществ, обеспечивающая оптимальную реализацию физиолого-биохимических процессов, закрепленных в генотипе человека.

Облигатная микрофлора кишечника – постоянно присутствующая в кишечном биотопе (резидентная) микрофлора, в которой преобладают анаэробные микроорганизмы – 90—95 % от общего количества.

Операционная таксономическая единица (ОТЕ) – группа микроорганизмов, объединенных по признаку гомологии последовательностей 16S рРНК не менее чем на 97—99 %, таксономический эквивалент вида, определяемый культурально-независимыми методами анализа.

Оптимальное соотношение долей (удельного веса) **макронутриентов в структуре энергетической ценности рациона** – соотношение основных пищевых веществ в процентах от калорийности рациона, способное обеспечить организм человека необходимым количеством белков, жиров и углеводов, поддерживать энергетический баланс и здоровье человека.

Пищевая соль – соль, представляющая собой хлорид натрия.

Пищевые волокна – высокомолекулярные углеводы, главным образом растительной природы (целлюлоза, пектины и другие, в т. ч. некоторые резистентные к амилазе виды крахмалов), и ассоциированные растительные вещества (лигнин), устойчивые к перевариванию и адсорбции в тонком кишечнике человека, полностью или частично ферментируемые в толстом кишечнике.

Природные (собственные) сахара – моно- и дисахариды, естественным образом присутствующие в переработанных фруктах и овощах, а также молоке.

Пробиотики – это живые микроорганизмы и обогащенные ими пищевые продукты, благотворно воздействующие на здоровье человека за счет оптимизации состава и биологической активности защитной микрофлоры кишечника.

Трансизомеры жирных кислот – пространственные изомеры мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот, имеющие неконъюгированные двойные связи «углерод-углерод», разделенные как минимум одной метиленовой группой, в транс-конфигурации.

Углеводы – полиатомные альдегидо- и кетоспирты, простые (моно- и дисахариды) – сахара и сложные (олигосахариды, полисахариды) – гликаны, являющиеся основными источниками энергии для человека.

Физиологическая потребность в энергии и пищевых веществах – необходимая совокупность качественных и количественных эссенциальных алиментарных факторов для поддержания динамического равновесия между человеком как сформировавшимся в процессе эволюции биологическим видом и окружающей средой, направленная на обеспечение жизнедеятельности, сохранение и воспроизводство вида и поддержание адаптационного потенциала.

Филум – таксономическая группа микроорганизмов высокого уровня.

Фосфолипиды – сложные эфиры многоатомных спиртов (глицерина, сфингозина) и высших жирных кислот, содержащие остаток фосфорной кислоты, соединённой с азотистым основанием или другой группой атомов различной химической природы (холин, этаноламин,

остатки аминокислот, углеводные фрагменты); составляют основной класс мембранных липидов.

Энергетический баланс – равновесное состояние между поступающей с пищей энергией и ее затратами на все виды физической активности, на поддержание основного обмена, роста, развития и дополнительными затратами у женщин при беременности и грудном вскармливании.

Энерготраты суточные – сумма всех затрат энергии организма в течение суток, включающая основной обмен, физическую активность, специфическое динамическое действие пищи (пищевой термогенез), холодовой термогенез (поддержание температуры тела), рост и формирование тканей у детей, а также плода у беременных и выработку молока у кормящих грудью женщин.

III. Дифференциация групп населения Российской Федерации

3.1. Возрастно-половые группы населения

Выделены следующие возрастно-половые группы для взрослых: мужчины и женщины 18—29 лет, 30—44 года, 45—64 года, 65—74 года, 75 лет и старше.

Возрастная периодизация детского населения, принятая в Российской Федерации, разработана с учетом двух факторов: биологического (онтогенетического) и социального критериев, учитывающих особенности обучения и воспитания в Российской Федерации (табл. 1).

Таблица 1

Возрастная периодизация детского населения

1. Ранний возраст • грудной • преддошкольный	• 0—11 мес.* • 1—2 года
2. Дошкольный возраст	• 3—6 лет
3. Школьный** возраст • младший • средний • старший	• 7—10 лет • 11—14 лет • 15—17 лет

Примечание:

* Здесь и далее у детей и взрослых считать год полностью, включая месяцы и дни до наступления следующего (например, 11 месяцев 29 дней, 2 года 11 месяцев 29 дней).

** Включает детей в возрасте от 7 до 17 лет (включительно) независимо от формы обучения или профессиональной деятельности.

Выбор этих возрастных диапазонов определен необходимостью отразить физиологические характеристики организма, включая постоянные изменения скорости роста, состава тела, физической активности и характера питания.

3.2. Характеристика физического развития населения

Антропометрические показатели, характеризующие физическое развитие (размеры тела), являются основным компонентом оценки пищевого статуса человека и главным определяющим фактором при оценке абсолютных потребностей в энергии и белке [109]. Для оценки потребностей человека или группы лиц в энергии и пищевых веществах необходимы данные о некоторых антропометрических параметрах мужчин и женщин различных возрастных групп. Базовыми показателями физического развития являются рост и масса тела (МТ) человека [29].

Оценку наличия дефицита или избыточной массы тела и определении степени ожирения у взрослых проводят на основании расчета индекса массы тела (ИМТ) и его сравнения с классификацией ВОЗ [30] (табл. 2).

Индекс массы тела (ИМТ или индекс Кетле 2) выражают в $\text{кг}/\text{м}^2$ и рассчитывают по формуле:

$$\text{ИМТ} = \text{масса тела} / \text{рост}^2 \quad (1)$$

Таблица 2

ИМТ и пищевой статус для взрослого населения

ИМТ, $\text{кг}/\text{м}^2$	Пищевой статус
Менее 18,5	Дефицит МТ
18,5—24,9	Нормальная МТ
25,0—29,9	Избыточная МТ
30,0—34,9	Ожирение I степени
35,0—39,9	Ожирение II степени
Свыше 40	Ожирение III степени

Окружность талии (далее – ОТ) является показателем степени отложения жировой ткани в области живота у человека. ОТ измеряют в положении стоя на подмышечной линии между нижним краем нижнего ребра и верхней точкой подвздошного гребня тазовой кости. В норме этот показатель не должен превышать 94 см у мужчин и 80 см у женщин. При абдоминальном ожирении (фигура по типу «яблоко») ОТ составляет более 102 см у мужчин и 88 см у женщин, при этом возрастает риск развития сахарного диабета 2 типа и сердечно-сосудистых заболеваний.

Вторым важным показателем (индексом) является соотношение окружности талии к обхвату бедер (ИТБ = ОТ/ОБ). Окружность бедер (ОБ) измеряют на уровне максимально выступающих точек ягодиц в положении стоя. В норме показатель ИТБ составляет для мужчин 0,85, для женщин – от 0,65 до 0,85 и является показателем нормального распределения жира [31].

Если у женщин определяют отношение ОТ/ОБ более 0,85, а у мужчин более 1,0, это свидетельствует о наличии абдоминального («верхнего типа») ожирения, что неблагоприятно влияет на состояние сердечно-сосудистой системы. Принципиально важно, что увеличение ИТБ выше нормы (при нормальных значениях ИМТ) может свидетельствовать о риске развития алиментарно-зависимых заболеваний.

Оценку антропометрических показателей, наличия дефицита или избыточной массы тела у детей проводят по Нормам роста детей ВОЗ [110—112]. В них учитывается рост, вес, пол и возраст ребенка.

Критерии оценки включают показатели Z-score, представленные в виде стандартных (сигмальных) отклонений (SDS — standard deviation score) (табл. 3), на которые исследуемый показатель отличается от медианы Норм роста детей ВОЗ: Z-score индекса массы тела к возрасту, Z-score массы тела к возрасту, Z-score длины тела к возрасту, Z-score массы тела к росту. В стандартной популяции медиана критерия Z-score равна 0.

Таблица 3

ИМТ и пищевой статус для детского населения

Возраст	0—5 лет	5—17 лет*
Риск избыточной массы тела	ИМТ/возраст > 1SD до 2SD	—
Избыточная масса тела	ИМТ/возраст > 2SD до 3SD	ИМТ /возраст > 1SD
Ожирение	ИМТ по возрасту > 3SD	ИМТ /возраст > 2SD
Дефицит массы тела легкой степени	МТ/возраст / МТ/рост < -1SD до -2SD	ИМТ /возраст < -1SD до -2SD
Дефицит массы тела средней степени	МТ/возраст / МТ/рост < -2SD до -3SD	ИМТ /возраст < -2SD до -SD
Тяжелый дефицит массы тела	МТ/возраст / МТ/рост < -3SD	ИМТ /возраст < -3SD

Примечание:

* Для целей настоящих МР критерии оценки антропометрических показателей приведены для возрастной группы до 18 лет.

Для расчета физиологической потребности в энергии для мужчин и женщин разных возрастных групп использованы средние антропометрические характеристики (масса тела и рост) взрослого населения с нормальной массой тела (табл. 4), полученные на основе данных репрезентативных антропометрических исследований в рамках выборочного наблюдения рациона питания населения Российской Федерации в 2018 г.

Таблица 4

**Антропометрические параметры взрослого человека
с нормальной массой тела***

Возраст	Мужчины		Женщины	
	МТ, кг	Рост, см	МТ, кг	Рост, см
18—29	72,1	177,5	60,8	165,4
30—44	72,3	176,7	61,6	165,0
45—64	70,9	174,6	61,9	163,7
65—74	68,9	172,1	60,7	161,6
≥ 75	66,7	169,6	58,3	158,8

Примечание:

* Для расчета использованы антропометрические данные лиц с нормальной массой тела (ИМТ 20—25 кг/м²).

**3.3. Группы населения, дифференцированные по уровню
физической активности**

I группа (очень низкая физическая активность; мужчины и женщины) – работники преимущественно умственного труда, КФА – 1,4 (*государственные служащие административных органов и учреждений, научные работники, преподаватели вузов, колледжей, учителя средних школ, студенты, специалисты-медики, психологи, диспетчеры, операторы, в т. ч. техники по обслуживанию ЭВМ и компьютерного обеспечения, программисты, работники финансово-экономической, юридической и административно-хозяйственной служб, работники конструкторских бюро и отделов, рекламно-информационных служб, архитекторы и инженеры по промышленному и гражданскому строительству, налоговые служащие, работники музеев, архивов, библиотекари, специалисты службы страхования, дилеры, брокеры, агенты по продаже и закупкам, служащие по социальному и пенсионному обеспечению, патентоведы, дизайнеры, работники бюро путешествий, справочных служб и других родственных видов деятельности*).

II группа (низкая физическая активность; мужчины и женщины) – работники, занятые легким трудом, КФА – 1,6 (*водители городского транспорта, рабочие пищевой, текстильной, швейной, радиоэлектронной промышленности, операторы конвейеров, весовщицы, упаковщицы, машинисты железнодорожного транспорта, участковые врачи, хирурги, медсестры, продавцы, работники предприятий общественного питания, парикмахеры, работники жилищно-эксплуатационной службы, реставраторы художественных изделий, гиды, фотографы, техники и операторы радио- и телевидения, таможенные инспекторы, работники милиции и патрульной службы и других родственных видов деятельности*).

III группа (средняя физическая активность; мужчины и женщины) – работники средней тяжести труда, КФА – 1,9 (*слесари, наладчики, станочники, буровики, водители электрокаров, экскаваторов, бульдозеров и другой тяжелой техники, работники тепличных хозяйств, растениеводы, садовники, работники рыбного хозяйства и других родственных видов деятельности*).

IV группа (высокая физическая активность; мужчины и женщины) – работники тяжелого физического труда, КФА – 2,2 (*строительные рабочие, грузчики, рабочие по обслуживанию железнодорожных путей и ремонту автомобильных дорог, работники лесного, охотничьего и сельского хозяйства, деревообработчики, металлурги доменщики-литейщики и другие родственные виды деятельности*).

IV. Нормируемые показатели

4.1. Энергия

Потребность в энергии представляет собой уровень потребляемой с пищей энергии, который обеспечивает энергетический баланс; при этом размеры тела, его состав и уровень физической активности индивидуума соответствуют устойчивому состоянию здоровья и обеспечивают поддержание экономически необходимой и социально желательной физической активности. Потребность в энергии у детей, беременных и кормящих женщин включает также дополнительные потребности, связанные с образованием тканей или секрецией молока, на уровне, обеспечивающем нормальную жизнедеятельность.

Суточные энергозатраты определяют как сумму затрат энергии на конкретные виды деятельности, каждую из которых рассчитывают как произведение величины основного обмена (далее – ВОО) на соответствующий коэффициент физической активности и время, в течение кото-

рого эти виды деятельности выполняются [2]. У женщин ВОО на 15 % ниже, чем у мужчин.

Для определения физиологической потребности в энергии рассчитаны величины основного обмена для каждой возрастно-половой группы населения (табл. 5) на основании антропометрических параметров стандартного взрослого человека (табл. 4) по формуле Миффлина – Сан Жеора [32]:

$$\text{Мужчины} \quad \text{ВОО (сутки)} = 9,99 \times \text{МТ (кг)} + 6,25 \times \text{рост (см)} - 4,92 \times \text{возраст (г)} + 5 \quad (2)$$

$$\text{Женщины} \quad \text{ВОО (сутки)} = 9,99 \times \text{МТ (кг)} + 6,25 \times \text{рост (см)} - 4,92 \times \text{возраст (г)} - 161 \quad (3)$$

Таблица 5

**Средние величины основного обмена взрослого населения
Российской Федерации (ккал/сут)***

Возраст, лет	ВОО, ккал/сут	
	Мужчины	Женщины
18—29	1692—1746	1337—1392
30—44	1615—1684	1269—1338
45—64	1490—1583	1166—1259
65—74	1405—1449	1091—1136
≥75	1362 и менее	1045 и менее

Примечание: * ИМТ 20—25 кг/м².

Физиологические потребности в энергии для взрослых – от 2150 до 3800 ккал/сутки для мужчин и от 1700 до 3000 ккал/сутки для женщин. Во время беременности и грудного вскармливания потребности в энергии увеличиваются в среднем на 15 и 20 % соответственно.

Расход энергии на адаптацию к холодному климату в районах Крайнего Севера увеличивается в среднем на 15 %.

Для расчета ВОО у детей используют уравнения Шофилда с учетом пола и возраста ребенка (табл. 6) [2, 33].

**Формулы Шофилда для расчета величины основного обмена
по массе тела у детей**

Возраст и пол	Формула	Стандартная ошибка вычисления
До 3 лет		
Мальчики	$ВОО (МДж/сут) = 0,249 \times МТ* - 0,127$	0,293
Девочки	$ВОО (МДж/сут) = 0,244 \times МТ - 0,130$	0,246
Мальчики	$ВОО (ккал/сут) = 59,5 \times МТ - 30,4$	70
Девочки	$ВОО (ккал/сут) = 58,3 \times МТ - 31,1$	59
3—10 лет		
Мальчики	$ВОО (МДж/сут) = 0,095 \times МТ + 2,110$	0,280
Девочки	$ВОО (МДж/сут) = 0,085 \times МТ + 2,033$	0,292
Мальчики	$ВОО (ккал/сут) = 22,7 \times МТ + 504,3$	67
Девочки	$ВОО (ккал/сут) = 20,3 \times МТ + 485,9$	70
10—17 лет**		
Мальчики	$ВОО (МДж/сут) = 0,074 \times МТ + 2,754$	0,440
Девочки	$ВОО (МДж/сут) = 0,056 \times МТ + 2,898$	0,466
Мальчики	$ВОО (ккал/сут) = 17,7 \times МТ + 658,2$	105
Девочки	$ВОО (ккал/сут) = 13,4 \times МТ + 692,6$	111

Примечание:

* МТ – масса тела в кг.

** Для целей настоящих МР формулы приведены для возрастной группы до 18 лет.

У детей с возрастом отношение ВОО к массе тела постепенно снижается до наступления полового созревания. Максимальная потребность в энергии в подростковом возрасте обусловлена быстрым ростом. В период новорожденности 35 % потребляемой с пищей энергии тратится на рост, к году – снижается до 3 %, в периоды скачков роста возрастает до 4 % [33].

Физиологические потребности в энергии для детей – 110—115 ккал/кг массы тела для детей до 1 года и от 1300 до 2900 ккал/сутки (с увеличением возраста) для детей старше 1 года при адекватном уровне физической активности.

4.2. Пищевые и биологически активные вещества

4.2.1. Макронутриенты

4.2.1.1. Белки

Белки – высокомолекулярные азотистые соединения, молекулы которых построены из остатков аминокислот. Белки играют важную роль в организме, выполняя пластическую, энергетическую, каталитическую (ферменты), регуляторную (гормоны), защитную (иммуноглобулин, интерферон), транспортную (гемоглобин, миоглобин и др.) и другие функции.

Потребность в белке – эволюционно сложившаяся доминанта в питании человека, обусловленная необходимостью обеспечивать оптимальный физиологический уровень поступления незаменимых аминокислот. При положительном азотистом балансе в периоды роста и развития организма, а также при интенсивных репаративных процессах потребность в белке на единицу массы тела выше, чем у взрослого здорового человека.

Качество белка определяется наличием в нем полного набора незаменимых аминокислот в определенном соотношении как между собой, так и с заменимыми аминокислотами.

Биологическая ценность белка – показатель качества белка, характеризующий степень задержки азота и эффективность его утилизации для растущего организма детей или для поддержания азотистого равновесия у взрослых.

Усвояемость белка – показатель, характеризующий долю абсорбированного в организме азота от общего количества, потребленного с пищей.

Физиологическая потребность в белке для взрослого населения составляет 12—14 % от энергетической суточной потребности: от 75 до 114 г/сутки для мужчин и от 60 до 90 г/сутки для женщин.

Физиологические потребности в белке детей до 1 года – 2,2—2,9 г/кг массы тела, детей старше 1 года (с увеличением возраста) от 39 до 87 г/сутки.

Белок животного происхождения. Наиболее близкими к идеальному белку и содержащими полный набор незаменимых аминокислот в количестве, достаточном для биосинтеза белка в организме человека, являются белки из продукции животного происхождения (молоко и молочные продукты, мясо и мясопродукты, рыба и рыбопродукты, морепродукты, яйца). Нетрадиционные источники – насекомые, микроорганизмы, клеточные культуры («искусственное мясо» и др.).

Белки животного происхождения усваиваются организмом на 93—96 %.

Для взрослых рекомендуемая в суточном рационе доля белков животного происхождения от общего их количества – 50 %.

Для детей рекомендуемая в суточном рационе доля белков животного происхождения – 60—70 %.

Белок растительного происхождения. В белках растительного происхождения (злаковые, бобовые, орехи, грибы, овощи, фрукты, нетрадиционные источники – микроводоросли и др.) имеется дефицит одной или нескольких незаменимых аминокислот.

В бобовых содержание белка составляет в среднем 5—24 %, однако в них присутствуют ингибиторы протеиназ, что снижает его усвоение. При этом аминокислотный состав и усвоение изолятов и концентратов белков из бобовых близки к белкам животного происхождения.

Белок из продукции растительного происхождения усваивается организмом на 62—80 %.

Белок из высших грибов усваивается на уровне 20—40 %.

4.2.1.2. Жиры

Жиры (липиды) входят в состав клеток и выполняют две основные функции: структурных компонентов биологических мембран и запасного энергетического материала.

Жир, синтезированный организмом и поступающий с пищей, может быть депонирован в жировой ткани, а затем по мере необходимости использован на покрытие энергетических и пластических потребностей организма.

Жиры растительного и животного происхождения имеют различный состав жирных кислот, определяющий их физические свойства и физиолого-биохимические эффекты.

Жиры служат источником незаменимых пищевых веществ – жирорастворимых витаминов и незаменимых жирных кислот. Жирные кислоты подразделяются на два основных класса – насыщенные и ненасыщенные (моно- и полиненасыщенные).

Потребление жиров для взрослых должно составлять не более 30 % от калорийности суточного рациона.

Физиологическая потребность в жирах – от 72 до 127 г/сутки для мужчин и от 57 до 100 для женщин.

Физиологическая потребность в жирах для детей до года – 5,5–6,5 г/кг массы тела, для детей старше 1 года – от 44 до 97 г/сутки.

Насыщенные жирные кислоты (НЖК) – одноосновные жирные кислоты, у которых отсутствуют двойные или тройные связи между

соседними атомами углерода, то есть все связи являются только одинарными.

Жирные кислоты со средней длиной цепи (C8 – C14) способны усваиваться в пищеварительном тракте без участия желчных кислот и панкреатической липазы, не депонируются в печени и подвергаются β -окислению.

Высокое потребление насыщенных жирных кислот повышает уровень холестерина в крови и является фактором риска развития сахарного диабета 2 типа, ожирения, сердечно-сосудистых и других заболеваний. Вместе с тем насыщенные жирные кислоты участвуют в терморегуляции организма, положительно влияют на работу внутренних органов и др.

Потребление насыщенных жирных кислот для взрослых и детей должно составлять не более 10 % от калорийности суточного рациона.

Мононенасыщенные жирные кислоты (МНЖК) – жирные кислоты, молекулы которых имеют единственную двойную связь между соседними атомами углерода. К мононенасыщенным жирным кислотам относятся миристолеиновая и пальмитолеиновая кислоты (содержатся в значительных количествах в жирах рыб и морских млекопитающих), олеиновая (одна из основных жирных кислот в оливковом, сафлоровом, кунжутном, рапсовом маслах). МНЖК, помимо их поступления с пищей, синтезируются в организме человека из насыщенных жирных кислот и частично из углеводов.

Физиологическая потребность в мононенасыщенных жирных кислотах для взрослых составляет 10 % от калорийности суточного рациона.

Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) – жирные кислоты с двумя и более двойными и/или тройными связями между углеродными атомами.

Особое значение для организма человека имеют такие незаменимые ПНЖК, как линолевая и линоленовая, являющиеся структурными элементами клеточных мембран и обеспечивающие нормальное развитие и адаптацию организма человека к неблагоприятным факторам окружающей среды.

Физиологическая потребность в ПНЖК для взрослых составляет 6—10 % от калорийности суточного рациона.

Физиологическая потребность в ПНЖК для детей составляет 5—10 % от калорийности суточного рациона.

Омега-6 (ω -6) и Омега-3 (ω -3) ПНЖК. Двумя основными группами ПНЖК являются кислоты семейств ω -6 и ω -3. Жирные кислоты ω -6 содержатся практически во всех растительных маслах и орехах; ω -3 жир-

ные кислоты также содержатся в ряде масел (льняном, из семян крестоцветных, соевом). Основным пищевым источником ω -3 жирных кислот являются жирные сорта рыб и некоторые морепродукты. Из ПНЖК ω -6 особое место занимает линолевая кислота, которая является предшественником наиболее физиологически активной кислоты этого семейства – арахидоновой.

Физиологическая потребность для взрослых составляет 5—8 % от калорийности суточного рациона для ω -6 и 1—2 % – для ω -3. Оптимальное соотношение в суточном рационе ω -6 : ω -3 жирных кислот должно составлять 5—10 : 1.

Физиологическая потребность в ω -6 и ω -3 жирных кислотах для детей составляет: в возрасте от 1 года до 14 лет 4—9 % и 0,8—1,0 % от калорийности суточного рациона, от 15 до 17 лет 5—8 % и 1—2 % соответственно.

Докозагексаеновая кислота (ДГК) и эйкозапентаеновая кислота (ЭПК) – незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты семейства ω -3, содержатся в жирах рыб, обитающих в холодных водах, морских моллюсках, диатомовых и бурых водорослях и т. п.

Следует считать адекватным уровнем потребления для детей 6—24 месяцев жизни – 100 мг ДГК, для детей 2—18 лет и взрослых – 250 мг ДГК+ЭПК в сутки. В период беременности и лактации потребность в ДГК возрастает, определяя уровень дополнительного поступления – 200 мг/сутки. Достаточная обеспеченность ДГК беременных и кормящих женщин сопряжена со снижением риска невынашивания беременности, улучшением зрительных функций у потомства.

Рекомендовано, чтобы ЭПК составляла 1/3 от дневной нормы ω -3 ПНЖК, остальная часть приходилась на ДГК.

Трансизомеры жирных кислот (ТЖК) – ненасыщенные жирные кислоты с минимум одной двойной связью в транс-конфигурации. Трансизомеры жирных кислот вырабатываются бактериями в желудке жвачных животных в результате биогидрогенизации полиненасыщенных жирных кислот растений с участием водорода, выделяемого микробиоценозом рубца, а затем всасываются в кишечнике животного, включаются в состав триацилглицеринов его клеток. В продукции животного происхождения (сливочном масле, мясе и жире крупного рогатого скота) содержание ТЖК невелико (в среднем от 1 до 5 % от суммы всех жирных кислот). Главным источником поступления в организм человека ТЖК являются гидрированные (гидрогенизированные) жиры, получаемые при промышленной переработке жидких растительных масел, в ходе которой они образуются как побочные продукты реакции частич-

ной гидрогенизации (присоединения водорода по месту двойных связей) ненасыщенных жирных кислот. Гидрированные жиры могут входить в состав маргаринов и спредов, фритюрных жиров, заменителей какао масла, кондитерских начинок и других жировых продуктов.

Высокое потребление ТЖК сопровождается увеличением риска осложнений и смерти в результате ишемической болезни сердца и других сердечно-сосудистых заболеваний [16, 20].

Потребление трансизомеров жирных кислот не должно превышать 1 % от калорийности суточного рациона [1, 16].

Стерины представляют собой группу липофильных стероидов, относящихся к неомыляемым липидам благодаря присутствию в природных объектах вместе с фракциями липидов. Основным представителем стерина является холестерин, который содержится в пищевой продукции животного происхождения (экзогенный холестерин) и синтезируется организмом человека (эндогенный холестерин). При нормальном обмене веществ соблюдается баланс нормального количества экзогенного и эндогенного холестерина.

Основными факторами риска развития атеросклероза сосудов сердца, головного мозга и других органов являются повышение в плазме крови уровня общего холестерина и холестерина липопротеинов низкой плотности, снижение содержания липопротеинов высокой плотности и повышение концентрации триглицеридов.

Количество холестерина, поступающего с пищей, в суточном рационе взрослых и детей не должно превышать 300 мг.

Аналогом холестерина в пищевой продукции растительного происхождения являются фитостерины (растительные стерины) и их насыщенные формы (фитостанолы), являющиеся минорными биологически активными веществами пищи.

Растительные стерины содержатся в различных видах растительной пищи и в морепродуктах, являются обязательным компонентом растительных масел. Они существенно снижают уровень свободного холестерина в липопротеидах низкой плотности, способны вытеснять холестерин из мембранных структур.

Адекватные уровни потребления установлены для β -ситостерина, β -ситостерола-D-гликозида и стигмастерина и составляют 100 мг в сутки (для каждого).

Фосфолипиды – разнообразная группа сложных липидов, структурным компонентом которых является фосфорная кислота. Фосфолипиды представляют собой обязательную составную часть растений и животных, где наряду с белками и другими соединениями участвуют в

построении мембран клеток и субклеточных структур, осуществляют различные функции в биохимических процессах, протекающих в живом организме, например, участвуют в регуляции обмена холестерина и способствуют его выведению. Среди природных фосфолипидов наиболее распространены фосфатидилхолины (лецитины), в состав которых входит витаминоподобное вещество холин. В фосфолипидах масличных семян и животных содержание лецитинов достигает 30—50 %, содержание лецитина в составе фосфолипидов яичного желтка – 70 %.

Адекватный уровень потребления фосфолипидов в рационе взрослого человека – 5—7 г/сутки.

4.2.1.3. Углеводы

Углеводы представляют собой многоатомные альдегидо- и кетоспирты, которые подразделяют на простые (моно- и дисахариды) и сложные (олиго- и полисахариды). Усвояемые углеводы (простые углеводы и крахмал) являются важнейшими источниками энергии.

Физиологическая потребность в усвояемых углеводах для взрослого человека составляет 56—58 % от энергетической суточной потребности: от 301 до 551 г/сутки для мужчин и от 238 до 435 г/сутки для женщин.

Физиологическая потребность в углеводах – для детей до 1 года 13 г/кг массы тела в сутки, для детей старше 1 года (с увеличением возраста) – от 188 до 421 г/сутки.

Моносахариды и дисахариды. К моносахаридам относятся глюкоза, фруктоза и галактоза, к дисахаридам – сахароза, лактоза и мальтоза.

Сахароза (тростниковый или свекловичный сахар) – наиболее известный и широко применяемый в питании и пищевой промышленности углевод, который вносят (добавляют) в пищевую продукцию при производстве, приготовлении и/или непосредственном употреблении (добавленные сахара). Наряду с сахарозой в пищевую продукцию добавляют другие сахара (моно- и дисахариды), в том числе из меда, сиропов, фруктовых и овощных соков и их концентратов.

Потребление добавленных сахаров для детей и взрослых не должно превышать 10 % от калорийности суточного рациона. Для лиц с избыточной массой тела (ИМТ 25—29) и ожирением (ИМТ более 30) рекомендовано снижение потребления добавленных сахаров до уровня 5 % от калорийности суточного рациона [17, 34]. Эти рекомендации не относятся к потреблению природных (собственных) сахаров, естественным образом содержащихся в переработанных фруктах, овощах и молоке.

Полисахариды – сложные углеводы, представляющие собой высокомолекулярные соединения, состоящие из большого числа мономеров глюкозы и других моносахаридов, подразделяются на крахмальные (усвояемые) полисахариды (крахмал и гликоген) и некрахмальные (неусвояемые) полисахариды – пищевые волокна (клетчатка/целлюлоза, гемицеллюлоза, пектины и другие).

Крахмал является основным полисахаридом, обеспечивающим физиологическую потребность организма в усвояемых углеводах.

Пищевые волокна – съедобные части растений или аналогичные углеводы, устойчивые к перевариванию и адсорбции в тонком кишечнике человека, полностью или частично ферментируемые в толстом кишечнике (полисахариды, олигосахариды, лигнин и ассоциированные растительные вещества). Пищевые волокна относятся к некрахмальным полисахаридам, которые перевариваются в толстом кишечнике в незначительной степени, однако при этом оказывают существенное влияние на процессы переваривания, усвоения, микробиоциноз и эвакуацию остатков пищи. Эффекты физиологического воздействия пищевых волокон зависят от их растворимости в воде. Растворимые пищевые волокна (пектин, альгинаты, полидекстроза и др.) способны оказывать опосредованное влияние на метаболизм холестерина и липидов (липопротеины низкой плотности и триглицериды), на гликемическую нагрузку пищи, уровень глюкозы и инсулина, проявлять пребиотическое действие, связывать и выводить тяжелые металлы. Нерастворимые волокна (целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин) выполняют функции энтеросорбента, участвуют в механизме предупреждения кариеса.

Физиологическая потребность в пищевых волокнах для взрослого человека составляет 20—25 г/сутки или 10 г/1000 ккал, для детей старше 1 года – 10–22 г/сутки.

Гликемический индекс пищевой продукции. В целях регулирования потребления углеводов и, в частности, сахаров, необходимо учитывать гликемический индекс – относительный показатель влияния углеводов, содержащихся в пищевом продукте, на уровень глюкозы в крови. Гликемический индекс позволяет провести сравнение гликемического эффекта различных пищевых продуктов, содержащих равное количество углеводов и классифицировать их в зависимости от выраженности постпрандиального гликемического эффекта.

Чем выше гликемический индекс пищевого продукта, тем быстрее в крови повышается уровень глюкозы. Продукт с высоким гликемическим индексом может вызывать резкое повышение уровня сахара, представляющее собой риск для здоровья у людей с сахарным диабетом.

Продукты с низким гликемическим индексом (менее 55) медленнее перевариваются, всасываются и метаболизируются, что приводит к более медленному росту уровня глюкозы и инсулина в крови. Рационы с низким гликемическим индексом позволяют контролировать уровень глюкозы в крови и снижают риск развития сахарного диабета 2 типа и ишемической болезни сердца.

Справочные таблицы гликемических индексов пищевой продукции позволяют рассчитать гликемическую нагрузку, оптимизировать рацион и исключить нарушения структуры питания.

4.2.2. Микронутриенты

4.2.2.1. Витамины

Водорастворимые витамины

Витамин С (формы и метаболиты аскорбиновой кислоты). Относится к группе неферментных антиоксидантов, активизирует биосинтез кортикоидных гормонов, ответственных за адаптивные реакции организма, обуславливая антистрессорное влияние, тормозит процессы перекисного окисления липидов, с чем связан его мембраностабилизирующий эффект, имеет капилляроукрепляющий эффект, который реализуется путем того, что витамин С существенно влияет на формирование коллагеновых волокон сосудов, кожи, костной ткани и зубов, способствует усвоению железа и нормализует процессы кроветворения, участвует в окислительно-восстановительных реакциях, функционировании иммунной системы.

Физиологическая потребность для взрослых – 100 мг/сутки.

Физиологическая потребность для детей – от 30 до 90 мг/сутки.

Витамин В₁ (тиамин). Тиамин в форме образующегося из него тиаминдифосфата входит в состав важнейших ферментов углеводного и энергетического обмена, обеспечивающих организм энергией и пластическими веществами, а также метаболизм разветвленных аминокислот, играет определяющую роль в превращении глюкозы в другие сахара. Тиамин модулирует передачу нервного импульса, регулирует перенос натрия через нейрональную мембрану, оказывает антиоксидантное действие.

При дефиците тиамина нарушается метаболизм углеводов, что способствует избыточному накоплению в организме жира, а также ведет к серьезным нарушениям нервной, пищеварительной и сердечно-сосудистой систем.

Потребность в тиамине зависит от потребления углеводов и энергии, поэтому рекомендуемое потребление тиамина соотносят с потреблением энергии.

Физиологическая потребность для взрослых – 1,5 мг/сутки или 0,6 мг/1000 ккал.

Физиологическая потребность для детей – от 0,3 до 1,5 мг/сутки.

Витамин В₂ (рибофлавин). Рибофлавин в форме коферментов участвует в окислительно-восстановительных реакциях, способствует повышению восприимчивости цвета зрительным анализатором и темновой адаптации.

Недостаточное потребление витамина В₂ сопровождается нарушением состояния кожных покровов, слизистых оболочек, нарушением светового и сумеречного зрения.

На рибофлавиновый статус влияет физическая активность, поэтому потребность в этом витамине может быть выражена в расчете на единицу энергетической ценности рациона.

Физиологическая потребность для взрослых – 1,8 мг/сутки или 0,75 мг/1000 ккал.

Физиологическая потребность для детей – от 0,4 до 1,8 мг/сутки.

Витамин В₆ (пиридоксин). Пиридоксин в форме своих коферментов участвует в превращениях аминокислот, метаболизме триптофана, липидов и нуклеиновых кислот, участвует в поддержании иммунного ответа, процессах торможения и возбуждения в центральной нервной системе, способствует нормальному формированию эритроцитов, поддержанию нормального уровня гомоцистеина в крови.

Недостаточное потребление витамина В₆ сопровождается снижением аппетита, нарушением состояния кожных покровов, развитием гомоцистеинемии, анемии.

Физиологическая потребность для взрослых – 2,0 мг/сутки.

Физиологическая потребность для детей – от 0,4 до 2,0 мг/сутки.

Ниацин. В качестве кофермента участвует в окислительно-восстановительных реакциях энергетического метаболизма, способствует усвоению растительного белка.

Недостаточное потребление ниацина сопровождается нарушением нормального состояния кожных покровов, желудочно-кишечного тракта и нервной системы.

Потребность в ниацине зависит от потребления энергии.

Физиологическая потребность для взрослых – 20 мг ниацин. экв./сутки или 8 мг ниацин. экв./1000 ккал.

Физиологическая потребность для детей – от 5 до 20 мг ниац. экв./сутки.

Витамин В₁₂. Играет важную роль в метаболизме и превращениях аминокислот. Фолат и витамин В₁₂ являются взаимосвязанными витаминами, участвуют в кроветворении.

Недостаток витамина В₁₂ приводит к развитию частичной или вторичной недостаточности фолатов, а также анемии, лейкопении, тромбоцитопении.

Физиологическая потребность для взрослых – 3,0 мкг/сутки.

Физиологическая потребность для детей – от 0,3 до 3,0 мкг/сутки.

Фолаты в качестве кофермента участвуют в метаболизме нуклеиновых и аминокислот. Дефицит фолатов ведет к нарушению синтеза нуклеиновых кислот и белка, следствием чего является торможение роста и деления клеток, особенно в быстро пролиферирующих тканях (клетках): костный мозг, эпителий кишечника и др.

Недостаточное потребление фолата во время беременности является одной из причин недоношенности, гипотрофии, врожденных уродств и нарушений развития ребенка. Показана выраженная связь между уровнем фолата, гомоцистеина и риском возникновения сердечно-сосудистых заболеваний. 1 мкг фолат-эквивалент пищи = 1 мкг фолатов пищи = 0,6 мкг фолиевой кислоты, поступающей из обогащенной пищевой продукции и БАД к пище.

Физиологическая потребность для взрослых – 400 мкг/сутки.

Физиологическая потребность для детей – от 50 до 400 мкг/сутки.

Пантотеновая кислота участвует в белковом, жировом, углеводном обмене, обмене холестерина, синтезе ряда гормонов, гемоглобина, способствует всасыванию аминокислот и сахаров в кишечнике, поддерживает функцию коры надпочечников.

Недостаток пантотеновой кислоты может вести к поражению кожи и слизистых оболочек.

Физиологическая потребность для взрослых – 5 мг/сутки.

Физиологическая потребность для детей – от 1,0 до 5,0 мг/сутки.

Биотин участвует в синтезе жиров, гликогена, метаболизме аминокислот.

Недостаточное потребление этого витамина может вести к нарушению нормального состояния кожных покровов.

Физиологическая потребность для взрослых – 50 мкг/сутки.

Физиологическая потребность для детей – от 10 до 50 мкг/сутки.

Жирорастворимые витамины

Витамин А играет важную роль в процессах роста и репродукции, дифференцировки эпителиальной и костной ткани, поддержания иммунитета и зрения.

Дефицит витамина А ведет к нарушению темновой адаптации («куриная слепота» или гемералопия), ороговению кожных покровов, снижает устойчивость к инфекциям.

Физиологическая потребность для мужчин – 900 мкг рет. экв./сутки, для женщин 800 мкг рет. экв./сутки.

Физиологическая потребность для детей – от 400 до 1 000 мкг рет. экв./сутки.

Бета-каротин является провитамином А и обладает антиоксидантными свойствами; 6 мкг бета-каротина или 12 мкг бета-каротина из пищи эквивалентны 1 мкг витамина А (рет. экв.).

Физиологическая потребность для взрослых – 5 мг/сутки.

Витамин Е (α -токоферол, а также β -, γ -, δ -токоферолы) является антиоксидантом, универсальным стабилизатором клеточных мембран, необходим для функционирования половых желез, сердечной мышцы.

При дефиците α -токоферола наблюдаются гемолиз эритроцитов, неврологические нарушения. Потребность в витамине Е возрастает с увеличением потребления ПНЖК и степенью их ненасыщенности, составляя 0,4–0,6 мг ток. экв. α -токоферола на каждый 1 г ПНЖК.

Физиологическая потребность для взрослых – 15 мг ток. экв./сутки.

Физиологическая потребность для детей – от 3 до 15 мг ток. экв./сутки.

Витамин D. Основные функции витамина D (эргокальциферол, холекальциферол, 25-гидроксивитамин D₃ и др.) связаны с поддержанием гомеостаза кальция и фосфора, осуществлением процессов минерализации костной ткани.

Недостаток витамина D приводит к нарушению обмена кальция и фосфора в костях, усилению деминерализации костной ткани, что приводит к увеличению риска развития остеопороза. Сниженные концентрации в сыворотке крови 25(OH)D ассоциированы с целым рядом внескелетных заболеваний (некоторые виды рака, артериальная гипертензия, возрастное снижение познавательной способности, нарушения функций иммунной и репродуктивной систем и др.) [35–38].

Физиологическая потребность для взрослых – 15 мкг/сутки (600 МЕ), для лиц старше 65 лет – 20 мкг/сутки (800 МЕ).

Физиологическая потребность для детей – от 10 до 15 мкг/сутки.

Витамин К (филлохинон и менахиноны). Метаболическая роль витамина К обусловлена его участием в модификации ряда белков свертывающей системы крови и костной ткани.

Недостаток витамина К приводит к увеличению времени свертывания крови, пониженному содержанию протромбина в крови. Адекватное потребление витамина К₂ (менахинонов) ассоциировано со сниженным риском сердечно-сосудистых заболеваний.

Физиологическая потребность для взрослых – 120 мкг/сутки.

Физиологическая потребность для детей – от 30 до 120 мкг/сутки.

4.2.2.2. Минеральные вещества

Макроэлементы

Кальций. Необходимый элемент минерального матрикса кости, играет ведущую роль в нервной проводимости и процессе свертывания крови, участвует в мышечном сокращении.

Дефицит кальция приводит к деминерализации позвоночника, костей таза и нижних конечностей, повышает риск развития остеопороза.

Физиологическая потребность для взрослых – 1000 мг/сутки, для лиц старше 65 лет – 1200 мг/сутки.

Физиологическая потребность для детей – от 400 до 1200 мг/сутки.

Фосфор. В форме фосфатов принимает участие во многих физиологических процессах, включая энергетический обмен (в виде высокоэнергетического АТФ), регуляции кислотно-щелочного баланса, входит в состав фосфолипидов, нуклеотидов и нуклеиновых кислот, участвует в клеточной регуляции путем фосфорилирования ферментов, необходим для минерализации костей и зубов.

Дефицит приводит к анорексии, анемии, рахиту. Оптимальное для всасывания и усвоения кальция соотношение содержания кальция к фосфору в рационе составляет 1 : 1.

Физиологическая потребность для взрослых – 700 мг/сутки.

Уточненная физиологическая потребность для детей – от 300 до 900 мг/сутки.

Магний. Является кофактором многих ферментов углеводно-фосфорного и энергетического обменов, участвует в синтезе белков, нуклеиновых кислот, обладает стабилизирующим действием для мембран, необходим для поддержания гомеостаза кальция, калия и натрия [39, 40].

Недостаток магния приводит к гипомагниемии, повышению риска развития гипертонии, болезней сердца.

Уточненная физиологическая потребность для взрослых – 420 мг/сутки.

Физиологическая потребность для детей – от 55 до 400 мг/сутки.

Калий. Является главным внутриклеточным электролитом, играющим важную роль в поддержании мембранного потенциала, принимает участие в регуляции водного, кислотного и электролитного баланса, участвует в процессах проведения нервных импульсов, регуляции давления. Пища, богатая калием, вызывает повышенное выделение натрия из организма и, наоборот, повышенное потребление натрия приводит к потере организмом калия.

Потребление калия 3500 мг (90 ммоль) в день оказывает благоприятное влияние на артериальное давление у взрослых. Потребление калия менее 3500 мг (90 ммоль) в день связано с повышенным риском развития инсульта и других сердечно-сосудистых заболеваний [41, 42].

Уточненная физиологическая потребность для взрослых – 3500 мг/сутки.

Физиологическая потребность для детей – от 1000 до 3200 мг/сутки.

Натрий. Является главным внеклеточным электролитом, который участвует в обеспечении необходимой буферности крови, регуляции кровяного давления, водного обмена, набухания коллоидов тканей и задержке воды в организме, активации пищеварительных ферментов, в переносе глюкозы крови, генерации и передаче электрических нервных сигналов, мышечном сокращении.

Физиологическая потребность для взрослых – 1300 мг/сутки.

Физиологическая потребность для детей – от 200 до 1300 мг/сутки.

Высокий уровень потребления натрия связан с риском развития артериальной гипертензии. При недостатке калия, магния и кальция избыток натрия усугубляет негативное влияние на организм, т.к. эти четыре минеральных элемента осуществляют важное взаимодействие в контроле сердечного выброса и сосудистого сопротивления.

Количество натрия, поступающего с пищей, в суточном рационе взрослых и детей не должно превышать 2 г в сутки [14].

Хлориды. Хлор необходим для образования и секреции соляной кислоты.

Физиологическая потребность для взрослых – 2300 мг/сутки.

Физиологическая потребность для детей – от 300 до 2300 мг/сутки.

Микроэлементы

Железо. Является незаменимой частью гемоглобина и миоглобина, входит в состав цитохромов, каталазы и пероксидазы. Участвует в

транспорте электронов, кислорода, обеспечивает протекание окислительно-восстановительных реакций и активацию перекисного окисления. Железо в зависимости от валентности оказывает как антиоксидантное, так и прооксидантное действие.

Недостаточное потребление ведет к гипохромной анемии, миоглобиндефицитной атонии скелетных мышц, повышенной утомляемости, миокардиопатии, атрофическому гастриту.

Физиологическая потребность для взрослых – 10 мг/сутки (для мужчин) и 18 мг/сутки (для женщин).

Физиологическая потребность для детей (в зависимости от пола ребенка) – от 4 до 18 мг/сутки.

Цинк. Играет важную роль в обменных процессах, входит в состав многих ферментов, участвует в процессах синтеза и распада углеводов, белков, жиров, нуклеиновых кислот и в регуляции экспрессии генов, влияет на активность гормонов и витаминов.

Недостаточное потребление приводит к анемии, вторичному иммунодефициту, циррозу печени, половой дисфункции, наличию пороков развития плода. Выявлена способность высоких доз цинка нарушать усвоение меди и тем способствовать развитию анемии.

Физиологическая потребность для взрослых – 12 мг/сутки.

Физиологическая потребность для детей – от 3 до 12 мг/сутки.

Йод. Участвует в функционировании щитовидной железы, обеспечивая образование гормонов (тироксина и трийодтиронина), которые необходимы для роста и дифференцировки клеток всех тканей организма человека, митохондриального дыхания, регуляции трансмембранного транспорта натрия и гормонов.

Недостаточное поступление приводит к эндемическому зобу с гипотиреозом и замедлению обмена веществ, артериальной гипотензии, отставанию в росте и умственном развитии у детей.

Физиологическая потребность для взрослых – 150 мкг/сутки.

Физиологическая потребность для детей – от 70 до 150 мкг/сутки.

Медь. Входит в состав ферментов, обладающих окислительно-восстановительной активностью и участвующих в метаболизме железа, стимулирует усвоение белков и углеводов. Участвует в процессах обеспечения тканей организма человека кислородом. Является антиоксидантом непрямого действия.

Клинические проявления недостаточного потребления проявляются в нарушении формирования сердечно-сосудистой системы и скелета, развитии дисплазии соединительной ткани.

Физиологическая потребность для взрослых – 1,0 мг/сутки.

Физиологическая потребность для детей – от 0,5 до 1,0 мг/сутки.

Марганец. Участвует в образовании костной и соединительной тканей, входит в состав ферментов, участвующих в метаболизме аминокислот, углеводов, катехоламинов, необходим для синтеза холестерина и нуклеотидов. Является антиоксидантом непрямого действия.

Недостаточное потребление сопровождается замедлением роста, нарушениями в репродуктивной системе, повышенной хрупкостью костной ткани, нарушениями углеводного и липидного обмена.

Физиологическая потребность для взрослых – 2 мг/сутки.

Физиологическая потребность для детей в возрасте от 7 до 11 месяцев – 0,02—0,5 мг/сутки, 1—2 года – 0,5 мг/сутки, 3—6 лет – 1,0 мг/сутки, 7—10 лет – 1,5 мг/сутки, 11—14 лет – 2,0 мг/сутки, 15—17 лет – 3,0 мг/сутки (вводится впервые).

Молибден. Является кофактором многих ферментов, обеспечивающих метаболизм серосодержащих аминокислот, пуринов и пиримидинов.

Физиологическая потребность для взрослых – 70 мкг/сутки.

Физиологическая потребность для детей в возрасте 7—11 месяцев – 10 мкг/сутки, 1—2 года – 15 мкг/сутки, 3—6 лет – 20,0 мкг/сутки, 7—10 лет – 30 мкг/сутки, 11—14 лет – 45 мкг/сутки, 15—17 лет – 65 мкг/сутки (вводится впервые).

Селен. Выполняет каталитическую, структурную и регуляторную функции, взаимодействует с витаминами, ферментами и биологическими мембранами, участвует в окислительно-восстановительных процессах, обмене белков, жиров и углеводов. Эссенциальный элемент антиоксидантной системы защиты организма человека, обладает иммуномодулирующим действием и др. Выявлена корреляция между пищевой потребностью в селене и витамине Е, причем при недостаточном поступлении токоферола в организм селен может предотвратить развитие симптомов дефицита витамина Е. Дефицит приводит к болезни Кашина-Бека (остеоартроз с множественной деформацией суставов, позвоночника и конечностей), болезни Кешана (эндемическая миокардиопатия), наследственной тромбастении.

Физиологическая потребность для взрослых – 55 мкг/сутки для женщин, 70 мкг/сутки для мужчин.

Физиологическая потребность для детей – от 10 до 50 мкг/сутки.

Хром. Нормализует проницаемость клеточных мембран для глюкозы, процессы использования ее клетками и депонирования, увеличивает чувствительность рецепторов тканей к инсулину, уменьшая потребность организма в инсулине.

Дефицит приводит к снижению толерантности к глюкозе, а также повышению триглицеридов и холестерина. Влияние хрома на липидный обмен опосредуется его регулирующим влиянием на функционирование инсулина.

Уточненная физиологическая потребность для взрослых – 40 мкг/сутки.

Физиологическая потребность для детей от 11 до 35 мкг/сутки.

Кобальт. Входит в состав витамина В₁₂. Активирует ферменты обмена жирных кислот и метаболизма фолиевой кислоты.

Адекватный уровень потребления для взрослых 10 мкг/сутки.

Фтор. Иницирует минерализацию костей. Недостаточное потребление приводит к кариесу, преждевременному стиранию эмали зубов.

Адекватный уровень потребления для взрослых – 4 мг/сутки.

Адекватный уровень потребления для детей старше 7 месяцев – от 0,4 до 3,2 мг/сутки.

Кремний. Входит в качестве структурного компонента в состав глюкозаминогликанов и стимулирует синтез коллагена.

Адекватный уровень потребления для взрослых 30 мг/сутки.

Ванадий. Одна из предполагаемых функций ванадия – это активизация деятельности фагоцитов. Ванадий препятствует накоплению холестерина, развитию атеросклероза, участвует в регуляции уровня сахара в крови, обмене кальция.

Адекватный уровень потребления для взрослых 15 мкг/сутки.

4.2.3. Минорные биологически активные вещества пищи

Миоинозит (инозит)

Участвует в обмене углеводов и пуринов, синтезе фосфолипидов.

Адекватный уровень потребления для взрослых – 500 мг/сутки; для детей 0—12 месяцев – 30—40 мг/сутки; 1—3 лет – 50—60 мг/сутки; 4—6 лет – 80—100 мг/сутки; 7—18 лет – 200—500 мг/сутки.

L-Карнитин

Играет важную роль в энергетическом и липидном обмене, осуществляя перенос длинноцепочечных жирных кислот через внутреннюю мембрану митохондрий для последующего их окисления.

Адекватный уровень потребления для взрослых – 300 мг/сутки; для детей 0—12 месяцев – 10—15 мг/сутки; 1—3 лет – 30—50 мг/сутки; 4—6 лет – 60—90 мг/сутки; 7—18 лет – 100—300 мг/сутки.

Коэнзим Q10 (убихинон)

Участвует в энергетическом обмене, способствуя синтезу АТФ. Обладает антиоксидантной активностью.

Адекватный уровень потребления для взрослых – 30 мг/сутки.

Липоевая кислота

Входит в состав митохондриальных мультиферментных комплексов, участвует в обмене глюкозы и модулирует активность сигнальных молекул.

Адекватный уровень потребления для взрослых – 30 мг/сутки.

Метилметионинсульфоний

Принимает участие в обмене веществ в качестве донора метильных групп в реакциях биологического метилирования.

Адекватный уровень потребления для взрослых – 200 мг/сутки.

Оротовая кислота

Обеспечивает синтез нуклеотидов и нуклеиновых кислот.

Адекватный уровень потребления для взрослых – 300 мг/сутки.

Парааминобензойная кислота

Участвует в метаболизме белков и кроветворении.

Адекватный уровень потребления для взрослых – 100 мг/сутки.

Холин

Входит в состав лецитина, играет роль в обмене фосфолипидов в печени, является источником свободных метильных групп, действует как липотропный фактор.

Адекватный уровень потребления для взрослых – 500 мг/сутки; для детей 0—12 месяцев – 50—70 мг/сутки; 1—3 лет – 70—90 мг/сутки; 4—6 лет – 100—200 мг/сутки; 7—18 лет – 200—500 мг/сутки.

Индол-3-карбинол

Индуктирует активность ферментов метаболизма ксенобиотиков (монооксигеназной системы).

Адекватный уровень потребления индол-3-карбинола для взрослых – 50 мг/сутки.

Глюкозамин сульфат

Входит в состав полисахаридов, являющихся структурными элементами органов и тканей (ногтей, связок, кожи, костей, сухожилий, суставных поверхностей, клапанов сердца и др.).

Адекватный уровень потребления для взрослых 700 мг/сутки.

Карнозин

Входит в состав мяса и рыбы, обладает антиоксидантной активностью.

Адекватный уровень потребления карнозина для взрослых – 200 мг/сутки (вводится впервые) [43—46].

Фенольные соединения

Широко представлены в пищевой продукции растительного происхождения. Обладают антиоксидантным действием, участвуют в регуляции защитно-адаптационного потенциала организма. К числу основных фенольных соединений относятся представители фенольных (гидроксibenзойных и гидроксикоричных) кислот, флавоноидов (флавонолов, флаванонов, флаван-3-олов, флавонов, антоцианинов, изофлавоноидов), полимерных фенольных соединений (конденсированных и гидролизуемых танинов) и стильбенов.

Для взрослых адекватные уровни потребления фенольных соединений составляют: для гидроксibenзойных кислот – 50 мг/сутки, гидроксикоричных кислот – 200 мг/сутки, флавонолов – 30 мг/сутки, флаванонов – 30 мг/сутки, флаван-3-олов – 200 мг/сутки, флавонов – 10 мг/сутки, антоцианинов – 50 мг/сутки, изофлавоноидов – 2 мг/сутки, конденсированных танинов – 200 мг/сутки, гидролизуемых танинов – 200 мг/сутки, стильбенов – 2 мг/сутки [46—51] (вводятся впервые).

Для детей 7—18 лет адекватные уровни потребления флавоноидов составляют от 150 до 250 мг/сутки, в том числе флаван-3-олов (катехинов) – от 50 до 100 мг/сутки.

4.3. Вода

Постоянство внутренней среды организма, в том числе и определенное содержание воды, является одним из главных условий нормальной жизнедеятельности человека. Потребность в жидкости (воде), в первую очередь, связана с энергетическим обменом, а также с интенсивностью потери жидкости организмом, которая зависит от условий окружающей среды (температура, относительная влажность и скорость движения воздуха, атмосферное давление) [52—53] и уровня физической активности, и с осмолярностью пищи.

В нормальных условиях потребность взрослого человека в воде составляет 1,0—1,5 мл/ккал. В условиях внутриконтинентального климата умеренных широт при умеренной физической нагрузке потребление воды может быть рекомендовано в размере 1 мл/ккал.

Наибольшее количество воды поступает в организм в виде питьевой воды и жидкостей в составе блюд и готовых напитков (чай, кофе, компоты и морсы, супы) (~ 60 %) и с твердой пищей (~ 40 %).

Рекомендуемые уровни потребления воды (напитков) для поддержания водного баланса организма при оптимальных параметрах микроклимата [53] для взрослых мужчин и женщин приведены в табл. 7 и для детей в табл. 8.

Дополнительным механизмом физиологической регуляции водно-солевого обмена является чувство жажды, возникающее вследствие повышения концентрации ионов натрия в крови. Оно связано прежде всего с недостатком воды в организме. В условиях интенсивной физической нагрузки и/или жаркого времени года большое значение имеет соблюдение питьевого режима, позволяющего компенсировать потерю жидкости.

В период беременности потребность в жидкости у женщин возрастает пропорционально увеличению количества калорий (в среднем на 300 мл/сутки). Для кормящих женщин дополнительный объем жидкости связан также с возрастанием потребности с учетом лактации (в среднем на 700 мл/сутки).

Таблица 7

**Рекомендуемые уровни потребления воды и напитков
для поддержания водного баланса организма (ИМТ 20—25 кг/м²)**

Возрастные группы	КФА	Потребность в воде (напитках) при разных уровнях физической активности (КФА), л
Мужчины 18—64 года	1,4	1,3—1,4
	1,6	1,5—1,6
	1,9	1,8—1,9
	2,2	2,1—2,2
Мужчины ≥ 65 лет	1,7	1,4—1,5
Женщины 18—64 года	1,4	1,0—1,1
	1,6	1,2—1,3
	1,9	1,4—1,5
	2,2	1,7—1,8
Женщины ≥ 65 лет	1,7	1,1—1,2

Адекватное потребление воды для детей определяется аналитическим методом, с учетом фактического потребления пищи среди различных возрастных групп детского населения и обеспечения оптимального уровня осмолярности мочи и объемов воды на единицу потребляемой

энергии. Потребность в воде у детей первых месяцев жизни определяется исходя из уровня воды, поступающей с материнским молоком. До назначения прикорма здоровый ребенок не нуждается в дополнительном поступлении жидкости.

В зависимости от возрастных особенностей рациона питания поступление воды с пищей в организм ребенка колеблется от 40 до 60 %.

Таблица 8

Рекомендуемое потребление воды и напитков для поддержания водного баланса организма детей

Показатели	Возрастные группы детей								
	7—11 мес.	1—2 г.	3—6 лет	7—10 лет		11—13 лет		14—17 лет	
				м	д	м	д	м	д
Вода, л/сутки	0,2— 0,3	0,6— 0,7	0,8— 0,9	1,2— 1,3	1,1— 1,2	1,3— 1,4	1,2— 1,3	1,5— 1,6	1,4— 1,5

V. Нутриом

Нутриом представляет собой совокупность алиментарных факторов, необходимых для поддержания динамического равновесия между человеком как сформировавшимся в процессе эволюции биологическим видом и окружающей средой, направленную на обеспечение жизнедеятельности, сохранение и воспроизводство вида, поддержание адаптационного потенциала организма, системы антиоксидантной защиты, апоптоза, метаболизма, функции иммунной системы.

Нутриом, по существу, представляет собой формулу оптимального питания, которая постоянно совершенствуется и дополняется. Знание этой формулы является ключом к формированию оптимальной для человека структуры питания, а значит и к сохранению его здоровья. В комплекс нутриома, устанавливаемый настоящими МР (табл. 9–24), входят нормы физиологических потребностей в энергии и эссенциальных пищевых веществах, адекватные уровни потребления для пищевых и биологически активных веществ, эссенциальность которых еще не доказана, но имеются убедительные научные данные, подтверждающие их важную роль как экзогенных регуляторов метаболизма, а также оптимальные соотношения долей макронутриентов в калорийности рациона.

На популяционном уровне нутриом имеет свои особенности, свою структуру для каждого возрастного периода жизни человека.

**5.1. Нормы физиологических потребностей в энергии
и пищевых веществах для мужчин**

Таблица 9

Макронутриенты (мужчины)

Показатели (в сутки)	Группа физической активности													
	1-я (КФА – 1,4)			2-я (КФА – 1,6)			3-я (КФА – 1,9)			4-я (КФА – 2,2)			КФА – 1,7**	
Возраст, лет	18— 29	30— 44	45— 64	18— 29	30— 44	45— 64	18— 29	30— 44	45— 64	18— 29	30— 44	45— 64	65— 74	старше 75
Энергия, ккал*	2400	2300	2150	2750	2650	2450	3250	3150	2900	3800	3650	3400	2400	2300
Белок, г***	84	81	75	89	86	80	102	98	91	114	110	102	84	81
В т. ч. жи- вотный	42	41	38	45	43	40	51	49	46	57	55	51	42	41
Жиры, г	80	77	72	92	88	82	108	105	97	127	122	113	80	77
Углеводы, г	336	322	301	392	378	349	467	453	417	551	529	493	336	322
Пищевые волокна, г	20—25													

Примечание:

* Для лиц, работающих в условиях Крайнего Севера, энерготраты увеличиваются на 15 % и пропорционально возрастают потребности в белках, жирах и углеводах.

** Желаемая физическая активность.

*** Для обеспечения азотистого равновесия минимальная потребность в белке, аминокислотный скор которого с учетом усвояемости соответствует 1,0, составляет 0,83 г на кг массы тела.

Таблица 10

**Оптимальное соотношение долей макронутриентов
в калорийности рациона для мужчин**

Показатели (в сутки)	Группа физической активности													
	1-я (КФА – 1,4)			2-я (КФА – 1,6)			3-я (КФА – 1,9)			4-я (КФА – 2,2)			КФА – 1,7**	
Возраст, лет	18— 29	30— 44	45— 64	18— 29	30— 44	45— 64	18— 29	30— 44	45— 64	18— 29	30— 44	45— 64	65— 74	старше 75
Энергия, ккал*	2400	2300	2150	2750	2650	2450	3250	3150	2900	3800	3650	3400	2400	2300
Белок, % от ккал***	14	14	14	13	13	13	12,5	12,5	12,5	12	12	12	14	14
Жир, % от ккал	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
НЖК, % от ккал	10													
МНЖК, % от ккал	10													
ПНЖК, % от ккал	6—10													

Продолжение табл. 10

Показатели (в сутки)	Группа физической активности													
	1-я (КФА – 1,4)			2-я (КФА – 1,6)			3-я (КФА – 1,9)			4-я (КФА – 2,2)			КФА – 1,7**	
Омега-6, % от ккал	5—8													
Омега-3, % от ккал	1—2													
Углеводы, % от ккал	56	56	56	57	57	57	57,5	57,5	57,5	58	58	58	56	56
Добавлен- ные сахара, % от ккал	< 10													

Примечание:

* Для лиц, работающих в условиях Крайнего Севера, энерготраты увеличиваются на 15 % и пропорционально возрастают потребности в белках, жирах и углеводах.

** Желаемая физическая активность.

*** Для обеспечения азотистого равновесия минимальная потребность в белке, аминокислотный скор которого с учетом усвояемости соответствует 1,0, составляет 0,83 г на кг массы тела.

Таблица 11

Нормы физиологических потребностей в витаминах для мужчин

Показатели (в сутки)	Старше 18 лет
Витамин С, мг	100
Витамин В ₁ , мг	1,5
	0,6 мг/1000 ккал
Витамин В ₂ , мг	1,8
	0,75 мг/1000 ккал
Витамин В ₆ , мг	2,0
Ниацин, мг ниацин экв.	20
	8 мг ниацин экв. /1000 ккал
Витамин В ₁₂ , мкг	3,0
Фолаты, мкг	400
Пантотеновая кислота, мг	5,0
Биотин, мкг	50
Витамин А, мкг рет. экв.	900
Бета-каротин, мг	5,0
Витамин Е (α-токоферол), мг ток. экв.	15
Витамин D, мкг	15*
Витамин К, мкг	120

Примечание: * Для лиц старше 65 лет – 20 мкг.

Таблица 12

**Нормы физиологических потребностей в минеральных веществах
для мужчин**

Показатели (в сутки)	Старше 18 лет
Кальций, мг	1 000*
Фосфор, мг	700
Магний, мг	420
Калий, мг	3 500
Натрий, мг	1 300
Хлориды, мг	2 300
Железо, мг	10
Цинк, мг	12
Йод, мкг	150
Медь, мг	1,0
Марганец, мг	2,0
Молибден, мкг	70
Селен, мкг	70
Хром, мкг	40

Примечание: * Для лиц старше 65 лет – 1 200 мг.

Таблица 13

Адекватные уровни потребления минеральных веществ для мужчин

Показатели (в сутки)	Старше 18 лет
Кобальт, мкг	10
Фтор, мг	4,0
Кремний, мг	30
Ванадий, мкг	15

**5.2. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых
веществах для женщин**

Таблица 14

Макронутриенты (женщины)

Показатели (в сутки)	Группа физической активности													
	1-я (КФА – 1,4)			2-я (КФА – 1,6)			3-я (КФА – 1,9)			4-я (КФА – 2,2)			КФА – 1,7**	
Возраст, лет	18— 29	30— 44	45— 64	18— 29	30— 44	45— 64	18— 29	30— 44	45— 64	18— 29	30— 44	45— 64	65— 74	стар- ше 75
Энергия, ккал*	1900	1800	1700	2200	2100	1950	2600	2500	2300	3000	2850	2700	1900	1800

Продолжение табл. 14

Показатели (в сутки)	Группа физической активности													
	1-я (КФА – 1,4)			2-я (КФА – 1,6)			3-я (КФА – 1,9)			4-я (КФА – 2,2)			КФА – 1,7**	
Белок, г***	67	63	60	72	68	63	81	78	72	90	86	81	67	63
В т. ч. жи- вотный	34	32	30	36	34	32	41	39	36	45	43	41	34	32
Жиры, г	63	60	57	73	70	65	87	83	77	100	95	90	63	60
Углеводы, г	266	252	238	314	299	278	374	359	331	435	413	392	266	252
Пищевые волокна, г	20—25													

Примечание:

* Для лиц, работающих в условиях Крайнего Севера, энерготраты увеличиваются на 15 % и пропорционально возрастают потребности в белках, жирах и углеводах.

** Желаемая физическая активность.

*** Для обеспечения азотистого равновесия минимальная потребность в белке, аминокислотный скор которого с учетом усвояемости соответствует 1,0, составляет 0,83 г на кг массы тела.

Таблица 15

**Оптимальное соотношение долей макронутриентов
в калорийности рациона для женщин**

Показатели (в сутки)	Группа физической активности													
	1-я (КФА – 1,4)			2-я (КФА – 1,6)			3-я (КФА – 1,9)			4-я (КФА – 2,2)			КФА – 1,7**	
Возраст, лет	18— 29	30— 44	45— 64	18— 29	30— 44	45— 64	18— 29	30— 44	45— 64	18— 29	30— 44	45— 64	65— 74	стар- ше 75
Энергия, ккал*	1900	1800	1700	2200	2100	1950	2600	2500	2300	3000	2850	2700	1900	1800
Белок, % от ккал***	14	14	14	13	13	13	12,5	12,5	12,5	12	12	12	14	14
Жиры, % от ккал	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
НЖК, % от ккал	10													
МНЖК, % от ккал	10													
ПНЖК, % от ккал	6—10													
Омега-6, % от ккал	5—8													
Омега-3, % от ккал	1—2													
Углеводы, % от ккал	56	56	56	57	57	57	57,5	57,5	57,5	58	58	58	56	56
Добавлен- ные сахара, % от ккал	< 10													

Примечание:

* Для лиц, работающих в условиях Крайнего Севера, энерготраты увеличиваются на 15 % и пропорционально возрастают потребности в белках, жирах и углеводах.

** Желаемая физическая активность.

*** Для обеспечения азотистого равновесия минимальная потребность в белке, аминокислотный скор которого с учетом усвояемости соответствует 1,0, составляет 0,83 г на кг массы тела.

Таблица 16

Нормы физиологических потребностей в витаминах для женщин

Показатели (в сутки)	Старше 18 лет
Витамин С, мг	100
Витамин В ₁ , мг	1,5
	0,6 мг/1000 ккал
Витамин В ₂ , мг	1,8
	0,75 мг/1000 ккал
Витамин В ₆ , мг	2,0
Ниацин, мг ниацин экв.	20
	8 мг ниацин экв. /1000 ккал
Витамин В ₁₂ , мкг	3,0
Фолаты, мкг	400
Пантотеновая кислота, мг	5,0
Биотин, мкг	50
Витамин А, мкг рет. экв.	800
Бета-каротин, мг	5,0
Витамин Е (α-токоферол), мг ток. экв.	15
Витамин D, мкг	15*
Витамин К, мкг	120

Примечание: * Для лиц старше 65 лет – 20 мкг.

Таблица 17

Нормы физиологических потребностей в минеральных веществах для женщин

Показатели (в сутки)	Старше 18 лет
Кальций, мг	1 000*
Фосфор, мг	700
Магний, мг	420
Калий, мг	3 500
Натрий, мг	1 300
Хлориды, мг	2 300

Продолжение табл. 17

Показатели (в сутки)	Старше 18 лет
Железо, мг	18
Цинк, мг	12
Йод, мкг	150
Медь, мг	1,0
Марганец, мг	2,0
Молибден, мкг	70
Селен, мкг	55
Хром, мкг	40

Примечание: * Для лиц старше 65 лет – 1200 мг.

Таблица 18

Адекватные уровни потребления минеральных веществ для женщин

Показатели (в сутки)	Старше 18 лет
Кобальт, мкг	10
Фтор, мг	4,0
Кремний, мг	30
Ванадий, мкг	15

Таблица 19

**Потребности в энергии и пищевых веществах для женщин
в период беременности и кормления ребенка**

Показатели (в сутки)	Беременные			Кормящие	
	1 триместр	2 триместр	3 триместр	1—6 мес.	7—12 мес.
Энергия и макронутриенты					
Белки, % от ккал	12	12—15	12—15	12—15	12—15
Жиры, % от ккал	30—33			30—33	
Углеводы, % от ккал	55—58			55—58	
Дополнительные потребности в энергии и пищевых веществах					
Энергия, ккал	–	250	350	500	450
Белок, г	–	10	30	40	30
Жир, г	–	10	12	15	
Углеводы, г	–	30		50	
ДГК, мг	200			200	

**Потребности в витаминах и минеральных веществах женщин
в период беременности и кормления ребенка**

Показатели (в сутки)	Беременные			Кормящие	
	1 триместр	2 триместр	3 триместр	1—6 мес.	7—12 мес.
Витамин С, мг	110	110	110	130	130
Витамин В ₁ , мг	1,5	1,7	1,7	1,8	1,8
Витамин В ₂ , мг	1,8	2,0	2,0	2,1	2,1
Витамин В ₆ , мг	2,0	2,3	2,3	2,5	2,5
Ниацин, мг ниацин. экв.	20	20	20	20	20
Витамин В ₁₂ , мкг	3,0	3,5	3,5	3,5	3,5
Фолат, мкг	600	600	600	500	500
Пантотеновая кислота, мг	5,0	6,0	6,0	7,0	7,0
Биотин, мкг	50	50	50	50	50
Витамин А, мкг рет. экв.	800	900	900	1200	1200
Бета-каротин, мг	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Витамин Е (α-токоферол), мг ток. экв.	15	17	17	19	19
Витамин D, мкг	15	15	15	15	15
Витамин К, мкг	120	120	120	120	120
Кальций, мг	1000	1300	1300	1400	1400
Фосфор, мг	700	900	900	900	900
Магний, мг	420	450	450	450	450
Калий, мг	2500	2500	2500	2500	2500
Натрий, мг	1300	1300	1300	1300	1300
Хлориды, мг	2300	2300	2300	2300	2300
Железо, мг	18	33	33	18	18
Цинк, мг	12	15	15	15	15
Йод, мкг	150	220	220	290	290
Медь, мг	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Молибден, мкг	70	70	70	70	70
Марганец, мг	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Селен, мкг	55	55	55	55	55
Хром, мкг	50	50	50	50	50

**5.3. Нормы физиологических потребностей в энергии
и пищевых веществах для детей**

Таблица 21

**Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах,
витаминах и минеральных веществах**

№	Показатели (в сутки)	Возрастные группы									
		0— 3 мес.	4— 6 мес.	7— 11 мес.	1—2 г	3—6 лет	7— 10 лет	11—14 лет ^{***}		15—17 лет ^{***}	
		маль- чики	де- вочки	юно- ши	де- вушки						
Энергия и пищевые вещества											
1	Энергия, ккал	115*	115*	110*	1300	1800	2 100	2 500	2 300	2 900	2 500
2	Белок, г	—	—	—	39	54	63	75	69	87	75
	в т. ч. живот- ный (%)	—	—	—	70	65	60				
	** г/кг массы тела	2,2	2,6	2,9	—	—	—	—	—	—	—
3	Жиры, г	6,5*	6*	5,5*	44	60	70	83	77	97	83
	ДГК, мг	100				—					
	ДГК+ЭПК, мг	—				250					
	Холестерин, мг	—	—	—	< 300						
4	Углеводы, г	13*	13*	13*	188	261	305	363	334	421	363
	Пищевые во- локна, г	—	—	—	10	12	16	20		22	
5	Витамины										
	Витамин С, мг	30	35	40	45	50	60	70	60	90	70
	Витамин В ₁ , мг	0,3	0,4	0,5	0,8	0,9	1,1	1,3		1,5	1,3
	Витамин В ₂ , мг	0,4	0,5	0,6	0,9	1,0	1,2	1,5		1,8	1,5
	Витамин В ₆ , мг	0,4	0,5	0,6	0,9	1,2	1,5	1,7	1,6	2,0	1,6
	Ниацин, мг ниац. экв.	5,0	6,0	7,0	8,0	11,0	15,0	18,0		20,0	18,00
	Витамин В ₁₂ , мкг	0,3	0,4	0,5	0,7	1,5	2,0	3,0			
	Фолаты, мкг	50		60	100	200		300—350		400	
	Пантотеновая кислота, мг	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0		3,5		5,0	4,0
	Биотин, мкг	10			10	15	20	25		50	
	Витамин А, мкг рет. экв	400			450	500	700	1 000	800	1 000	800
	Витамин Е (α-токо- ферол), мг ток. экв	3,0		4,0	4,0	7,0	10,0	12,0		15,0	
	Витамин D, мкг	10,0			15						
	Витамин К, мкг	30			30	55	60	80	70	120	100

Продолжение табл. 21

№	Показатели (в сутки)	Возрастные группы											
		0— 3 мес.	4— 6 мес.	7— 11 мес.	1—2 г	3—6 лет	7— 10 лет	11—14 лет ^{***}		15—17 лет ^{***}			
								маль- чики	девоч- ки	юно- ши	де- вушки		
6	Минеральные вещества												
	Кальций, мг	400	500	600	800	900	1 100	1200					
	Фосфор, мг	300	400	500	600	700	800	900	900				
	Магний, мг	55	60	70	80	200	250	300	400				
	Калий, мг	—	—	—	1000	1500	2000	2500	3200				
	Натрий, мг	200	280	350	500	700	1 000	1 100	1 300				
	Хлориды, мг	300	450	550	800	1 100	1 700	1 900	2 300				
	Железо, мг	4,0	7,0	10,0	10,0		12,0		15,0	18,0			
	Цинк, мг	3,0		4,0	5,0	8,0	10,0	12,0					
	Йод, мкг	70			90			130	150				
	Медь, мг	0,5			0,5	0,6	0,7	0,8	1,0				
	Марганец, мг	—		0,02— 0,5	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0				
	Молибден, мкг	—		10	15	20	30	45	65				
	Селен, мкг	10	12		15	20	30	40	50				
	Хром, мкг	—	—	—	11	15		25	35				
	Фтор, мг **	—	—	0,4	0,6	0,9 (м)	1,0 (д)	1,4 (м)	1,5 (д)	2,2	2,3	2,8	3,2

Примечание:

* Потребности для детей первого года жизни, находящихся на искусственном вскармливании, в энергии, белках, жирах, углеводах даны в г/кг массы тела;

** Адекватный уровень потребления.

*** При организации питания в организованных детских коллективах потребности детей старших возрастных групп в энергии и пищевых веществах, имеющие деление по половому признаку, следует рассчитывать по большему значению.

Таблица 22

**Оптимальное соотношение доли макронутриентов
в калорийности рациона для детей**

Показатели (в сутки)	Возрастные группы									
	0— 3 мес.	4— 6 мес.	7— 11 мес.	1—2 г	3—6 лет	7—10 лет	11—14 лет		15—17 лет	
							маль- чки	девоч- ки	юно- ши	девуш- ки
Энергия и пищевые вещества										
1 Энергия, ккал	115*	115*	110*	1300	1 800	2 100	2 500	2 300	2 900	2 500
2 Белок, % от ккал	—	—	10—15	12—15						
3 Жиры, % от ккал	—	—	—	30—40	25—35					
ПНЖК, % от ккал	—	—	—	5—10	6—10					
Омега-6, % от ккал	—	—	—	4—9	5—8					
Омега-3, % от ккал	—	—	—	0,8—1	1—2					
4 Углеводы, % от ккал	—	—	—	55—60						
в т. ч. сахара, % от ккал	—	—	—	< 10						

Примечание: * Потребности для детей первого года жизни в энергии, жирах, углеводах даны в г/кг массы тела.

**5.4. Адекватные уровни потребления минорных биологически
активных веществ пищи**

Таблица 23

**Адекватные уровни потребления минорных
биологически активных веществ пищи для взрослых**

Пищевые вещества	Адекватный уровень потребления для взрослых, мг/сутки
Витаминоподобные соединения	
Мионозит (инозит)	500
L-Карнитин	300
Коэнзим Q10 (убихинон)	30
Липоевая кислота	30
Метилметионинсульфоний	200
Оротовая кислота	300
Парааминобензойная кислота	100
Холин	500
Индольные соединения	
Индол-3-карбинол	50
Фенольные соединения	
<i>Фенольные кислоты</i>	
Гидроксibenзойные кислоты (галловая, эллаговая и др.)	50

Продолжение табл. 23

Пищевые вещества	Адекватный уровень потребления для взрослых, мг/сутки
Гидроксикоричные кислоты (хлорогеновые, феруловая, цикориевая, кафтаровая и др.)	200
<i>Флавоноиды</i>	
Флавонолы (кверцетин, кемпферол, мирицетин, изорамнетин и их гликозиды в пересчете на агликон)	30
Флаваноны (гесперетин, нарингенин, эриодиктиол и их гликозиды в пересчете на агликон)	30
Флаван-3-олы (эпигаллокатехин, эпикатехин, катехин и их галлаты)	200
Флавоны (апигенин, лютеолин и их гликозиды в пересчете на агликон)	10
Антоцианины (гликозиды цианидина, мальвидина, пеларгонидина, дельфинидина, петунидина)	50
Изофлавоноиды (генистеин, глицитеин, дайдзеин и их гликозиды в пересчете на агликон)	2
<i>Полимерные фенольные соединения</i>	
Конденсированные танины (проантоцианидины)	200
Гидролизуемые танины (галло- и эллаготанины)	200
<i>Стильбены</i>	
Ресвератрол, пикаетаннол, виниферин и их гликозиды в пересчете на агликон	2
Биологически активные вещества липидной природы	
β -ситостерин	100
Стигмастерин	100
β -ситостерол-D-гликозид	100
Другие биологически активные вещества	
Карнозин	200
Глюкозамин сульфат	700

Таблица 24

Адекватные уровни потребления биологически активных веществ пищи для детей

Показатель	Величины потребления в зависимости от возраста детей, мг/сутки			
	0—12 мес.	1—3 года	4—6 лет	7—18 лет
Мионозит (инозит)	30—40	50—60	80—100	200—500
L-Карнитин	10—15	30—50	60—90	100—300
Холин	50—70	70—90	100—200	200—500
Флавоноиды (за счет фруктов и овощей)	—	—	—	150—250
в т. ч. флаван-3-олов (катехинов)	—	—	—	50—100

VI. Микробиом кишечника и пути его поддержания с помощью алиментарных факторов

Микробиом человека и его наиболее многочисленная составляющая, ассоциированная с кишечником, является постоянно действующей сложноорганизованной экосистемой, определяющей множество функций организма-хозяина. Состав микробиома, взаимодействие его представителей с анатомическими структурами слизистой и метаболитный пул в просвете кишечника определяются состоянием иммунитета и потребностями человека в пищевых веществах в различные периоды жизни – от рождения до старости. Кишечный гомеостаз поддерживается поступлением определённого набора нутриентов, способствующих отбору тех видов микроорганизмов, которые обладают генетической способностью к метаболизации этих веществ, выживают и работают в создающейся среде. В свою очередь, биологическая активность и соотношение продуцируемых микроорганизмами метаболитов зависят от качества и количества нутриентов при их поступлении с пищей.

Кишечный микробиом принимает участие в регуляции иммунитета, обеспечивает защиту хозяина от инфекций, поддерживает энергетический гомеостаз и адаптационный потенциал организма. Равновесие и адекватная активность этой микробной экосистемы способствуют сохранению постоянства внутренней среды организма и отсутствию патологических изменений [54—55].

На фоне неоптимального питания в микробиоме возникают дисбиотические сдвиги, которые без своевременной коррекции могут способствовать хронизации пищеварительных расстройств, мальабсорбции, нарушениям минерального, белкового и жирового обмена, в том числе за счёт изменений всасывания и усвоения ряда эссенциальных нутриентов, таких как кальций, витамин D, потерь белка и незаменимых аминокислот [56—58].

Важнейшую для организма роль играют регуляторы метаболизма – короткоцепочечные жирные кислоты (КЦЖК), иммунные и нейрональные эффекторы, синтезируемые микробиотой в процессе пищеварения и усвоения пищи.

Справочная информация об основных таксономических и функциональных характеристиках кишечного микробиома приведена в приложении 4 к настоящим МР.

6.1. Состав кишечного микробиома взрослых людей

6.1.1. Основные признаки, характеризующие нормальный микробиом:

- непроницаемость кишечного барьера, отсутствие транслокации патогенов, антигенов и эндотоксина;
- отсутствие системного воспаления и повышенного сбора и передачи энергии флорой хозяину;

– устойчивый антагонизм защитной микрофлоры против кишечных патогенов;

– формирование адекватного профиля и уровней КЦЖК, обеспечивающих энергию для колоноцитов, передачу сигналов на периферию рецепторам органов и систем для контроля протекания липогенеза и глюконеогенеза, индукции иммунцитов и иммунных белков;

– участие в метаболизме макронутриентов и контаминантов пищи.

6.1.2. Качественно-количественные показатели нормального кишечного микробиома.

Критерием оценки кишечной микробиоты здоровых взрослых людей в возрасте от 19 до 65 лет с нормальным ИМТ, потребляющих сбалансированные по энергетической и пищевой ценности рационы, адекватные возрасту и энергозатратам, является комплекс таксономических, популяционных, иммунометаболических характеристик микробного сообщества (табл. 25), значения которых определяются в кале [63, 64, 84, 93–103].

Таблица 25

**Основные качественно-количественные показатели
кишечного микробиома взрослых людей**

№	Показатели	Значения
Таксономические и популяционные характеристики		
1	Метагеномная характеристика сообщества в ранге филумов (филотипов); соотношение в ДНК, выделенной из содержимого кишечника, %	Наличие 7 основных филотипов <i>Firmicutes</i> , <i>Bacteroidetes</i> , <i>Actinobacteria</i> , <i>Proteobacteria</i> , <i>Verrucomicrobia</i> , <i>Fusobacteria</i> , <i>Euryarchaeota</i> (<i>Methanobacteraeota</i>) Соотношение <i>Bacteroidetes</i> : <i>Firmicutes</i> (индекс <i>B / F</i>) – 1,7—6,0
2	Наличие в составе микробиоты представителей основного микробиома (таксонов в ранге рода и вида, % и диапазон содержания, lg КОЕ/г кала) соотношение в ДНК, выделенной из содержимого кишечника (индекс <i>Bfr / Fprau</i>)	Роды и виды <i>Bifidobacteria</i> , <i>Atopobium</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Bacteroides</i> spp., в т. ч. <i>B. fragilis</i> , <i>Bacteroides thetaiotaomicron</i> , <i>Parabacteroides</i> , <i>Prevotella</i> , <i>Alistipes</i> spp., <i>Faecalibacterium prausnitzii</i> , <i>Blautia</i> , <i>Dorea</i> , <i>Ruminococcus</i> , <i>Roseburia</i> , <i>Coprococcus</i> , <i>Clostridium</i> spp. (кроме <i>C. perfringens</i> , <i>C. botulinum</i>), <i>Lachnobacterium</i> , <i>Anaerostipes</i> , <i>Enterococcus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Akkermansia</i> spp., <i>Methanobrevibacter smithii</i>) Соотношение видов <i>Bacteroides fragilis</i> : <i>Faecalibacterium prausnitzii</i> – не более 1,3
3	Встречаемость условно-патогенных и патогенных микроорганизмов (% и диапазон содержания, lg КОЕ/г кала)	Не должны присутствовать: <i>C. difficile</i> , <i>Salmonella</i> spp., <i>Shigella</i> spp., <i>Klebsiella</i> spp., <i>Pseudomonadaceae</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Campylobacter coli</i> & <i>jejuni</i> & <i>lari</i> , <i>Helicobacter pylori</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> ;

№	Показатели	Значения	
		Могут выделяться транзиторно: <i>Fusobacterium spp.</i> , <i>Candida spp.</i> , в количестве не более 4	
4	Уровень α -разнообразия (число видов кишечной микробиоты индивида)	Индекс Пиелу – более 0,4	
Показатели активности защитных и факультативных популяций (маркеры антагонизма)			
5	Кислотообразование у бифидобактерий (ед. рН в среде культивирования первой генерации)	Не более 4,5	
6	Гемолитическая активность аэробных и анаэробных микроорганизмов, %	Число КОЕ с признаками гемолиза эритроцитов в среде культивирования – менее 10 % от общего количества КОЕ/г кала	
Иммунологические и метаболические характеристики копрофильтрата			
7	Содержание КПЖК, в том числе ацетата (А), пропионата (П), бутирата (Б)	мМоль/л, Σ	соотношение А : П : Б
		50—150	3 : 1 : 1
8	концентрация аммиака фекальные аминокислоты и их производные, частота обнаружения, %, не более	β -аспартилглицин	0
		γ -аминоуксусная	0
		β -аспартиллизин	0—10
		β -аланин	0—5
		5-аминовалериановая	0—10
		γ -аминоизомасляная	0—10
9	Концентрация секреторного IgA, мг/л	в пределах 0—50	
10	Суммарная антилизоцимная, антииммуноглобулиновая и антиинтерфероновая активности (индекс ингибирования тест-культур, частота обнаружения, %)		
11	Кислотность содержимого толстой кишки, ед. рН	от 7,0 до 7,5	

6.2. Возрастные особенности формирования кишечного микробиома

Поддержание оптимального состава и функциональной активности кишечного микробиома имеет наиболее важное значение в критические периоды онтогенеза (новорожденность, ранний возраст, пубертатный период, беременность у женщин, старение) и при стрессовых воздействиях на организм во избежание формирования в микробиоме неправильных генных соотношений и их закрепления в иммунном и метаболическом фенотипе хозяина [55, 85, 104]. Кишечная микробиота в процессе жизнедеятельности человека проходит несколько этапов, каждый из которых связан со сменой характера питания. Она проявляется се-

лекцией популяций с новыми метаболическими свойствами, изменением профиля КЦЖК и биоразнообразия.

6.2.1. Кишечный микробиом детей раннего возраста характеризуется преобладанием филума актинобактерий и низким α -разнообразием, низкой активностью микробных энзимов, связанной с этим недостаточной ферментацией сложных углеводов, более низкой по сравнению со взрослыми концентрацией КЦЖК бутирата и пропионата, а также незрелостью локального кишечного иммунитета.

Факторами, негативно влияющими на становление кишечной микробиоты в период раннего онтогенеза, являются недоношенность, рождение кесаревым сечением, подверженность острым вирусным и бактериальным инфекциям респираторного тракта и ЖКТ, назначение антибиотиков, искусственное вскармливание и неадекватный прикорм.

У детей на искусственном вскармливании, особенно у рождённых кесаревым сечением, формируется преобладание фирмикутов над бактериоидетами (индекса F/B), снижается видовое разнообразие бифидобактерий с доминированием *B. adolescentis* (вследствие отсутствия селективного давления пребиотических компонентов грудного молока, ориентированных на *B. longum ssp. infantis* \rightarrow *B. bifidum* \rightarrow *B. breve*), снижается уровень КЦЖК ацетата [105].

Терапевтическое применение антибиотиков у младенцев и потребление их в малых дозах с контаминированной пищей является детерминантой отсроченных метаболических патологий. Через ряд микробно-зависимых эффектов формируется стойкий обезогенный фенотип микробиоты (изменение профиля КЦЖК и метаболического сигналинга, персистенция провоспалительных таксонов и таксонов, способных к повышенному сбору энергии) и рост жировой ткани. В дальнейшем это также усиливает алиментарное ожирение, вызванное избытком жира и энергии в рационе [106, 107].

Окончательное формирование зрелой микробиоты у детей завершается к 5 годам жизни, а основным фактором, задерживающим созревание и достижение ею стабильного биоразнообразия, является искусственное вскармливание.

6.2.2. У здоровых взрослых людей состав кишечного микробиома достаточно стабилен и менее подвержен эндогенным влияниям, а за счёт высокого биоразнообразия способен к быстрому восстановлению при стрессах и воздействии неблагоприятных факторов окружающей среды. Однако потребление несбалансированных рационов питания, недостаток пищевых волокон, длительные пищевые дефициты и ряд других факторов создают риск развития дисбиотических нарушений [104].

6.2.3. У людей старше 65 лет на фоне эндогенных факторов, влияющих на усвоение пищи (атрофические изменения в ЖКТ, падение активности пищеварительных ферментов, адентия), происходит обеднение и снижение стабильности микрофлоры, пролиферация условно-патогенных протеобактерий и протеолитов, убывание соотношения *Firmicutes/Bacteroidetes*, прирост фузобактерий, веррукомикробия, истончающих муциновый слой на слизистых [108]. Формирующийся дисбиоз увеличивает проницаемость кишечника для липополисахаридов клеточных стенок грамотрицательных бактерий (ЛПС), изменяет локальный иммунитет и создаёт условия, благоприятные для перманентного системного воспалительного ответа, развития на этом фоне старческой астении, возрастных и сопутствующих заболеваний.

6.3. Пути поддержания кишечного микробиома с помощью алиментарных факторов

Принципы и рекомендуемые пути поддержания кишечного микробиома в процессе жизнедеятельности включают:

6.3.1. У детей раннего возраста:

– максимальную поддержку грудного вскармливания от рождения до 12 месяцев;

– при искусственном вскармливании – потребление максимально адаптированных смесей, отвечающих критерию бифидогенности по белковому, углеводному и жировому компонентам.

6.3.2. У детей старше 3 лет и взрослых:

– долговременное потребление пробиотиков и пребиотиков, преимущественно мультикомпонентных (мультиштаммовых, синбиотических);

– постоянное включение в рационы пищевых и биологически активных веществ на основе смесей растительных полисахаридов и пребиотиков, являющихся субстратами для формирования и обеспечения правильного профиля эндогенных метаболитов-регуляторов иммунитета и метаболизма – КЦЖК ацетата, пропионата, бутирата;

– регулярное потребление кисломолочных и квашенных продуктов – источников дополнительных экзогенных ферментов (галактозидаз, пептидаз), частично расщеплённого белка и живых микроорганизмов, в том числе пробиотических, контактирующих с иммунными клетками кишечника;

– обогащение рационов биологически активными веществами фитохимического происхождения (полифенолов и биофлавоноидов), проявляющих регулирующее действие на состав микробиоты и укрепляющих целостность эпителиального барьера кишечника.

6.3.3. Для пожилых людей рекомендуется ежедневное потребление неперевариваемых волокон (клетчатки, гемицеллюлозы) для профилактики дефицита бутират-продуцирующей микрофлоры в кишечнике, а также диетологическая коррекция выявленных нарушений и основной патологии.

Оценка вероятностного риска недостаточного потребления пищевых веществ

При использовании норм для оценки расчетов потребления пищевых веществ для детей и взрослых необходимо иметь в виду следующее:

- величины для пищевых веществ, представленные в нормах, носят групповой характер, т. е. индивидуальная потребность (далее – ИП) каждого человека будет ниже величины физиологической потребности;

- показатели ИП в популяции для пищевых веществ имеют нормальное распределение, т. е. потребности 95 % популяции находятся в пределах двух стандартных отклонений от средней величины потребности (далее – СП) (рис. 1.1);

- СП означает, что одна половина популяции (50 %) имеет ИП ниже СП, а другая выше СП. Фактическое потребление на уровне СП будет свидетельствовать о вероятностном риске недостаточного потребления у 50 % населения (рис. 1.1);

- около 2,5 % популяции будут иметь ИП на два стандартных отклонения (около 30 %) ниже СП. Фактическое потребление на этом уровне будет достаточным только для 2,5 % популяции, а для подавляющей части популяции (почти 98 %) такой уровень потребления будет явно недостаточным. Потребление на этом уровне будет свидетельствовать о вероятностном риске недостаточного потребления у 98 % населения.

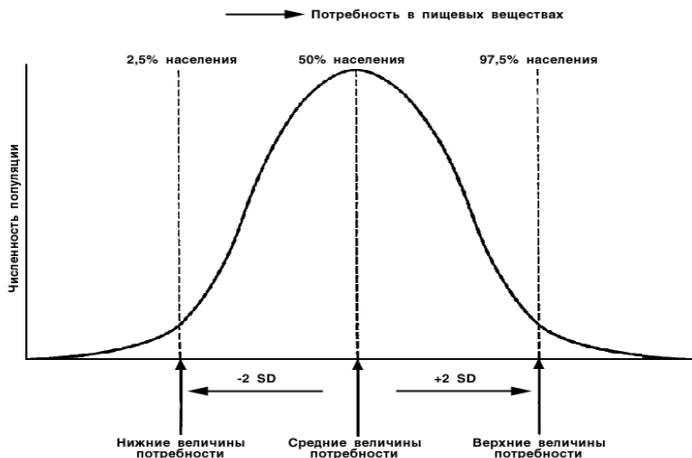


Рис. 1.1. Распределение ИП в пищевых веществах у населения

Коэффициенты пересчета для эквивалентов витаминов

Витамин	Пищевые эквиваленты	
Никотиновая кислота	1 мг эквивалентов никотиновой кислоты (NE) =	1 мг никотиновой кислоты 60 мг триптофана
Фолиевая кислота	Эквиваленты 1 мкг пищевой фолиевой кислоты (DFE) =	1 мкг пищевой фолиевой кислоты добавление 0,6 мкг фолиевой кислоты в пищу или прием во время еды в качестве добавки прием 0,5 мкг фолиевой кислоты в качестве добавки натошак
Витамин А	1 мкг эквивалентов активности ретинола (RAE) = ИЛИ	1 мкг ретинола 12 мкг β-каротина 24 мкг других каротиноидов (провитамина А)
	1 мкг эквивалентов ретинола (RE) =	1 мкг ретинола 6 мкг β-каротина 12 мкг других каротиноидов (провитамина А)
Витамин Е	1 мг α-токоферола	1 мг RRR-α-токоферола (d-α-токоферола)

Энергетическая ценность пищевых веществ

Пищевое вещество	Энергетическая ценность, ккал/г
Белки	4,0
Жиры	9,0
Углеводы, в том числе моно- и дисахариды	4,0
<i>Сумма моно- и дисахаридов, определенная экспериментально</i>	3,8
<i>Сахароспирты (ксилит, сорбит и др. за исключением эритрита)</i>	2,4*
<i>Эритрит</i>	0
<i>Крахмал, определенный экспериментально</i>	4,1
<i>Пищевые волокна</i>	2
Этиловый спирт (этанол)	7,0
Многоатомные спирты (глицерин)	2,4
Органические кислоты (другие)	3,0
<i>Уксусная кислота</i>	3,5
<i>Яблочная кислота</i>	2,4
<i>Молочная кислота</i>	3,6
<i>Лимонная кислота</i>	2,5

Примечание:

* По таблицам McCance and Widdowson. The Composition of Foods, 5 ed, appendix 4, 1994. P. 170.

Основные таксономические и функциональные характеристики кишечного микробиома

1. Общие характеристики

Кишечный микробиом на межиндивидуальном и внутриндивидуальном уровнях характеризуется чрезвычайным разнообразием и изменчивостью, в его составе присутствует от 1000 до 2000 ОТЕ, к числу культивируемых видов относится не более 40 %. Общие для большинства людей ОТЕ, которые выявляют практически у всех групп населения (основной микробиом), представлены 12—21 таксонами (около 160 видов). Особенности и биоразнообразие микробиоты на уровне индивида, как правило, являются неизменными [64, 65].

Состав и соотношение микробных популяций основного микробиома зависят от факторов питания и функционально-анатомических характеристик ЖКТ в различные возрастные периоды человека. Качественный и количественный состав микрофлоры может изменяться при ряде заболеваний, в том числе сопровождающихся диареей, при лечении антибиотиками, нарушениях питания (несбалансированные диеты, пищевые дефициты).

В микробиоте кишечника превалируют 4 бактериальных филума – *Firmicutes* (F), *Bacteroidetes* (B), *Proteobacteria* (P) и *Actinobacteria* (A); они составляют более 95 % идентифицированных таксонов. Филумы *Fusobacteria*, *Verrucomicrobia*, *Euryarchaeotae* и *Cyanobacteria* являются субдоминантными и составляют не более 5 % (табл. 4.1). Доля других сообществ, способных быть как симбионтами, так и паразитами человека (грибы, вирусы, гельминты, простейшие), находится на уровне ~0,2 % [66—68].

Таблица 4.1

**Филумы в кишечном микробиоме здоровых взрослых людей
(% в общем пуле идентифицированных таксонов)**

Превалирующие филумы (суммарно ~95 %)		Субдоминантные филумы (суммарно до 5 %)	
Филум	Характеристика	Филум	Характеристика
<i>Firmicutes</i> (фирмикуты)	Грамположительные бактерии с толстой клеточной стенкой, образующие и не образующие спор (~52 %)	<i>Verrucomicrobia</i> (веррукомикробия)	Муциндеградирующие анаэробные бактерии

Продолжение табл. 4.1

Преобладающие филумы (суммарно ~95 %)		Субдоминантные филумы (суммарно до 5 %)	
Филум	Характеристика	Филум	Характеристика
<i>Bacteroidetes</i> (бактероидеты)	Грамотрицательные неспорообразующие облигатные анаэробные бактерии (~23 %)	<i>Euryarchaeota</i> (эуархеоты)	Метаногенные, водород-утилизирующие бесспорные археи
<i>Proteobacteria</i> (протеобактерии)	Грамотрицательные неспорообразующие аэробные, факультативно-анаэробные и анаэробные бактерии с внешней ЛПС-мембраной (~ 12 %)	<i>Fusobacteria</i> (фузобактерии)	Грамотрицательные полиморфные анаэробные бактерии
<i>Actinobacteria</i> (актинобактерии)	Грамположительные анаэробные и микроаэрофильные бактерии (~7—8 %)	<i>Cyanobacteria</i> (цианобактерии)	Одноклеточные синезеленые водоросли

2. Характеристика основных филумов кишечного микробиома

Firmicutes. В состав филума входят представители родов и видов с разным типом дыхания. Основными являются *Eubacteria*, *Lactobacillus*, *Clostridium*, *Lachnobacterium*, *Roseburia*, *Faecalibacteria*, *Blautia*, *Dorea*, *Bacillus*, *Mycoplasma*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Leuconostoc*, *Staphylococcus spp.* Наиболее важная функция – метаболизм сложных углеводов, в том числе нерастворимых полисахаридов, а также не утилизированного в верхних отделах ЖКТ белка.

Bacteroidetes. Представлены четырьмя классами: *Bacteroidia* (*Bacteroides*, *Prevotella*, *Porphyromonas*, *Alistipes spp.*), *Flavobacteriia* (*Flavobacterium sp.*), *Cytophagia* (*Carnocytophaga*, *Odoribacter*), *Sphingobacteriia* (*Sphingobacterium sp.*), которые участвуют в деградации полисахаридов, метаболизме желчных кислот, холина, белков и аминокислот, продуцируя метаболиты-медиаторы [60, 69].

Actinobacteria. Наиболее распространены *Bifidobacterium*, *Propionibacterium*, *Corynebacterium*, *Frankia*, *Arthrobacter*, *Micrococcus*, *Mycobacterium*, большая часть которых – сахаролитики, способные гидролизовать сложные углеводы (включая мукополисахарид), образователи гликокаликса – фактора колонизационной резистентности кишечной слизи [68].

Proteobacteria. Наряду с симбионтами в состав филума входят условно-патогенные и патогенные бактерии с разными морфотипами и типами питания (использующие как простые (аммоний, цитраты, моносахара), так и сложные вещества (аминокислоты, белки), гетерогенные по двигательной активности, продуцирующие разнообразные промежу-

точные метаболиты. На основании анализа 16S рПНК протеобактерии подразделяют на 6 классов: Alpha-, Beta-, Gamma-, Delta-, Epsilon- и Zeta. В класс Alpha входят виды, способные к спиртовому брожению, Beta – нитрификаторы, Gamma – метанотрофы, а также значимые для микробиоты семейства *Enterobacteriaceae*, *Vibrionaceae*, *Pseudomonadaceae*. К классу Delta относятся сульфат-редукторы, анаэробные железобактерии, к Epsilon – использующие серу и водород в качестве источника энергии сульфоспириллы, а также возбудители инфекций *C. jejuni* и *H. pylori* [70].

Субдоминантные филумы. Включают в основном некультивируемые группы бактерий, в том числе: *Fusobacteria* – представлены семействами *Fusobacteriaceae* и *Leptotrichiaceae*, 11 родами, физиологическая роль которых до конца не выяснена; *Verrucomicrobia* – 18 родов, в том числе *Akkermansia (A.muciniphila)* и *Prostheco bacter sp.*, утилизирующие различные сахара и гликопротеиды (муцин); *Euryarchaeota* – состоит из 8 классов архей (галобактерии, метанобактерии, археоглобы, метанококки, термококки и др. экстремофилы). Присутствие некультивируемых архей – продуцентов метана, в том числе рода *Methanobrevibacter (M. smithii)*, обеспечивает утилизацию водорода, образующегося при гидролизе углеводов; *Cyanobacteria* – бактерии, способные к фиксации атмосферного азота, присутствуют в кишечнике непостоянно, роль в макроорганизме пока не изучена.

3. Взаимосвязь филумов кишечного микробиома

Взаимодействие между филумами кишечного микробиома основано на обеспечении взаимных трофических путей, поэтому формирование стабильной структуры микробного сообщества определяется составом и количеством пищевых веществ, потребляемых хозяином и трансформируемых в ЖКТ с участием эукариотических и микробных факторов. Таксономические вариации на уровне филумов и уровни биоразнообразия позволяют оценивать общее состояние микробиома в зависимости от особенностей состояния питания лиц в разных возрастных группах.

Информативным маркером состояния микробиома в его связи с нутриомом является соотношение между численностью филумов *Bacteroidetes* и *Firmicutes* (индекс «B : F»), которое в норме модифицируется только при физиологически обусловленной возрастной смене характера питания [71—72].

4. Функциональные свойства кишечной микробиоты

Нормальная микрофлора выполняет функции биологического защитного барьера в кишечнике и стимулятора иммунной системы организма, обеспечивая его колонизационную резистентность и адаптацию к

окружающей среде. В основе данных процессов лежит физическое взаимодействие микробных тел и структур с эпителиальными клетками и лимфоидным аппаратом кишечника, выработка ими соматических, капсульных, жгутиковых, мембранных антигенов и химических соединений, экспрессирующих ответные факторы разного уровня [68, 73—76].

Облигатная микрофлора образует на поверхности слизистых кишечника биопленку, в состав которой наряду с бактериями входят экзополисахариды и муцин, закрывающие рецепторы для адгезии на эпителиоцитах. Грамположительные представители нормофлоры формируют неблагоприятную для патогенных микробов среду, закисляя кишечное содержимое, конкурируя за источники питания, выделяя бактериоцины и другие вещества, обладающие антагонистической активностью. Грамотрицательные виды микрофлоры (в первую очередь *E. coli* с нормальной ферментативной активностью) участвуют в выработке и поддержании как локального, так и системного гуморального иммунитета, а также приемлемого организмом воспалительного статуса [77—80].

Нарушение функции защитного барьера в результате дисбиозов способствует транслокации из просвета кишечника в кровоток ЛПС, молекул белков (включая токсины) и моносахаридов, что может являться причиной алиментарно-зависимых заболеваний и неинфекционных патологий, сопряжённых с системным воспалением (табл. 4.2).

5. Биологически активные микробные метаболиты

Функционирование микробиома сопровождается продукцией биологически активных микробных метаболитов: ферментов, лактата, аминокислот, дериватов желчных кислот, нейрохимических соединений, витаминов. Ключевое значение имеет ферментация резистентного крахмала и некрахмальных полисахаридов растительного происхождения, что обеспечивает образование эссенциальных КЦЖК: ацетата, пропионата, бутирата [85, 86]. КЦЖК поступают в кровоток в качестве сигнальных молекул – регуляторов системных процессов клеточного иммунитета, обмена энергии, метаболизма жира, углеводов, происходящих в печени, белой и буровой жировой ткани, костном мозге, лёгких, поджелудочной железе. КЦЖК способствуют закислению кишечного содержимого, обладают противовоспалительным и антиканцерогенным действием [80, 87—91]. Взаимодействие КЦЖК и нейроактивных молекул, продуцируемых микрофлорой (гамма-аминомасляной кислоты, серотонина, катоболитов триптофана), с кишечной нейрональной сетью поддерживает функционирование оси «кишечник – мозг», модулируя двигательные, секреторные и поведенческие (стресс, тревожность, настроение) реакции центральной нервной системы [86].

Продуцентами КЦЖК в кишечнике являются преимущественно представители облигатно-анаэробных сахаролитиков, в т. ч. бутирата – *Faecalibacterium*, *Ruminococcaceae* и *Lachnospiraceae* sp., пропионата – *Bacteroides*, *Propionibacterium*, *Roseburia*, *Selenomonas* sp., ацетата – *Bifidobacterium*, *Clostridium*, *Ruminococcus*, *Lactobacillus* sp. [59, 92].

Таблица 4.2

**Функциональный потенциал представителей
кишечной микробиоты [61, 81—84]**

Филумы	Популяции и виды		
	С противовоспалительным потенциалом	С провоспалительным потенциалом	С патогенным потенциалом
	Апатогенные, проявляющие защитные, регуляторные и пробиотические свойства	Сапрофитные и условно-патогенные, проявляющие протеолитические, гемолитические свойства, способность к продукции токсических факторов	Облигатно патогенные, обладающие паразитическими, инвазивными свойствами и факторами агрессии
<i>Firmicutes</i>	<i>Faecalibacterium prausnitzii</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Pedococcus</i> , <i>Leuconostoc</i> , <i>Lactococcus</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Enterococcus durans</i> , <i>Roseburia hominis</i> , <i>Ruminococcus</i> spp., <i>Lachnoclostridium</i> spp., <i>Eubacterium rectale & hallii</i> , <i>Coprococcus</i> spp.	<i>Staphylococcus</i> , <i>Listeria</i> spp., <i>Streptococcus pyogenes</i> , <i>Streptococcus pneumoniae</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Enterococcus faecium</i> , <i>Blautia</i> , <i>Parvimonas micra</i> , <i>Veillonella</i> , <i>Peptococcus</i> spp.	<i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Bacillus anthracis</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>C. perfringens</i> , <i>C. difficile</i> , <i>C. tetani</i> , <i>C. septicum</i>
<i>Bacteroidetes</i>	<i>Bacteroides xylanisolvens</i> , <i>B. vulgatus</i> u <i>B. uniformis</i> , <i>B. dorei</i> , <i>B. stercoris</i> , <i>B. coprocola</i> , <i>B. finegoldii</i> , <i>B. intestinalis</i> , <i>P. distasonis</i> , <i>B. thetaiotaomicron</i> , <i>Candidatus arthromitus</i>	<i>B. fragilis</i> , <i>Prevotella</i> sp., <i>Alistipes</i> sp., <i>B. helcogenes</i> , <i>B. salanitronis</i> , <i>Parabacteroides</i> sp., <i>Barnesiella intestinihominis</i>	-
<i>Proteobacteria</i>	<i>E. coli</i> (с нормальной ферментативной активностью), <i>Wolinella</i>	<i>Sutterella</i> , <i>Bilophila</i> spp., <i>Pseudomonadaceae</i> , Цитратассимилирующие бактерии: <i>Klebsiella</i> , <i>Citrobacter</i> , <i>Enterobacter</i> , <i>Serratia</i> , <i>Edwardsiella</i> , <i>Cronobacter</i> , атипичные <i>E. coli</i> , <i>Campylobacter</i> , <i>Sulfurospirillum</i> , <i>Pasteurellaceae</i> , <i>Burkholderia</i> , <i>Haemophilus</i> spp.	<i>Vibrio cholerae</i> , <i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Campylobacter coli</i> & <i>jejuni</i> & <i>lari</i> , <i>Helicobacter pylori</i> ., энтеропатогенные <i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Shigella</i> spp.
<i>Actinobacteria</i>	<i>Bifidobacterium</i> spp. <i>Collinsella intestinales</i>	<i>Atopobium species</i> <i>Propionibacterium</i> sp.	-
<i>Verrucomicrobia</i>	-	<i>Akkermansia muciniphila</i>	-
<i>Euryarchaeota</i>	-	<i>Methanobrevibacter smithii</i>	-
<i>Fusobacteria</i>	-	<i>Fusobacterium</i> sp.	-

Библиографические ссылки

1. WHO. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a joint WHO/FAO expert consultation, Geneva, 28 January – 1 February 2002. WHO Technical Report Series 916 Publ., 2003.
2. WHO&FAO. *Human energy requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation Rome, 17–24 October 2001*. World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations, United Nations University Publ., 2004.
3. *Food-Based Dietary Guidelines in Europe*. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://knowledge4policy.ec.europa.eu/health-promotion-knowledge-gateway/topic/food-based-dietary-guidelines-europe_en
4. *Nordic Nutrition Recommendations. Integrating nutrition and physical activity*. Published 2012. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:704251/FULLTEXT01.pdf>
5. Updating of the PNNS guidelines: revision of the food-based dietary guidelines. ANSES opinion. Collective expert report 12 December 2016. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.anses.fr/en/content/anses-opinion-and-report-updating-pnns-guidelines-revision-food-based-dietary-guidelines>.
6. EFSA Dietary reference values for nutrients: Summary report. Published 2017. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/sp.efsa.2017.e15121>
7. *Dietary Guidelines for Americans, 2020–2025*. 9th Edition. Published 2021. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.dietaryguidelines.gov>
8. Health Canada. *Dietary Reference Intakes Tables*. Published 2010. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/food-nutrition/healthy-eating/dietary-reference-intakes/tables.html>
9. *Dietary Guidelines, UK*. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gov.uk/government/publications/the-eatwell-guide>
10. National Institute of Nutrition. *Dietary Guidelines for Indians*. Published 2020, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nin.res.in/downloads/DietaryGuidelinesforNINwebsite.pdf>
11. *Overview of Dietary Reference Intakes for Japanese*. Published 2015. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10900000-Kenkoukyoku/Overview.pdf>
12. *Eating and Activity Guidelines for New Zealand Adults*. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.health.govt.nz/publication/eating-and-activity-guidelines-new-zealand-adults>
13. *The Australian Dietary Guidelines*. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.health.gov.au/sites/default/files/australian-dietary-guidelines.pdf>
14. WHO. *Guideline: Sodium intake for adults and children*. Published 2012. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.who.int/publications-detail-redirect/9789241504836>

15. WHO. *Guideline: potassium intake for adults and children*. Published 2012. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241504829>

16. WHO. *Draft WHO Guidelines: Saturated fatty acid and trans-fatty intake for adults and children*. Published 2018. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://extranet.who.int/dataform/upload/surveys/666752/files/Draft%20WHO%20SFA-TFA%20guidelines_04052018%20Public%20Consultation\(1\).pdf](https://extranet.who.int/dataform/upload/surveys/666752/files/Draft%20WHO%20SFA-TFA%20guidelines_04052018%20Public%20Consultation(1).pdf)

17. WHO. *Guideline: Sugars intake for adults and children*. Published 2015. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549028>

18. EFSA. Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the presence of trans fatty acids in foods and the effect on human health of the consumption of trans fatty acids (Request N° EFSA-Q-2003-022) adopted on 8 July 2004. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/81>

19. *Trans Fatty Acids and Health: A Review of Health Hazards and Existing Legislation*. The European Parliament's Committee on the Environment, Public Health and Food Safety. Published 2008. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2008/408584/IPOL-JOIN_ET\(2008\)408584_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2008/408584/IPOL-JOIN_ET(2008)408584_EN.pdf)

20. Hyseni L, *et al.* Systematic review of dietary trans-fat reduction interventions *Bull World Health Organ*, 2017;95:821–830G. doi: 10.2471/BLT.16.189795

21. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.eurasiancommission.org/ru/act/txnreg/depsanmer/sanmeri/Documents/%d1%80%d0%b0%d0%b7%d0%b4%d0%b5%d0%bb%201%20%d0%95%d0%a1%d0%a2.pdf>

22. German Nutrition Society. New reference values for vitamin D. *Annals of Nutrition and Metabolism*. 2012;60:241–246.

23. EFSA. *Draft Scientific Opinion on Dietary Reference Values for vitamin D*. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/consultation/160321.pdf>

24. EFSA Scientific Opinion on Dietary Reference Values for manganese. *EFSA Journal*. 2013;11(11):3419. doi: 10.2903/j.efsa.2013.3419

25. EFSA Scientific Opinion on Dietary Reference Values for molybdenum. *EFSA Journal*. 2013;11(8):3333. doi: 10.2903/j.efsa.2013.3333

26. EFSA Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fluoride. *EFSA Journal*. 2013;11:3332. doi: 10.2903/j.efsa.2013.3332

27. WHO. *Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum*. Published 2017. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950>

28. EFSA Scientific Opinion on Dietary reference values for water. *EFSA Journal*. 2010;8(3):1459. doi: 10.2903/j.efsa.2010.1459
29. WHO. *Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee*. Published 1995. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/37003>
30. WHO. Body mass index. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/a-healthy-lifestyle/body-mass-index-bmi>
31. WHO. Waist circumference and waist-hip ratio. Report of a WHO Expert Consultation, Geneva, 8-11 December 2008. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241501491>
32. Mifflin MD, St Jeor ST, Hill LA, et al. A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1990; 51(2):241–247.
33. Koletzko B, et al. *Pediatric Nutrition in Practice*. 2nd ed. Karger; 2015. doi: 10.1159/isbn.978-3-318-02691-7
34. Te Morenga L, Mallard S, Mann J. Dietary sugars and body weight: systematic review and meta-analyses of randomised controlled trials and cohort studies. *BMJ*. 2013;346:e7492. doi: 10.1136/bmj.e7492
35. Bouillon R. Comparative analysis of nutritional guidelines for vitamin D. *Nat Rev Endocrinol*. 2017;(13):466–479. doi: 10.1038/nrendo.2017.31
36. Коденцова В.М., Мендель О.И., Хотимченко С.А., Батулин А.К., Никитюк Д.Б., Тутельян В.А. Физиологическая потребность и эффективные дозы витамина D для коррекции его дефицита. Современное состояние проблемы // *Вопросы питания*. 2017. Т. 86. № 2. С. 47–62. doi: 10.24411/0042-8833-2017-00033
37. Коденцова В.М., Рисник Д.В. Витамин D: медицинские и социально-экономические аспекты // *Вопросы диетологии*. 2017. Т. 7. № 2. С. 33–40. doi: 10.20953/2224-5448-2017-2-33-40
38. Дедов И.И., Мельниченко Г.А., Пигарова Е.А. и др. Клинические рекомендации «Дефицит витамина D у взрослых: диагностика, лечение, профилактика». М.: Минздрав России, 2015. 75 с.
39. Rosanoff A, Dai Q, Shapses SA. Essential Nutrient Interactions: Does low or suboptimal magnesium status interact with vitamin D and/or calcium status? *Adv Nutr*. 2016;7(1):25–43. doi: 10.3945/an.115.008631
40. Dai Q, Zhu X, Manson JE, et al. Magnesium status and supplementation influence vitamin D status and metabolism: results from a randomized trial. *Am J Clin Nutr*. 2018;108(6):1249–1258. doi: 10.1093/ajcn/nqy27
41. WHO. *Effect of increased potassium intake on cardiovascular disease, coronary heart disease and stroke*. Published 2012. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/79334/9789241504867_eng.pdf?sequence=1
42. WHO. *Effect of increased potassium intake on blood pressure, renal function, blood lipids and other potential adverse effects*. Published 2012. [Элек-

тронный ресурс]. – Режим доступа: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/79331/9789241504881_eng.pdf?sequence=1

43. Davis CK, Laud PJ, Bahor Z, *at al.* Systematic review and stratified meta-analysis of the efficacy of carnosine in animal models of ischemic stroke. *Journal of cerebral blood flow and metabolism*. 2016; 36(10):1686–1694.

44. Девятов А.А., Федорова Т.Н., Стволинский С.Л., Рыжков И.Н., Ригер Н.А., Тутельян В.А. Исследование нейропротекторных механизмов действия карнозина при экспериментальной фокальной ишемии/реперфузии // *Биомедицинская химия*. 2018. Т. 64. № 4. С. 344–348. doi: 10.18097/PBMC20186404344

45. Berezhnoy DS, Stvolinsky SL, Lopachev AV, *at al.* Carnosine as an effective neuroprotector in brain pathology and potential neuromodulator in normal conditions. *Amino acids*. 2019; 51(1):139–150.

46. Wu G. Important roles of dietary taurine, creatine, carnosine, anserine and 4-hydroxyproline in human nutrition and health. *Amino Acids*. 2020; 52(3):329-360.

47. Тутельян В.А., Лашнева Н.В. Биологически активные вещества растительного происхождения. Катехины: пищевые источники, биодоступность, влияние на ферменты метаболизма ксенобиотиков // *Вопросы питания*. 2009. Т. 78. № 4. С. 4–21.

48. Тутельян В.А., Лашнева Н.В. Биологически активные вещества растительного происхождения. Флаваноны: пищевые источники, биодоступность, влияние на ферменты метаболизма ксенобиотиков // *Вопросы питания*. 2011. Т. 80. № 5. С. 4.

49. Аксенов И.В., Авреньева Л.И., Гусева Г.В. и др. Влияние кверцетина на защитный потенциал крыс при повышенном содержании фруктозы в рационе // *Вопросы питания*. 2018. Т. 87. № 5. С. 6–12.

50. Мжельская К.В., Трусов Н.В., Гусева Г.В., Аксенов И.В., Кравченко Л.В., Тутельян В.А. Изучение влияния кверцетина на экспрессию генов ферментов углеводного и липидного обмена в печени крыс, получавших высокофруктозный рацион // *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины*. 2019. Т. 167. № 2. С. 218–222.

51. Эллер К.И., Перова И.Б., Рылина Е.В., Аксенов И.В. Биологически активные вещества // *Нутрициология и клиническая диетология: национальное руководство* / под ред. В.А. Тутельяна, Д.Б. Никитюка. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. С. 144–161.

52. СанПиН 2.1.3684–21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий».

53. Межгосударственный стандарт ГОСТ 30494–2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» (введен в дейст-

вие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 июля 2012 г. N 191-ст.

54. Шевелева С.А., Куваева И.Б., Ефимочкина Н.Р., Маркова Ю.М., Просянников М.Ю. Микробиом кишечника: от эталона нормы к патологии // *Вопросы питания*. 2020. Т. 89. № 4. С. 35–51. doi: 10.24411/0042-8833-2020-10040

55. Погожева А.В., Шевелева С.А., Маркова Ю.М. Роль пробиотиков в питании здорового и больного человека // *Лечащий врач*. 2017. № 5. С. 67. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.lvrach.ru/2017/05/15436730>

56. Шендеров Б.А. Медицинская микробная экология и функциональное питание: в 3 т. Т. 1. Микрофлора человека и животных и ее функции. М.: Грантъ, 1998. 288 с.

57. Шендеров Б.А. Медицинская микробная экология и функциональное питание: в 3 т. Т. 3. Пробиотики и функциональное питание. М.: Грантъ, 1998. 287 с.

58. Shortt C, Hasselwander O, Meynier A, *et al.* Systematic review of the effects of the intestinal microbiota on selected nutrients and non-nutrients. *European journal of nutrition*. 2018;57(1):25-49. doi: 10.1007/s00394-017-1546-4

59. Ситкин С.И., Ткаченко Е.И., Вахитов Т.Я. Метаболический дисбиоз кишечника и его биомаркеры // *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. 2015. № 12 (124). С. 6–29.

60. Ситкин С.И., Вахитов Т.Я., Ткаченко Е.И., и др. Микробиота кишечника при язвенном колите и целиакии // *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. 2017. № 1. С. 8–30. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.nogr.org/jour/article/view/359>

61. Grigg JB, Sonnenberg GF. Host-microbiota interactions shape local and systemic inflammatory diseases. *J Immunol*. 2017;198(2):564-571. doi: 10.4049/jimmunol.1601621

62. Каштанова Д.А., Ткачева О.Н., Попенко А.С. и др. Состав микробиоты кишечника и его взаимосвязь с факторами риска сердечно-сосудистых заболеваний среди относительно здоровых жителей Москвы и Московской области // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2017. Т. 16. № 3. С. 56–61. doi: 10.15829/1728-8800-2017-3-56-61

63. Ткач С.М., Дорофеева А.А. Соотношение основных филотипов кишечной микробиоты у больных сахарным диабетом 2 типа // *Клінічна ендокринологія та ендокринна хірургія*. 2018. № 3 (63). С. 7–14. doi: 10.24026/1818-1384.3(63).2018.142668

64. Zhang W, Li J, Lu S, *et al.* Gut microbiota community characteristics and disease related microorganism pattern in a population of healthy Chinese people. *Scientific Reports*. 2019;9:1594. doi: 10.1038/s41598-018-36318-y

65. Huse SM, Ye Y, Zhou Y, *et al.* Core Human Microbiome as Viewed through 16S rRNA Sequence Clusters. *PLOS ONE*. 2012;7(6):34242. doi: 10.1371/journal.pone.0034242

66. Vemuri R, Shankar EM, Chieppa M, *et al.* Beyond just bacteria: functional biomes in the gut ecosystem including virome, mycobiome, archaeome and helminthes. *Microorganisms*. 2020;8(4):483. doi: 10.3390/microorganisms8040483

67. Wesolowska-Andersen A., *et al.* Choice of bacterial DNA extraction method from fecal material influences community structure as evaluated by metagenomic analysis. *Microbiome*. 2014;2(1):19.

68. Huttenhower C, Gevers D, Knight R, *et al.* Human Microbiome Project Consortium. Structure, function and diversity of the healthy human microbiome. *Nature*. 2012;486:207–214

69. Wexler AG, Goodman AL. An insider's perspective: Bacteroides as a window into the microbiome. *Nat Microbiol*. 2017;2:17026.

70. Classification of domains and phyla – Hierarchical classification of prokaryotes (bacteria): Version 2.0. *LPSN*. Published 2018. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bacterio.net/-classifphyta.html#proteobacteria>

71. Mariat D, Firmesse O, Levenez F, *et al.* The Firmicutes/Bacteroidetes ratio of the human microbiota changes with age. *BMC Microbiol*. 2009;9(9):123. doi: 10.1186/1471-2180-9-123

72. Ottman N, Smidt H, de Vos WM, Belzer C. The function of our microbiota: who is out there and what do they do? *Frontiers in cellular and infection microbiology*. 2012; 2:104. doi: 10.3389/fcimb.2012.00104

73. Venkatesh Mani *et al.* Dietary oil composition differentially modulates intestinal endotoxin transport and postprandial endotoxemia. *Nutrition&Metabolism*. 2013;10:6. doi: 10.1186/1743-7075-10-6

74. Okada Y, *et al.* Anti-inflammatory effects of the genus Bifidobacterium on macrophages by modification of phospho-I kappaB and SOCS gene expression. *Int. J. Exp. Pathol*. 2009; 90(2):131-140.

75. Ahern PP, Maloy KJ. Understanding immune–microbiota interactions in the intestine. *Immunology*. 2019;159(1):4-14. doi: 10.1111/imm.13150

76. Helmut Brade. *Endotoxin in Health and Disease*. (NY): Marcel Dekker Basel, 1999.

77. Куваева И.Б. Характеристика функционального состояния микроэкологической и иммунологической системы у детей в норме и при патологии. Теоретические и клинические аспекты науки о питании. М., 1985. Т. 4. С. 132–146.

78. Орлова Н.Г. Ферменты и иммунные белки желудочно-кишечного тракта у детей с различными клиническими проявлениями пищевой аллергии: дис. ... канд. мед. наук. Москва; 1986. 131 с.

79. Kuvaeva IB, Orlova NG, Borovik TE, *et al.* Microecology and local immune and nonspecific defensive proteins depending of different nutrition. *Die Nahrung*. 1987;31(5/6):457-463.

80. Dominguez-Bello MG, Godoy-Vitorino F, Knight R, *et al.* Role of the microbiome in human development. *Gut*. 2019;68(6):1108-1114. doi: 10.1136/gutjnl-2018-317503

81. Menzibeya O. The Gut Microbiota-brain Signaling: Behavioral Abnormalities of The Gut Microbiota Underlie Alzheimer's Disease Development and Progression. Dictatorship or Bidirectional Relationship. *Journal of Research in Medical and Dental Science*. 2018;6(5):246-263.

82. Shafquat A, Joice R, Simmons SL, Huttenhower C. Functional and phylogenetic assembly of microbial communities in the human microbiome. *Trends microbiol.* 2014;22(5):261-266. doi: 10.1016/j.tim.2014.01.011
83. Кулагина Е.В. Видовой состав бактерий порядка *Bacteroidales* в микрофлоре кишечника у здоровых людей и характеристика плазмиды, выделенной из *B. uniformis*: автореферат дис. ... канд. мед. наук. М., 2014. 24 с.
84. Попенко А.С. Биоинформационное исследование таксономического состава микробиоты кишечника человека: дис. ... канд. биол. наук. Москва; 2014. 140 с.
85. Mills S, Stanton C, Lane JA, Smith GJ, Ross RP. Precision nutrition and the microbiome. Part I: Current state of the science. *Nutrients.* 2019;11(4):923. doi: 10.3390/nu11040923
86. Shenderov BA. Gut indigenous microbiota and epigenetics. *Microbial ecology in health and disease.* 2012;23(1):171-195. doi: 10.3402/mehd.v23i0.17195
87. Koh A, De Vadder F, Kovatcheva-Datchary P, et al. From dietary fiber to host physiology: short-chain fatty acids as key bacterial metabolites. *Cell.* 2016;165(6):1332-1345. doi: 10.1016/j.cell.2016.05.041
88. Boets E, Gomand SV, Deroover L, et al. Systemic availability and metabolism of colonic-derived short-chain fatty acids in healthy subjects: a stable isotope study. *The Journal of physiology.* 2017;595(2):541-555
89. Затевалов А.М., Селькова Е.П., Гудова Н.В., Оганесян А.С. Возрастная динамика продукции короткоцепочечных жирных кислот кишечной микробиотой у пациентов, не имеющих гастроэнтерологических заболеваний. *Альманах клинической медицины.* 2018. Т. 46. № 2. С. 109–117. doi: 10.18786/2072-0505-2018-46-2-109-117
90. Курмангулов А.А., Дороднева Е.Ф., Исакова Д.Н. Функциональная активность микробиоты кишечника при метаболическом синдроме // *Ожирение и метаболизм.* 2016. Т. 13. № 1. С. 16–19. doi: 10.14341/omet2016116-19
91. Cani PD, Van Hul M, Lefort C, et al. Microbial regulation of organismal energy homeostasis. *Nature metabolism.* 2019;1(1):34-46. doi: 10.1038/s42255-018-0017-4
92. Verbeke KA, Boobis AR, Chiodini A, et al. Towards microbial fermentation metabolites as markers for health benefits of prebiotics. *Nutrition research reviews.* 2015; 28(1):42-66. doi: 10.1017/S0954422415000037
93. Куваева И.Б., Ладодо К.С. Микроэкологические и иммунные нарушения у детей: диетическая коррекция. М.: Медицина, 1991. 240 с.
94. Klimenko NS, Tyakht AV, Popenko AS, et al. Microbiome responses to an uncontrolled short-term diet intervention in the frame of the citizen science project. *Nutrients.* 2018;10(5):576. doi: 10.3390/nu10050576
95. Tyakht AV, Kostryukova ES, Popenko AS, et al. Human gut microbiota community structures in urban and rural populations in Russia. *Nat Commun.* 2013;4: 2469. doi: 10.1038/ncomms3469
96. Varda-Brkić D, Vesna T, Lidija Ž-S, et al. The human microbiome in health and disease. *Signa Vitae.* Croatian International symposium on intensive

care medicine / Gašparović V. (ed.). Brijuni, Hrvatska, 2017. P. 42–43. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bib.irb.hr/928447>

97. Lloyed-Price J, Abu-Ali G, Huttenhower C. The healthy human microbiome. *Genome medicine*. 2016;8(1):51. doi: 10.1186/s13073-016-0307-y

98. Xu Z, Knight R. Dietary effects on human gut microbiome diversity. *British Journal of Nutrition*. 2015;113(S1):S1-S5. doi: 10.1017/S0007114514004127

99. Амерханова А.М. Научно-производственная разработка новых препаратов-синбиотиков и клинико-лабораторная оценка их эффективности: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Москва; 2009. 48 с.

100. Максимова О.В. Оценка микробиоты кишечника у детей с аллергическими заболеваниями в зависимости от массы тела: автореф. дис. канд. биол. наук. Москва; 2015. 25 с.

101. Кафарская Л.И., Шуникова М.Л., Ефимов Б.А. и др. Особенности формирования микрофлоры у детей раннего возраста и пути ее коррекции с помощью пробиотиков // *Педиатрическая фармакология*. 2011. Т. 8. № 2. С. 94–98.

102. Багрянцева О.В., Каламкарова Л.И., Рокутова А.В., Азнаметова Г.К., Идрисова Р.С. Диагностика дисбактериоза кишечника по спектру фекальных аминокислот // *Журнал микробиологии*. 1999. № 4. С. 67–69.

103. Беляева Е.А. Микробиота кишечника коренного жителя Центрального федерального округа Российской Федерации как основа для создания региональных пробиотических препаратов: автореф. дисс. ... биол. наук. Москва; 2014. 24 с.

104. Lavelle A, Hoffmann TW, Pham HP, *et al.* Baseline microbiota composition modulates antibiotic-mediated effects on the gut microbiota and host. *Microbiome*. 2019;7(1):1-13. doi: 10.1186/s40168-019-0725-3

105. Руш К., Руш Ф. Микробиологическая терапия. Теоретические основы и практическое применение: Пер. с нем. М.: Арнебия, 2003. 153 с.

106. Cox LM, Yamanishi S, Sohn J, *et al.* Altering the intestinal microbiota during a critical developmental window has lasting metabolic consequences. *Cell*. 2014;158(4):705-721. doi: 10.1016/j.cell.2014.05.052

107. Trasande L, Blustein J, Liu M, Corwin E, Cox LM, Blaser MJ. Infant antibiotic exposures and early-life body mass. *Int. J. Obes (Lond)*. 2013;37(1):16-23. doi: 10.1038/ijo.2012.132

108. Maynard C, Weinkove D. The Gut Microbiota and Ageing. In *Biochemistry and Cell Biology of Ageing: Part Biomedical Science*; 2018. doi: 10.1007/978-981-13-2835-0

109. Никитюк Д.Б. Антропонутрициология: развитие идей основоположников нового научного направления // *Вопросы питания*. 2020. Т. 89. № 4. С. 82–88. doi: 10.24411/0042-8833-2020-10044

110. WHO. Child growth standards. Published 2006. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.who.int/tools/child-growth-standards>

111. Оценка физического развития детей и подростков: методические рекомендации / [Российская ассоциация эндокринологов; авторы-составители: Петеркова В.А. и др.]. М., 2017. 96 с.

112. Диагностика и лечение ожирения у детей и подростков // В кн.: Федеральные клинические рекомендации (протоколы) по лечению детей с эндокринными заболеваниями / Под ред. И.И. Дедова и В.А. Петерковой. М.: Практика, 2014. С. 163–183.