

## НУТРИТИВНАЯ ПОДДЕРЖКА ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА ПЕРЕД ТРАНСПЛАНТАЦИЕЙ ПОЧЕК

© Наталья Сергеевна Шаповалова, Валерия Павловна Новикова

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет.  
194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., 2

**Контактная информация:** Наталья Сергеевна Шаповалова — младший научный сотрудник,  
лаборатория медико-социальных проблем в педиатрии НИЦ. E-mail: natasunday@mail.ru

**Резюме.** Диетотерапия детей раннего возраста, готовящихся к трансплантации почки, связана с большой степенью неопределенности, так как проведение рандомизированных контролируемых исследований в этой области крайне затруднено по ряду причин. В настоящее время в мире существует всего несколько организаций, разрабатывающих клинические рекомендации по питанию у больных с 2–5 и 5D стадиями хронических заболеваний почек (ХЗБ). С 2015 г. предприняты первые шаги гармонизации подходов и практических рекомендаций, благодаря объединенным усилиям международных рабочих групп. Вместе с тем, большинство мировых ассоциаций врачей и исследователей вообще не предоставляют рекомендации по нутритивной поддержке для детей с 2–5 стадиями хронической болезни почек (ХБП), получающих гемодиализ или перитонеальный диализ. Данная работа освещает суточные нормы потребности в калориях, белках и микроэлементах для детей с ХБП 2–5 и 5D стадии с учетом задержки физического развития, ожирения и различных уровней физической активности, а также дополнительных потребностей в белке с целью компенсации потерь, связанных с диализом и оптимальные способы кормления. Обзор основан на данных международных рабочих групп, разрабатывающих рекомендации по питанию у детей с 2–5 и 5D стадиями ХБП: KDOQI (Kidney Disease Outcomes Quality Initiative), PRNTL (Pediatric Renal Nutrition Taskforce), CARI (Caring for Australians with Renal Impairment), NAPRTCS (North American Pediatric Renal Transplant Cooperative Study), EPDWG (The European Pediatric Peritoneal Dialysis Working Group), а также отдельных исследований в данной области.

**Ключевые слова:** нутритивная поддержка, трансплантация почки, хроническая болезнь почек, интрадиализное парентеральное питание, дети.

## NUTRITIONAL SUPPORT FOR YOUNG CHILDREN BEFORE KIDNEY TRANSPLANTATION

© Natalia S. Shapovalova, Valeriya P. Novikova

Saint-Petersburg State Pediatric Medical University. 194100, Saint-Petersburg, Litovskaya str., 2

**Contact Information:** Natalia S. Shapovalova — Junior Researcher, Laboratory of Medical and Social Problems in Pediatrics, NIC. E-mail: natasunday@mail.ru

**Abstract.** Dietary management for toddlers, preparing for kidney transplantation (KT) is full of uncertainty, as randomized controlled trials are extremely difficult in pediatrics for several reasons. Currently, there are only a few organizations in the world that are developing clinical recommendations

for nutrition in patients with stages 2–5 and 5D of chronic kidney disease (CKD). Since 2015, the first steps have been taken to harmonize approaches and practical recommendations, due to the combined efforts of international working groups. However, most global associations of clinicians and researchers generally do not provide recommendations on nutritional support in children with 2–5 stages of chronic kidney disease (CKD) receiving hemodialysis or peritoneal dialysis. This work highlights the daily requirements for calories, proteins, and micronutrients for children with CKD stages 2–5 and 5D, taking into account physical development, protein-energy deficiency, obesity and various levels of physical activity, as well as additional protein requirements to compensate for dialysis losses and optimal feeding methods. The review is based on data from international working groups that develop nutritional recommendations for children with stages 2–5 and 5D of CKD: KDOQI (Kidney Disease Outcomes Quality Initiative), PRNTL (Pediatric Renal Nutrition Taskforce), CARI (Caring for Australians with Renal Impairment), NAPRTCS (North American Pediatric Renal Transplant Cooperative Study), EPDWG (The European Pediatric Peritoneal Dialysis Working Group), as well as individual studies in this field.

**Key words:** nutritional support, kidney transplantation, chronic kidney disease, intradialysis parenteral nutrition, children.

## ВВЕДЕНИЕ

Первые трансплантации почки (ТП) младенцам и детям раннего возраста (0–24 мес жизни) были выполнены в 1960-х годах в Миннеаполисе [1]. Долгосрочные результаты были сначала скромными и скептицизм был выражен в отношении рациональности лечения новорожденных и детей раннего возраста с терминальной стадией хронической болезни почек. В 1980-х годах технический прогресс в диализной и посттрансплантационной иммуносупрессивной терапии значительно улучшили результаты ТП у детей и взрослых, что также привело к постепенному принятию данных методов в том числе у детей с 5D стадией хронической болезни почек (ХБП). Международные данные о количестве педиатрических больных в преддиализной стадии ХБП колеблются от 5,7–12 случаев до 42,5–75 случаев на миллион в возрастной популяции [2]. А младенцы все еще составляют небольшую группу в педиатрических программах ТП — приблизительно 2,8% [3]. Причем за последнее десятилетие возраст педиатрических реципиентов изменился, с увеличением в возрастной группе 1–5 лет (с 14,9% до 21,9%) и снижением в возрасте 11–17 лет (с 66,3% до 59,0%) [4]. Терапия больных с терминальной стадией ХБП включает гемодиализ, перитонеальный диализ и почечную трансплантацию. Смертность вследствие всех причин, связанных с ТП в течение первого года ниже, чем при любой форме диализа, что делает ТП основным методом лечения таких больных в педиатрии [5].

Достижения в области отбора донорских органов, доступности иммуносупрессивной терапии и опыта создания специализированных ме-

дицинских групп способствовали успеху педиатрической трансплантации солидных органов. Педиатры и хирурги, работающие в данной сфере продолжают улучшать долгосрочные результаты. Согласно Shepherd (1996), несмотря на значительные успехи, достигнутые до сих пор в детской трансплантации, «единственная область, в которой можно добиться наибольшего улучшения — это нутритивная поддержка» [6]. Выявление проблем, связанных с низкой массой тела у детей с трансплантацией почек, является важным шагом к улучшению функции трансплантата и выживаемости пациентов, а также качества их жизни [7].

Данные о нутритивной поддержке в детской трансплантации ограничены. Тем не менее, полученные результаты у взрослых свидетельствуют, что пациенты с хорошим нутритивным статусом до трансплантации, снизили показатели заболеваемости и смертности, сократили сроки пребывания в отделении интенсивной терапии и в больнице, улучшили показатели долгосрочной выживаемости и повысили качество жизни, в то время как белково-энергетическая недостаточность (БЭН), снижение мышечной массы приводили к повышению смертности после ТП [8]. Многие физиологические свойства почечной системы влияют на метаболизм питательных веществ, элиминацию и гомеостаз электролитов. Почечная недостаточность представляет собой серьезную проблему для поддержания адекватного питания и мышечной массы. Таким образом, создание здоровой диеты и оценка метаболического профиля для коррекции БЭН перед трансплантацией и предотвращения прогрессирования или развития БЭН после трансплантации имеет жизненно

важное значение. С помощью диеты и физических упражнений можно предотвратить развитие некоторых неблагоприятных последствий ТП, таких как сердечно-сосудистые заболевания, дислипидемия, впервые возникший посттрансплантационный сахарный диабет и даже потеря костной массы. У детей коррекция БЭН особенно важна, учитывая влияния на дальнейшее физическое, психомоторное и половое развитие[9]. Переход от 5D стадии ХБП к ТП создает метаболическую проблему, связанную с гормональными сдвигами, отклонениями в расходе энергии и метаболическими нарушениями, вызванными иммуносупрессивной терапией [10]. Кроме того, ограничения на пищевые продукты различаются до и после ТП: от отказа от богатых фосфором молочных продуктов и продуктов с высоким содержанием калия на стадии диализной терапии до отказа от пищевых продуктов подозрительных на наличие патогенных микроорганизмов — после трансплантации (так называемая низкобактериальная диета, исключающая сырые продукты) [11, 12].

Таким образом, у детей со всем спектром хронических болезней почек основное внимание должно быть сосредоточено на достижении следующих целей: поддержание оптимального состояния питания (что включает в себя достижение нормальных ростовых прибавок и состава тела при употреблении соответствующего количества и видов питательных веществ); предотвращение токсических эффектов уремии, метаболических нарушений и недоедания; снижение риска хронических заболеваний и смертности в зрелом возрасте[13]. Учитывая неоспоримую важность нутритивной поддержки перед ТП у детей встает необходимо решения целого спектра задач:

- Профилактика или лечение мальнутриции и установление положительного азотистого баланса
- Оптимизация состояния питания за счет достижения желаемой массы тела, мышечной массы и запасов висцерального белка
- Мониторинг и дотация витаминов и минералов с целью предотвращения их дефицита
- Исключение потенциально токсичных веществ
- Улучшение нутритивного статуса в преддверии катаболических эффектов оперативного вмешательства и иммуносупрессивной терапии в высоких дозах
- Снижение риска осложнений, таких как гипогликемия и инфекции
- Способствовать физическому и психомоторному развитию

- Способствовать заживлению ран в постоперационном периоде
- Оптимизировать качество жизни пациента

*Нутритивная поддержка* включает в себя оценку нутритивного статуса: диеты (потребляемой пищи, согласно дневнику питания) антропометрических показателей, состава тела, макро- и микронутриентов; коррекцию веса, коррекцию роста рекомбинантным гормоном роста человека у детей ХБП (при росте или скорости роста по возрасту SDS < 1.88 или менее 3го перцентиля); коррекцию макро- микронутриентов, сапплементарную поддержку в виде перорального, энтероального или парентерального питания; изменение образа жизни; мониторинг; менеджмент питания и консультативную помощь [9].

Немногочисленные мировые ассоциации врачей и исследователей, разрабатывающие диетические рекомендации для больных с 2–5 и 5D стадиями ХЗБ в 2015 г сделали попытку объединить подходы и практические рекомендаций в данной области, благодаря объединенным усилиям [14]. Ведущие мировые руководства утверждают, что дети с ХБП должны получать консультации детских диетологов, специализирующихся на заболеваниях почек «pediatric renal dietitian» [9, 15].

## ОЦЕНКА АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Дети с ХЗП могут демонстрировать как средние антрометрические показатели так и дефицит веса или ожирение, при этом дети с 5D стадией ХЗП значительно больше подвержены мальнутриции. Пациенты ХБП сталкиваются с серьезными проблемами в поддержании адекватного питания и роста. Кроме того, нарушенный нутритивный статус напрямую способствует плохому росту. Следовательно, необходимо учитывать состояние питания при оценке этиологии и лечении задержки роста и физического развития. Одним из наиболее частых осложнений у детей с ХБП является нарушение роста. Основные причины включают нарушения метаболизма гормона роста и ИФР-1, электролитный баланс, дефицит питательных веществ и витамина Д, метаболический ацидоз, уремия, гиперпаратиреоз и гипогонадизм, анемию и воспаление [16–19]

Согласно руководству KDOQI по питанию детей с ХБП определены периодичность и методы оценки нутритивного статуса, антропометрии [9]. Следующие параметры состояния питания должны быть рассмотрены в комбина-

ции у детей с ХБП стадии от 2 до 5 и 5D: количество потребляемой пищи (3х-дневный пищевой дневник или 24-часовой отчет), рост в см соответственно возрасту в перцентилях или со стандартным отклонением (SDS/z-score), скорость роста в перцентилях или SDS, вес по возрасту в перцентилях или SDS, индекс массы тела (ИМТ) -к росту- к возрасту в перцентилях или SDS, окружность головы к возрасту в перцентилях или SDS (у детей до 3х лет), нормализованный катаболизм белка (nPCR) у подростков с ХБП 5-стадии на гемодиализе. Предполагается, что частота мониторинга параметров веса и роста и питания у всех детей с ХБП стадии 2–5 и 5D зависит от возраста ребенка и стадии ХБП (табл. 1). Младенцы и дети с полиурией, признаками задержки роста, снижением или низким ИМТ, сопутствующими заболеваниями, влияющими на рост или потребление питательных веществ, или с острыми изменениями в соматическом статусе требуют более частой оценки. При оценке веса необходимо учитывать «сухой вес» ребенка, потому что избыток жидкости, отеки распространены у больных с ХБП 5 стадии и даже на более ранних стадиях у пациентов с нефротическим синдромом. Это влияет не только на вес, но и на другие антропометрические показатели, такие как окружность плеча, толщина кожной складки [20]. Поэтому в настоящее время измерение окружности плеча и толщины кожной складки не рекомендованы для оценки нутритивного статуса у детей с ХБП [9, 20, 21].

Антропометрия верхней части тела является наиболее точным показателем мышечной массы тела у пациентов с нарушением баланса жидкости. Мальтурицию можно оценить из расчета окружности мышц плеча и измерения складки трицепса следующим образом: Окружность плеча = окружность плеча (в сантиметрах) —  $[0,314 \times \text{складка трицепса (в миллиметрах)}]$  [9].

Необходимо также отметить, что антропометрические рекомендации KDOQI по питанию детей с ХБП не предполагают измерение веса относительно роста (в перцентилях или со стандартным отклонением/z-score). На взгляд отечественных педиатров — это важный показатель оценки как БЭН так и ожирения, учитывая, что рост детей с ХБП часто ниже популяционного в возрастной группе [22,23]. Тем не менее, оценка ИМТ ( $\text{ИМТ} = \text{вес кг/рост в м}^2$ ) включает в себя оценку веса с учетом роста, а определение ИМТ к возрасту дает комплексную картину.

Руководство CARI 2005 года по питанию утверждает, что дети с ХБП подлежат оценке нутритивного статуса диетологом с интервалов 1–3 мес [24, 25]. А американская ассоциация кардиологов заявляет о снижении частоты сердечно-сосудистых заболеваний у детей группы риска, в том числе с ХБП, и рекомендует консультирование диетолога каждые 2–4 недели в течение первых 6 месяцев [26].

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА ТЕЛА

Двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия всего тела (DXA-сканирование) прекрасно оценивает жировую и мышечную массу. Основное ограничение DXA у пациентов с ХБП является то, что сканирование не может различить обычно гидратируемую от чрезмерно гидратированной мышечной ткани; таким образом, метод способен переоценить мышечную массу у пациентов с гипергидратацией. DXA-сканирование широко использовалось для оценки состава тела у взрослых с ХБП и в нескольких в небольших исследованиях у детей с ХБП. В настоящее время недостаточно данных для рекомендации регулярного DXA — сканирования у детей с ХБП [9, 27, 28]. Соотношение пользы дополнительной ин-

Таблица 1

Рекомендуемые параметры и частота оценки питания для детей с ХБП стадии 2–5 и 5D

| Оцениваемые параметры        | Минимальный интервал в месяцах |         |        |                    |         |        |
|------------------------------|--------------------------------|---------|--------|--------------------|---------|--------|
|                              | Дети от 0 до 11 мес            |         |        | от 12 мес до 3 лет |         |        |
|                              | ХБП 2–3                        | ХБН 4–5 | ХБН 5D | ХБП 2–3            | ХБН 4–5 | ХБН 5D |
| Оценка дневника питания      | 0,5–3                          | 0,5–3   | 0,5–2  | 1–3                | 1–3     | 1–3    |
| Рост по возрасту             | 0,5–1,5                        | 0,5–1,5 | 0,5–1  | 1–2                | 1–2     | 1      |
| Скорость роста к возрасту    | 0,5–2                          | 0,5–2   | 0,5–1  | 1–6                | 1–3     | 1–2    |
| Вес к возрасту               | 0,5–1,5                        | 0,5–1,5 | 0,25–1 | 1–3                | 1–2     | 0,5–1  |
| ИМТ к росту к возрасту       | 0,5–1,5                        | 0,5–1,5 | 0,5–1  | 1–3                | 1–2     | 1      |
| Окружность головы к возрасту | 0,5–1,5                        | 0,5–1,5 | 0,5–1  | 1–3                | 1–2     | 1–2    |

формации по сравнению с таким простым методом как оценка ИМТ и стоимости двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрии только предстоит оценить [9, 29].

Определение состава тела может выполняться при помощи анализ биоэлектрического сопротивления (BIA) или биоимпедансометрии. Многочастотная BIA (биоимпедансная спектроскопия) позволяет оценить объем как внеклеточной жидкости так и внутриклеточной жидкости. Метод является перспективным, но в настоящее время не разработана эффективная методика для детей с ХБП [9].

## КОРРЕКЦИЯ РОСТА

Руководство CARI CKD рекомендует терапию рекомбинантным гормоном роста (ТРГР) с показателем рост/по возрасту <25-й перцентиль, скоростью роста по отношению к костному возрасту <25-й перцентиль для детей ХБП стадии 2–5 и 5D. Европейская рабочая группа перитонеального диализа в педиатрии (The European Pediatric Peritoneal Dialysis Working Group) рекомендует ТРГР рассматривать у пациентов, получающих перитонеальный диализ с потенциалом роста и скорректированными показателями питания, ацидоза, гиперфосфатемии и вторичного гиперпаратиреоза. Рекомендации CARI CKD также предполагают коррекцию уровня бикарбонатов в сыворотке более 22 ммоль/л у пациентов с ХБП. ТРГР показала свою эффективность и безопасность у пациентов с ХБП [25, 30, 31]. Согласно KDOQI, ТРГР следует рассматривать у детей с ХБП стадии 2–5 и 5D, с низким ростом (рост SDS < –1,88 или рост / возрасту <3-й перцентиль) или если снижение скорости линейного роста при низком росте (рост к возрасту SDS < –1,88 или скорость роста по возрасту <3-й перцентиль) сохраняется более 3 месяцев, несмотря на терапию дефицита питательных веществ и коррекцию обмена веществ (уровень рекомендации — умеренный В) [9].

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПОТРЕБНОСТИ, ДИЕТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Относительно энергетических потребностей у детей с ХБП был достигнут консенсус между авторами ведущих руководств KDOQI, CARI CKD, ВОЗ (WHO), Университетом здоровых детей ООН (United Nations University for healthy children). Но наиболее детально данный вопрос освещен KDOQI. В 2020 году опубликованы рекомендации «Потребность в

энергии и белке у детей с ХБП 2–5 стадий и получающих диализную терапию» международной рабочей группы врачей Европы, США и Великобритании «Питание детей с заболеваниями почек» (Pediatric Renal Nutrition Taskforce-PRNT), которые также основаны на заключениях работы KDOQI — группы наиболее авторитетных мировых исследователей в данной области.

Согласно KDOQI, Энергетические затраты для детей с ХБП стадии 2–5 и 5D соответствуют 100% EER (ожидаемой расчетной энергетической потребности — Estimated Energy Requirements, EER) согласно возрасту и с индивидуальной корректировкой по ИМТ (уровень рекомендации В). Дополнительная нутритивная поддержка должна быть оказана, в случае, если обычное питание ребенка с ХБП стадии 2–5 или 5D не может удовлетворить его энергетические потребности и ребенок не достигает ожидаемых показателей увеличения веса и/или роста (уровень рекомендации В) [9]. PRNT солидарны в данном вопросе с KDOQI, однако определяют уровень рекомендации как слабый. Пероральное питание с саплементарной поддержкой является предпочтительным для детей с ХБП стадии 2–5 и 5D (уровень рекомендации В), [32]. Когда энергетическая потребность не может быть удовлетворена пероральным питанием следует рассмотреть питание через зонд (уровень рекомендации В), [9, 32]. Интрадиализное парентерального питания (Intradialytic Parenteral Nutrition — IDPN) следует применять для коррекции неадекватного питания у детей с истощением (ИМТ по возрасту <5-го перцентиль), когда дети не могут удовлетворить потребность в питании через оральное и/или зондовое кормление (уровень рекомендации С). Баланс калорий, получаемых из углеводов и ненасыщенные жиры в физиологически пределах рекомендуется в виде допустимого диапазона макронутриентов (Acceptable Macronutrient Distribution Range — AMDR) и суточной нормы потребления детям с ХБП 2–5 и 5D (уровень рекомендации С), [9].

В вопросах избыточного веса и ожирения у детей с ХБП консенсус между KDOQI и PRNT не был достигнут. Так согласно KDOQI, предлагаются изменения в питании и образе жизни с целью добиться контроля веса при лишнем весе или ожирении у детей с ХБП стадий 2–5 и 5D (уровень рекомендации С), [9]. При этом PRNT у детей с избыточным весом или ожирением рекомендует отрегулировать калорийность рациона, чтобы добиться соответствующей

щих весовых прибавок без ущерба для питания (сильная рекомендация А) [32].

Ведущие мировые авторы сходятся во мнении, что на начальном этапе диета детей с ХЗБ 2–5 стадиями соответствует по энергетической потребности и уровню белков диета здорового ребенка того же возраста. Таким образом, не существует специфических формул расчета калорийности питания детей с ХБН [9, 25, 32].

Например, профессором F Brian Boudi предложено использовать уравнение Харриса для детей, готовящихся к трансплантации. Предполагается измерение базовой энергетической затраты (БЭЗ) или можно встретить в литературе — базовый метаболический коэффициент БМК(BMR). БМК человека — это ежедневное количество энергии, которое требуется его организму, если он находится в состоянии покоя в умеренной среде. БМК оптимально определять индивидуально, на основании непрямого калориметрии, которая учитывает потребление кислорода и выделение углекислого газа пациентом, где на каждый литр  $\text{CO}_2$  предполагается энергетическая затрата равно 1,1 кКал. Когда непрямая калориметрия невозможна или нецелесообразна, БЭЗ могут быть определены на основе уравнения Харриса-Бенедикта: для мальчиков:  $\text{БЭЗ} = 66,5 + (13,7 \times \text{вес в килограммах}) + (5 \times \text{рост в сантиметрах}) - (6,78 \times \text{возраст в годах})$ . Для девочек:  $\text{БЭЗ} = 655 + (9,56 \times \text{вес в килограммах}) + (1,85 \times \text{рост в сантиметрах}) - (4,68 \times \text{возраст в годах})$  [13].

У пациентов с клинически значимыми отеками или асцитом необходимо рассчитывать

энергетические потребности на основе скорректированной массы тела или расчетной сухой массы следующим образом, которая учитывает рекомендованную массу тела (идеальную): скорректированная масса тела = (идеальная масса тела - фактическая масса тела)  $\times 20\%$  + идеальная масса тела. Чтобы определить расчетную суточную потребность в калориях, умножьте БЭЗ на коэффициент стресса и коэффициент физической активности.

Суточная норма калорий у детей должна быть скорректирована с учетом наличия БЭН или ожирения. Для детей с средними антропометрическими показателями суточная норма калорий приблизительно равна: 0–1 год — 90–120 ккал/кг массы тела, 1–3 года 85–110 ккал/кг.

KDOQI предлагает следующую формулу для расчета ожидаемой энергетической потребности: энергетическая потребность = общий расход энергии + энергетический депозит [9].

PRNT предлагает измерять базальную скорость метаболизма [25]. И указывает, что с момента публикации руководства KDOQI было разработано две стратегии для изучения оптимальных требований к энергии для детей с ХБП. Во-первых, в нескольких исследованиях изучалась EER/ BMR с помощью непрямого калориметрии и не было выявлено различий со здоровыми детьми после поправки на мышечную массу тела [33, 34]. Скорректированный BMR у детей с ХБП существенно не отличался от BMR здоровых. Во-вторых, в обсервационных и ретроспективных исследованиях сообщалось о влиянии определенных измерений

Таблица 2

Коэффициент корректировки суточной потребности в калориях [13]

| Корректировочный коэффициент, для пациентов испытывающих стресс, связанный с оперативным вмешательством, сопутствующей патологией, инфекциями и ранами |     | Корректировочный коэффициент, для пациентов с учетом физической активности |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------|-----|
| Оперативное вмешательство                                                                                                                              | 1,2 | Лежачий пациент, прикованный к кровати                                     | 1,2 |
| Инфекции и раны                                                                                                                                        | 1,5 | Разрешена незначительная, ограниченная физическая активность               | 1,3 |
|                                                                                                                                                        |     | Разрешена легкая физическая активность                                     | 1,5 |
|                                                                                                                                                        |     | Допускается умеренная физическая активность                                | 1,6 |

Таблица 3

Энергетическая потребность у детей до 3 лет со здоровым весом [9]

|                                                                                           |                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 0–3мес                                                                                    | $\text{ЭП} = (89 \times \text{вес в кг} - 100) + 175$ |
| 4–6 мес                                                                                   | $\text{ЭП} = (89 \times \text{вес в кг} - 100) + 56$  |
| 7–12 мес                                                                                  | $\text{ЭП} = (89 \times \text{вес в кг} - 100) + 22$  |
| 13–35 мес                                                                                 | $\text{ЭП} = (89 \times \text{вес в кг} - 100) + 20$  |
| Примечание. С 3 лет и старше предложен дифференцированный расчет для мальчиков и девочек. |                                                       |

потребления энергии у детей с ХБП. Большинство сообщили, что количество энергии в рационе у детей с ХБП около 100% EER, получающих консервативную терапию или перитонеальный диализ, привело к приемлемым массо-ростовым прибавкам [32, 35, 36].

Еще одним важным показателем оценки нутритивного статуса у детей с 2–5 и 5D стадиями ХЗП является нормализованная скорость катаболизма белка (nPCR). Расчет nPCR основан на увеличении в крови азота мочевины [9, 32].

### ПОТРЕБНОСТЬ В МАКРОНУТРИЕНТАХ, ДИЕТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Потребность в белках у детей с ХБП и нормальным ИМТ составляет 100–140% от РСНП у детей с ХБП стадии 3; и 100–120% от РСНП у детей с ХБП на стадиях с 4 по 5, а при стадии 5D — 100% от РСНП. Белкового сапплементарного питания орально или парентерально следует применять у детей с ХБП стадии

2–5 и 5D, которые не в состоянии удовлетворить свои потребности в белке с обычным питанием [9, 25, 32].

Исследования баланса азота, такие как 24-часовой анализ содержания мочевины в моче, количественное определение мочевины, креатинина, мочевой кислоты в сыворотке крови — являются стандартными методами оценки потребности в белке. Когда эти исследования невозможны, можно основываться на суточной потребности в белке для определенного возраста (см табл. 4). Эти значения служат базовыми показателями и должны быть скорректированы с учетом состояния: БЭН и/или физиологического стресса. Предполагается суточная потребность в белках у детей со средними показателями антропометрии: 0–6 месяцев — 2,2 г / кг массы тела, 6–12 месяцев — 2 г / кг массы тела, 1–3 года — 0,18 г / см роста [9, 13].

Согласно, PRNT подход в определении РСНП калорий и белков более дифференцирован по возрасту, но менее дифференцирован по

Таблица 4

KDOQI — рекомендованная суточная норма потребления белка для младенцев детей до 3 лет с ХБП [9]

| Возраст                                                         | РСНП г/кг/сут | РСНП, ХБН стадия 3 100–140% г/кг/сут | РСНП, ХБН стадия 4–5 100–120% г/кг/сут | РСНП для детей на гемодиализе г/кг/сут | РСНП для детей на перитонеальном диализе г/кг/сут |
|-----------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 0–6 мес                                                         | 1,5           | 1,5–2,1                              | 1,5–1,8                                | 1,6                                    | 1,8                                               |
| 7–12 мес                                                        | 1,2           | 1,2–1,7                              | 1,2–1,5                                | 1,3                                    | 1,5                                               |
| 1–3 года                                                        | 1,05          | 1,05–1,5                             | 1,05–1,25                              | 1,15                                   | 1,3                                               |
| Примечание. Старше 3х лет РСНП отличается у девочек и мальчиков |               |                                      |                                        |                                        |                                                   |

Таблица 5

PRNT — потребность в энергии и белке для младенцев и детей с ХБП2-5D до 3 лет [32]

| Возраст в месяцах                                                                                                                                                    | РСНП калорий 1 (кКал/кг/сут) |         | РСНП белка (г/кг/сут) | РСНП белка (г/сут) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------|-----------------------|--------------------|
| 0                                                                                                                                                                    | 93–107                       |         | 1,52–2,5              | 8–12               |
| 1                                                                                                                                                                    | 93–120                       |         | 1,52–1,8              | 8–12               |
| 2                                                                                                                                                                    | 93–120                       |         | 1,4–1,52              | 8–12               |
| 3                                                                                                                                                                    | 82–98                        |         | 1,4–1,52              | 8–12               |
| 4                                                                                                                                                                    | 82–98                        |         | 1,3–1,52              | 9–13               |
| 5                                                                                                                                                                    | 72–82                        |         | 1,3–1,52              | 9–13               |
| 6–9                                                                                                                                                                  | 72–82                        |         | 1,1–1,3               | 9–14               |
| 10–11                                                                                                                                                                | 72–82                        |         | 1,1–1,3               | 9–15               |
| 12                                                                                                                                                                   | 72–120                       |         | 0,9–1,14              | 11–14              |
|                                                                                                                                                                      | мальчики                     | девочки |                       |                    |
| 24                                                                                                                                                                   | 81–95с                       | 79–92   | 0,9–1,05              | 11–15              |
| 36                                                                                                                                                                   | 80–82                        | 76–77   | 0,9–1,05              | 13–15              |
| Примечание. <sup>1</sup> — РСНП основана на уровне физической активности (УФА-коэффициент), используемом международными организациями; УФА для детей 1–3 года — 1,4. |                              |         |                       |                    |

Таблица 6

Рекомендации по диетическому питанию для детей с дислипидемией и ХБП стадии 5, 5D и почечным трансплантатом [9]

| Показатель                | ЛПНП –холестерол >100 мг/дл    | Триглицериды сыворотки >150 мг/дл                                                                      |
|---------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Калории                   |                                | При избыточном весе –рекомендации направленные на достижение сбалансированного энергетического баланса |
| Жиры в пище               | <30% общего количества калорий | Ограниченное количество                                                                                |
| Холестерол                | <200 мг/сут                    |                                                                                                        |
| Транс-жиры                | Исключить                      |                                                                                                        |
| Насыщенные жирные кислоты | <7% общего количества калорий  |                                                                                                        |
| Углеводы                  |                                | Ограниченное количество простых углеводов                                                              |

стадиям ХБП, в сравнении с рекомендациями KDOQI (см. табл. 5.)

Возможное соотношение белков, жиров и углеводов в рационе детей с ХЗП: углеводы–45–65%, жиры — 30–40%, белки 5–20% [9, 37].

Известно, что дети с ХБП подвержены дислипидемии [38, 39]. Рабочая группа KDOQI разработала руководство по дислипидемии у взрослых, и утверждает, что рекомендации диетические и по образу жизни подходят подросткам постпубертатного возраста с ХЗП (см. табл. 6), а дети и подростки препубертатного возраста должны придерживаться рекомендаций Национальной группы экспертов по холестерину у детей и подростков (National Cholesterol Expert Panel in Children and Adolescents: NCEP-C) и консенсуса по диетическим рекомендациям для детей и подростков Американской кардиологической ассоциации (American Heart Association-АНА) [39–41]. Руководство Американской ассоциации парентерального и энтерального питания A.S.P.E.N 2015 г рекомендует максимальную суточную дозу жиров 1–2 г/кг/сут [42].

### ПОТРЕБНОСТЬ В ЖИДКОСТИ, ДИЕТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Суточные потребности в жидкости у педиатрических пациентов, без учетов отеков или дегидратации: недоношенные новорожденные, с весом менее 2 кг — 150 мл / кг, новорожденные и дети с весом 2–10 кг — 100 мл / кг на первые 10 кг, младенцы и дети с весом 10–20 кг — 1000 мл плюс 50 мл / кг свыше 10 кг [13].

Дополнительную жидкость и натрий следует учитывать для детей с ХБП стадии 2–5 и 5D и полиурией, чтобы избежать хронической внутрисосудистой гиповолемии и способствовать оптимальному росту (уровень рекоменда-

ции В). Дотация натрия необходима всем детям с ХБП стадии 5D, получающим перитонеальный диализ (уровень рекомендации В). Следует ограничить употребление натрия у детей с ХБП стадии от 2 до 5 и 5D, с гипертензией (систолическое и/или диастолическое артериальное давление >95 перцентиля) или предгипертензией (систолическое и/или диастолическое артериальное давление >90 перцентиля и <95 перцентиля) (уровень рекомендации В). Потребление жидкости должно быть ограничено у детей в стадиях ХБП 3–5 и 5D с олигоанурией, чтобы предотвратить осложнения перегрузки жидкостью (уровень рекомендации А). Потребление калия должно быть ограничено для детей с ХБП стадии 2–5 и 5D с гиперкалиемией или из группы риска гиперкалиемии (уровень рекомендации А) [9].

### СПОСОБЫ ПИТАНИЯ

Если относительно состава рациона детей с 2–5 и 5B стадиями ХБП не было получено убедительных доказательств наличия разработанной оптимальной диеты, то способы кормления имеют уровень доказательств и рекомендаций сильный, согласно PRNT и умеренный, согласно KDOQI; также был достигнут определенный консенсус [9, 32].

Грудное вскармливание признано предпочтительным методом кормления младенцев с ХБП. Если грудное вскармливание невозможно или грудного молока не хватает в достаточном объеме ребенку с ХБП, предлагается использовать молочные смеси с преобладанием сывороточного белка. Предлагается обогащать грудное молоко и детское питание, когда требуется ограничение жидкости или когда для удовлетворения потребностей в питании необходимо больше энергии или высококалорийные продук-

ты (сильная рекомендация А). Концентрация формулы или грудного молока с пищевыми добавками повышается постепенно, чтобы улучшить переносимость (слабая рекомендация D), согласно PRNT [32]. Также, согласно KDOQI и PRNT, адаптированные смеси или формулы, разработанные для энтерального питания могут быть как концентрированными так и дополненными коммерчески порошками глюкозы, жидкостью или жирами (см табл. 7). Питание детей с олигоанурией 5 стадий ХБП может требовать высококалорийных питательных веществ. Способ доставки питательных веществ через зонд зависит от возраста, потребности в питательных и минеральных веществах, наличия или отсутствия рвоты, баланса электролитов и количества питания, усваиваемого через рот. Младенцы могут требовать только болюсного введения питания через зонд после орального кормления, но некоторым может понадобиться полностью зондовое питание, с доставкой насосом с установленной скоростью ночью и дополнительными болюсами в дневное время [9]. Например, у детей до 1 года начальная почасовая инфузия составляет 10–20 мл/час или 1–2 мл/кг/час с ежедневным увеличением 5–10 мл/8 часов или 1 мл/кг/час, целевое кормление (максимальный объем, который ребенок хорошо переносит) 21–54 мл/час или 6 мл/кг/час. Болюсное кормление составляет 60–80 мл каждые 4 часа или 10–15 мл/кг/на кормление, с ежедневным увеличением 20–40 мл/к часа, при этом целевой объем составляет 80–240 мл каждые часа или 20–30 мл/кг/кормление [9, 43].

### Интрадиализное парентераное питание

Дети с терминальной стадией почечной недостаточности (ТПН), находящиеся на гемодиализе, имеют повышенный риск истощения.

Агрессивное вмешательство в питание, такое как интрадиализное парентеральное питание (ИДПП-IDPN Intradialytic Parenteral Nutrition), должно рассматриваться с целью предотвращения дальнейших сопутствующих заболеваний и смертности, связанных с недоеданием, в случае неэффективности других вмешательств. ИДПП — это неинвазивный метод обеспечения пациентов с истощением через доступ гемодиализа (ГД) на протяжении всего лечения ГД. Несмотря на то, что в педиатрии отсутствуют свидетельства о долгосрочной пользе ИДПП, имеются данные о том, что он улучшает метаболические параметры и состояние питания [44]. В педиатрии выполнено лишь несколько пилотных исследований по ИДПП. Данные небольших когорт предполагают что ИДПП может быть эффективным при неадекватном пероральном и/или энтеральном питании в случае истощения детей. ИДПП привело к улучшению показателей ИМТ у детей с органическими, но не психосоциальными причинами истощения [45–47]. KDIQO предлагает прибегать к ИДПП при ИМТ менее 5 перцентилей и невозможности обеспечения адекватного питания орально и/или энтерально (слабый уровень рекомендации C), [9]. Оптимальный состав ИДПП не известен. Однако, обычно содержит аминокислоты, в количестве предполагаемой суточной потребности (РСНП), декстрозу, 20% и 30% липидные компоненты. Предложено несколько протоколов ИДПП [48, 49], но ни одного клинического руководства в настоящее время не существует. В отделении почечного диализа Техасской детской больницы применяют показания к использованию ИДПП, если соблюдены 2 или более из следующих критериев:

- Снижение веса >10% за 3 месяца у пациента с ИМТ <90%.

Таблица 7

PRNTL Предлагаемое добавление энергетических модулей в детские смеси

| Энергетический модуль                                                                                                                                                                        | Возраст  | Количество углеводов(уг)/жиров (ж), добавленных в формулу | Конечная концентрация углеводов (уг)/жира(ж) в формуле (% или г / 100 мл) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Полимер глюкозы (порошок глюкозы коммерческий)                                                                                                                                               | <6 мес   | 3–5 г (+7 г уг из смеси)                                  | 10–12                                                                     |
|                                                                                                                                                                                              | 6–12 мес | 5–8 г (+7 уг из смеси)                                    | 12–15                                                                     |
|                                                                                                                                                                                              | >12 мес  | 8–18 г (+12 г уг из смеси)                                | 20–30                                                                     |
| Жировая эмульсия (50% жир)                                                                                                                                                                   | <12 мес  | 3–5 мл (+3.5 г ж из смеси)                                | 5–6                                                                       |
|                                                                                                                                                                                              | >12 мес  | 9 мл (+4.5 г ж из смеси)                                  | 9                                                                         |
| Примечание. Среднее количество г у г/ж в детской смеси взято из «Adapted from Shaw V (ed) Clinical Paediatric Dietetics, 4 <sup>th</sup> edition (2015). Chichester: Wiley Blackwell, p 18». |          |                                                           |                                                                           |

- Невозможность обеспечения адекватным энтеральным питанием:
  - ограничение жидкости;
  - попытки энтерального питания провалились;
  - желудочно-кишечные заболевания (требующие ИДПП без объективных данных о мальнотриции).
- Клинические признаки мальнотриции:
  - сывороточный альбумин  $<3,5$  мг/дл;
  - низкая нормализованная скорость катаболизма белка (nPCR)  $<1$  г/кг/сут.

Состав и дозы ИДПП не строго определены, но имеют общие тенденции. Раствор 70% декстрозы дозируется из расчета 5–9 мг углеводов/кг/мин времени ГД. Рекомендуемый белок на 15% состоит из аминокислот, чтобы минимизировать объем, необходимый для адекватного обеспечения белком. Белок дозируется 1,3 г/кг/на все время ГД. Рекомендованный липидный компонент — это 20% раствор на основе яиц, используемый для минимизации введенного объема и максимального потребления калорий. Липиды дозируются из расчета 25% от объема ИДПП (углеводы и белок) [50].

## ПОКАЗАТЕЛИ НУТРИТИВНОГО СТАТУСА

Учитывая связь гипоальбуминемии со смертностью, сывороточный альбумин остается важным компонент оценки пациентов с ХБП. Однако значение альбумина как маркера состояния питания спорно. В случае гипоальбуминемии необходимо тщательно оценить отеки, суточную потерю белка и исследовать возможные причины системного воспаления [9, 51].

Клиническая манифестация мальнотриции у детей включает:

- БКН, дефицит веса.
- Задержка физического развития, задержка роста.
- Нарушение катаболизма белка.
- Стеаторея.
- Дефицит незаменимых жирных кислот — ксероз конъюнктивы и роговицы, нарушение функции сетчатки, ночная слепота, кератомалиция, ксерофтальмия.
- Дефицит витамина Е — периферическая невропатия, офтальмоплегия, атаксия, гемолиз, арефлексия, сниженная проприоцепция.
- Дефицит витамина D — остеопения, рахит, переломы.
- Дефицит витамина К — гематомы, носовое кровотечение, коагулопатия, петехии.

- Дефицит цинка — анорексия, акродерматит, снижение ростовых прибавок.
- Гиперхолестеринемия — ксантомы.
- Нарушение функции желудочно-кишечного тракта (гипохлоргидрия, снижение функции слизистой оболочки) — диарея.
- Иммуносупрессия вторичная по отношению к снижению клеточного иммунитета — генерализованные инфекции [9, 13].

Согласно австралийскому руководству CARI, в настоящее время нет данных об оптимальном потреблении витаминов и микроэлементов у детей с ХБН или с ТСХБП с уровнем доказательности I или II [25]. Многие руководства, например, Британские, Канадские и Европейские вообще не содержат педиатрических рекомендаций на данную тему (British Renal Association, Canadian Society of Nephrology, European Best Practice Guidelines). В то же время «Инициатива по обеспечению качества результатов при заболеваниях почек» (Kidney Disease Outcomes Quality Initiative) утверждает в своем руководстве, что дети, находящиеся на диализе должны получать 100% рекомендуемой суточной нормы потребления (РСНП) витаминов и микроэлементов. Определение содержания витаминов и микроэлементов, цинка и меди в сыворотке крови необходимо проверять каждые 4–6 месяцев. И пищевые добавки необходимо вводить, если уровни данных показателей ниже 100% РСНП или есть клинические признаки их дефицита [9]. Руководство CARI подчеркивает отсутствие рандомизированных контролируемых исследований в данном вопросе, но все же ссылается на отдельные исследования. Они показали, что суточное потребление у детей, находящихся на диализе ниже 100% от РСНП, в отличие от детей, получающих саплиментарную поддержку, демонстрирующих схожие показатели суточного потребления водорастворимых витаминов с детьми из контрольной группы. Мультивитаминные препараты для взрослых, назначаемые детям на диализе, могут привести к большему суточному потреблению чем у здоровых детей контрольной группы. Уровень водорастворимых витаминов в крови у детей, получающих диализную терапию и витаминные добавки, разработанными для детей с заболеваниями почек аналогичны показателям здоровых детей в контрольной группе. Потребление витаминов А, В12 и Е в рационе у детей находящихся на диализе соответствовали РСНП в независимости получали ли они саплиментарную поддержку или нет. Пациенты с диализной терапией, получающие витаминно-минеральные добавки

демонстрировали уровни меди и цинка в пределах нормы, определенной для здоровых детей [52].

Таким образом, ведущие мировые руководства заключают, что РСНП витаминов и микроэлементов для детей с ХБП в настоящее время не определена и предполагается аналогичная РСНП витаминов и микроэлементов как у здоровых детей в отсутствие выявленного дефицита (клинически или биохимически), [9, 25, 32]. Согласно KDOQI, диетическое питание детей с ХЗП 2–5 стадий должно включать 100% от рекомендуемой суточной нормы потребления следующих витаминов, минералов и микронутриентов: тиамин (B1), рибофлавин (B2), ниацин (B3), пантотеновая кислота (B5), пиридоксин (B6), биотин (B8), кобаламин (B12), аскорбиновая кислота (C), ретинол (A), токоферол (E), витамин K, фолиевая кислота, медь и цинк (см табл. 8, 10, 11). Предполагается, что дети с ХБП стадии 5D получают водорастворимые витамины сапплементарно (уровень рекомендации B), Кальций детям с 2–5 стадией рекомендован — 100–200% РСНП, фосфор 80–100% РСНП (уровень рекомендации C). Кальция и витамина D-минимум 100% РСНП предлагается у детей с ХБП стадии от 1 до 5. При пероральном или энтеральном потреблении кальция из пищи не следует превышать 200% РСНП (уровень рекомендации C). Витамин D при уровне 25-гидроксивитамина D в сыворотке крови менее 30 нг/мл (75 нмоль/л) необходимо вводить дополнительно в виде витамина D2 (эргокальциферол) или витамина D3 (холекальциферол) — (уровень рекомендации C). При скорректированных показателях кальция и фосфора в сыворотке крови — повторное их измерение производится ежемесячно на ранних этапах, а уровень витамина D определяется 1 раз в 3 мес (уровень рекомендации C), при достижении показателя 25-ОН-витамина D в сыворотке крови выше среднего — его концентрация определяется

ежегодно (уровень рекомендации C) [9]. Рекомендованная доза для детей до 12 мес — 1000 МЕ/сут и 2000 МЕ/сут для детей старше 12 мес. При достижении адекватного уровня 25-ОН-витамина D — 30 нг/мл эквивалентная доза может быть назначена в виде 50.000 МЕ/1 в месяц [9, 53].

Относительно сапплементарной поддержки Всемирная Организация Здравоохранения (WHO), совместно с центром по контролю и профилактике заболеваний США (US Centers for Disease Control and Prevention -CDC) организовали «Международную программу по профилактике и контролю мальнутриции микронутриентов» (The International Micronutrient Malnutrition Prevention and Control — IMMPaCt), разработаны рекомендации по обогащению железом, витамином A, фолатами, цинком пищи детей с 6–23 мес [54]. Учитывая, что нормы большинства витаминов и минералов не определены для детей с ХБН на разных стадиях заболевания, большинство исследователей рекомендует дозы аналогичные РСНП для здоровых детей (см. табл. 11) [9, 25, 32].

В России в 2018 году была опубликована Национальная программа «ФИЦ питания и биотехнологии», ФГАУ НМИЦЗД Минздрава России, ФГБОУ ДПО РМАПО Минздрава России, под патронажем «Союза педиатров» — «Недостаточность витамина D у детей и подростков Российской Федерации: современные подходы к коррекции». Согласно данной программе, РСНП Витамина D определяется для детей в возрасте 0–1 месяца является 740 МЕ/сут. С каждым годом жизни результативная профилактическая доза, достаточная для достижения 25(ОН)D >20 нг/мл, в среднем повышается на 93 МЕ/сут:  $740 + (\text{возраст [годы]} \times 93 \text{ [МЕ/сут]})$ . Причем, для достижения целевой концентрации кальцидиола 40–60 нг/мл доза холекальциферола должна быть выше. Предложены схемы расчета суточной дозы витамина D, исходя из исходного уровня содержания концентрация

Таблица 8

Рекомендованные суточные нормы потребления жирорастворимых витаминов для младенцев и детей раннего возраста [55]

| Возраст  | Витамин A1, мкг | Витамин D2, мкг | Витамин E.3, мкг | Витамин K, мкг |
|----------|-----------------|-----------------|------------------|----------------|
| 0–6 мес  | 400*            | 5               | 4*               | 2              |
| 7–12 мес | 500*            | 5               | 5*               | 2.5            |
| 1–3 года | 300             | 5               | 6                | 30             |

Примечание. <sup>1</sup> — 1 эквивалент ретинола = 1 мкг ретинола или 12 мкг бета-каротина; <sup>2</sup> — 1 мкг холекальциферола = 40 МЕ витамина D; <sup>3</sup> — Альфа-токофероловые эквиваленты — 1 мг D-альфа-токоферола РСН удовлетворяет потребности большинства детей возрастной группы, при средних показателях физического развития и физической активности.

Таблица 9

Рекомендованная суточная норма потребления холекальциферола (D3) для младенцев и детей раннего возраста в России [56]

| Европейский Север России |             | Другие регионы России |             |
|--------------------------|-------------|-----------------------|-------------|
| Возраст                  | Доза D3, МЕ | Возраст               | Доза D3, МЕ |
| 1–6 мес                  | 1000        | 1–6 мес               | 1000        |
| 7–12 мес                 | 1500        | 6–12 мес              | 1000        |
| 1–3 года                 | 1500        | 1–3 года              | 1500        |

Примечание. РСНП не требует пересчета у детей на смешанном и искусственном вскармливании.

Таблица 10

Рекомендованные суточные нормы потребления водорастворимых витаминов для младенцев и детей раннего возраста [57]

| Возраст  | Витами С, мг | Фолаты, мкг | Ниацин <sup>1</sup> , мг | Рибофлавин, мг | Витамин В6, мкг | Тиамин, мг | Витамин В12, мкг |
|----------|--------------|-------------|--------------------------|----------------|-----------------|------------|------------------|
| 0–6 мес  | 40*          | 65*         | 2*                       | 0.3*           | 0.1*            | 0.2*       | 0.4*             |
| 6–12 мес | 50*          | 80*         | 4*                       | 0.4*           | 0.3*            | 0.3*       | 0.5*             |
| 1–3 года | 15           | 150         | 6                        | 0.5            | 0.5             | 0.5        | 0.9              |

Примечание. РСНП удовлетворяет потребности большинства детей возрастной группы, при средних показателях физического развития и физической активности; \* — РСНП может отличаться при неадекватном, неполноценном питании; <sup>1</sup> — Указано в эквивалентах ниацина, где 1 ниациновый эквивалент = 1 мг ниацина или 60 мг пищевого триптофана.

Таблица 11

Рекомендованная суточная норма потребления минералов [54, 55]

| Возраст  | Кальций, мг | Фосфор, мг | Магний, мг | Йод, мг | Селен, мг | Железо, мг | Цинк, мг |
|----------|-------------|------------|------------|---------|-----------|------------|----------|
| 0–6 мес  | 210         | 100*       | 30*        | 110*    | 15*       | 0.27*      | 2*       |
| 6–12 мес | 270         | 275*       | 75*        | 130*    | 20*       | 11*        | 3        |
| 1–3 года | 500         | 460        | 80         | 90      | 20        | 7          | 3        |

Примечание. РСН удовлетворяет потребности большинства детей возрастной группы, при средних показателях физического развития и физической активности; \* — РСН может отличаться при неадекватном, неполноценном питании.

Таблица 12

Максимальная суточная доза кальция, мг для детей ХБП с 2–5 и 5D стадиях [9]

| Возраст  | РСНП | Максимальная доза для здоровых детей | Максимальная доза для детей с ХЗП с 2–5 и 5D стадий |
|----------|------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 0–6 мес  | 210  | Нет данных                           | <420                                                |
| 7–12 мес | 270  | Нет данных                           | <540                                                |
| 1–3 года | 500  | 2500                                 | <1000                                               |

25(ОН)D с целевым уровнем более 30 нг/мл (75 нмоль/л). Недостаточность диагностируется при концентрации 25 (ОН)D от 21 до 30 нг/мл, дефицит в случае менее 20 нг/мл. Также разработаны профилактические дозы витамина D в возрастных группах с учетом региона проживания (см табл. 9) [56].

Поскольку витамины и микроэлементы действуют как ферменты, они не потребляются в биохимических реакциях. Поэтому, если эти вещества не теряются (например, при диарее),

добавление микронутриентов в дозах превышающих РСНП не рекомендовано. У детей с терминальной стадией ХБП, когда недостаток витаминов и минералов наиболее вероятен, важно следить за клиническими признаками дефицита или определять уровни данных веществ в сыворотке крови, в то же время мониторировать проявления токсических эффектов сапплементарной терапии: тошнота, рвота, вялость, токсический гепатит и признаки специфические для определенных витаминов и ми-

нералов [9, 13]. В связи с чем необходимо определить максимальные суточные дозы витаминов и минералов (см. табл. 12).

Помимо основных питательных веществ, витаминов и минералов, активно обсуждается роль карнитина в терапии детей с ХБП, однако, в настоящее время не получено убедительных данных положительного влияния на нутритивный статус и показатели анемии у детей с ХЗП при терапии карнитином [9, 58].

## ОБСУЖДЕНИЕ

Мальнотриция широко распространена среди детей раннего возраста, получающих диализную терапию вследствие метаболических изменений, которые влияют на аппетит и потребление питательных веществ, обмен веществ и расход энергии, предрасполагая к развитию БЭН и повышенному риску заболеваемости и смертности [59, 60]. Воспаление, метаболический ацидоз, уремические токсины и гормональная дисрегуляция играют важную роль в патогенезе потери энергии белка и нарушения роста у детей с ХБП. Внимание к вопросу нутритивной поддержки младенцев и детей раннего возраста на стадии 5D ХБП, готовящихся к ТП имеет решающее значение из-за значительного влияния, которое плохое питание может оказать на физическое и психомоторное развитие [61]. Клинические руководства международных рабочих групп по питанию у детей с ХБП вводят дифференцированный подход к параметрам частоте оценки питания, а также РСНП энергии, белка, кальция, фосфор, натрий, витаминов и минералы, введение дополнительного обогащенного питания для детей с ХБП в зависимости от стадии 2–5 и 5D. Рекомендуемая частота оценки питания обратно пропорциональна возрасту младенца на диализной терапии. В идеале, оценка должна проводиться детским диетологом, специализирующимся на ХБП «pediatric renal dietitian». Несмотря на достижение консенсусов по избранным вопросам питания, уровень рекомендаций, в целом низкий, из-за низкого уровня доказательности и отсутствия рандомизированных контролируемых исследований. Саплементарное введение белка и калорий сами по себе не могут адекватно контролировать БЭН у младенцев и детей раннего возраста с ХБП. Необходим многоплановый подход, включающий лечение сопутствующих заболеваний. Терапевтические вмешательства, которые конкретно направлены на воспаление и другие метаболические нарушения, имеют важное

значение для успешного лечения БЭН у этих пациентов. В настоящее время не только отсутствуют разработанные рекомендации с высоким уровнем доказательности по нутритивной поддержке детей с 2–5 и 5D стадиями ХБП в пред- и посттрансплантационном периоде, но не определены оптимальные суточные нормы потребления витаминов и микроэлементов, отсутствуют данные о максимальных суточных дозах [9], нет конкретных клинических рекомендаций по коррекции веса, лишь общие указания стратегического характера. Не существует также единых протоколов ИДПП. И даже эффективность специфических методов оценки состава тела (BIA, DXA-сканирование) спорна. Лучшее понимание механизмов гормональной регуляции и метаболизма, дополнительные клинические исследования могут привести к разработке новых и эффективных методов коррекции мальнотриции у детей с ХБП.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Chavers B., Najarian J.S., Humar A. Kidney transplantation in infants and small children. *Pediatr Transplant.* 2007; 11: 702–8.
2. Harambat J., van Stralen K.J., Kim J.J., Tizard E.J. Epidemiology of chronic kidney disease in children. *Pediatric Nephrology.* 2012; 27(3): 363–73. DOI: 10.1007/s00467–011–1939–1.
3. Pruthi R., O'Brien C., Casula A., Braddon F., Lewis M., Maxwell H., Tse Y., Inward C., Sinha M.D. UK Renal registry 15th annual report: chapter 4 demography of the UK paediatric renal replacement therapy population in 2011. *Nephron Clin Pract.* 2013; 123: 81–92.
4. Hart A., Smith J.M., Skeans M.A., Gustafson S.K., Wilk A.R., Robinson A., et al. OPTN/SRTR2016 Annual Data Report: Kidney. *Am J Transplant.* 2018 Jan.; 18(1): 18–113.
5. Saran R., Robinson B., Abbott K.C., et al. US Renal Data System 2017 Annual Data Report: Epidemiology of Kidney Disease in the United States. *Am J Kidney Dis.* 2018 Mar.; 71(3S1): A7.
6. Shepherd R.W. Pre- and postoperative nutritional care in liver transplantation in children. *J Gastroenterol Hepatol.* 1996 May; 11(5): S7–10.
7. Mosaad A.M., Hamdy A.F., Hassan N.M., et al. Evaluation of growth in low-body-weight kidney transplant Egyptian children: 25-year experience. *J Nephrol.* 2012; 25(3): 363–72. DOI:10.5301/jn.5000012
8. Kalantar-Zadeh K., Kopple J.D., Block G., Humphreys M.H. *Am J. Kidney Dis.* A malnutrition-inflammation score is correlated with morbidity and mortality in maintenance hemodialysis patients. 2001 Dec; 38(6):1251–63.
9. Bradley A. Warady, Donna Secker Bethany Foster Stuart L. Goldstein Frederick Kaskel et al KDOQI Clinical

- Practice Guideline for Nutrition in Children with CKD: 2008 update. Executive summary. KDOQI Work Group. *Am J Kidney Dis.* 2009 Mar; 53(3 Suppl 2): S11–104.
10. Nolte Fong J. V., Moore L. W. Nutrition Trends in Kidney Transplant Recipients: the Importance of Dietary Monitoring and Need for Evidence-Based Recommendations. *Front Med (Lausanne).* 2018; 5: 302. Published 2018 Oct 31. DOI:10.3389/fmed.2018.00302.
  11. Tara Coghlin Dickson, Maria Christina Fernandez. Efficacy of Low Microbial Diet in Immunocompromised Adult Blood and Marrow Transplant Patients. *Biol Blood Marrow Transplant* 23. 2017; S18–S391.
  12. US Department of Agriculture: Food Safety for Transplant Recipients. A Need-to-Know Guide for Bone Marrow and Solid Organ Transplant Recipients. Washington, DC, US Department of Agriculture, Food Safety and Inspection Service. 2006: 24.
  13. F. Brian Boudi, Mary L. Windle, Stuart M. Greenstein. Nutritional Requirements of Children Prior to Transplantation. *MedScape.* 2019. <https://emedicine.medscape.com/article/1014361-overview#a2>
  14. Haller M.C., van der Veer S.N., Nagler E.V., Tomson C., Lewington A., Hemmelgarn B.R., et al. A survey on the methodological processes and policies of renal guideline groups as a first step to harmonize renal guidelines. *Nephrol Dial Transplant.* 2015; 30: 1066–74. DOI: 10.1093/hndt/gfu288.
  15. Pollock C., Voss D., Hodson E., Crompton C. Caring for Australasians with Renal Impairment (CARI). The CARI guidelines. Nutrition and growth in kidney disease. *Nephrology (Carlton).* 2005; 10(5): S177–230. DOI:10.1111/j.1440–1797.2005.00506\_1.x
  16. Silverstein D.M. Growth and Nutrition in Pediatric Chronic Kidney Disease. *Front Pediatr.* 2018; 6: 205. Published 2018 Aug 14. DOI:10.3389/fped.2018.00205.
  17. Rees L., Mak R. H. Nutrition and growth in children with chronic kidney disease. *Nat Rev Nephrol.* 2011 Sep 27; 7(11): 615–23.
  18. Gat-Yablonski G., Phillip M. Nutritionally-induced catch-up growth. *Nutrients.* 2015 Jan 14; 7(1): 517–51.
  19. Farquharson C., Ahmed S.F. Inflammation and linear bone growth: the inhibitory role of SOCS2 on GH/IGF-1 signaling. *Pediatr Nephrol.* 2013; 28(4): 547–56.
  20. Foster B.J., Leonard M.B. Measuring nutritional status in children with chronic kidney disease. *Am J Clin Nutr.* 2004; 80: 801–14.
  21. Wang J., Thornton J.C., Kolesnik S., Pierson R.N. Jr: Anthropometry in body composition. An overview. *Ann NY Acad Sci.* 2000; 904: 317–26.
  22. Настаушева Н.С., Стахурлова Л.И., Жданова О.А., Чичуга Е.М., Звягина Т.Г., Настаушева Т.Л., Савченко А.П. Физическое развитие детей с хронической болезнью почек (ХБП). *Нефрология.* 2015; 19(3): 32–8.
  23. Грицинская В.Л. Оценка физического развития мальчиков школьного возраста г. Санкт-Петербурга с использованием антропометрического калькулятора BO3. *Здоровье населения и среда обитания.* 2018; 2(299): 16–9.
  24. Hodson E. Evaluation and management of nutrition in children. *Nephrology.* 2005;10(5): S215–7.
  25. Pollock C., Voss D., Hodson E., Crompton C. The CARI guidelines. Nutrition and growth in kidney disease. *Nephrology (Carlton).* 2005; 10: S177–230.
  26. Kavey R.E., Allada V., Daniels S.R., et al. Cardiovascular risk reduction in high-risk pediatric patients: A scientific statement from the American Heart Association Expert Panel on Population and Prevention Science; the Councils on Cardiovascular Disease in the Young, Epidemiology and Prevention, Nutrition, Physical Activity and Metabolism, High Blood Pressure Research, Cardiovascular Nursing, and the Kidney in Heart Disease; and the Interdisciplinary Working Group on Quality of Care and Outcomes Research: endorsed by the American Academy of Pediatrics. *Circulation.* 2006; 114: 2710–38.
  27. Dumlér F. Use of bioelectric impedance analysis and dual-energy X-ray absorptiometry for monitoring the nutritional status of dialysis patients. *ASAIO J.* 1997; 43: 256–60.
  28. O’Sullivan A.J., Lawson J.A., Chan M., Kelly J.J: Body composition and energy metabolism in chronic renal insufficiency. *Am J Kidney Dis.* 39:369–375, 2002
  29. Griffin L.M., Kalkwarf H.J., Zemel B.S., et al. Assessment of dual-energy X-ray absorptiometry measures of bone health in pediatric chronic kidney disease. *Pediatr Nephrol.* 2012; 27(7): 1139–1148. DOI:10.1007/s00467–012–2116-x.
  30. Griffin L.M., Kalkwarf H.J., Zemel B.S., et al. Assessment of dual-energy X-ray absorptiometry measures of bone health in pediatric chronic kidney disease. *Pediatr Nephrol.* 2012; 27(7): 1139–48. DOI:10.1007/s00467–012–2116-x
  31. Vimalachandra D., Hodson E.M., Willis N.S., Craig J.C., Cowell C., Knight J.F. Growth hormone for children with chronic kidney disease. *Cochrane Database Syst Rev* 3: CD003264.pub003262, 2006 143.
  32. Akchurin O.M., Kogon A.J., Kumar J., et al. Approach to growth hormone therapy in children with chronic kidney disease varies across North America: the Midwest Pediatric Nephrology Consortium report. *BMC Nephrol.* 2017; 18(1): 181. Published 2017 May 30. DOI:10.1186/s12882–017–0599–1.
  33. Shaw V., Polderman N., Renken-Terhaardt J., et al. Energy and protein requirements for children with CKD stages 2–5 and on dialysis-clinical practice recommendations from the Pediatric Renal Nutrition Taskforce. *Pediatr Nephrol.* 2020; 35(3): 519–31. DOI:10.1007/s00467–019–04426–0
  34. Anderson C.E., Gilbert R.D., Elia M. Basal metabolic rate in children with chronic kidney disease and healthy control children. *Pediatr Nephrol.* 2015 Nov; 30(11): 1995–2001.

35. Marques de Aquino T., Avesani C.M., Brasileiro R.S., de Abreu Carvalhaes J.T. Resting energy expenditure of children and adolescents undergoing hemodialysis. *J Ren Nutr.* 2008; 18: 312–9.
36. Norman L.J., Macdonald I.A., Watson A.R. Optimising nutrition in chronic renal insufficiency-growth. *Pediatr Nephrol.* 2004; 19: 1245–52.
37. Shaw V., Polderman N., Renken-Terhaerd J., et al. Energy and protein requirements for children with CKD stages 2–5 and on dialysis-clinical practice recommendations from the Pediatric Renal Nutrition Taskforce. *Pediatr Nephrol.* 2020; 35(3): 519–31. DOI:10.1007/s00467-019-04426-0
38. Health Canada: [http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/alt\\_formats/hpfb-dgpsa/pdf/nutrition/dri\\_tables-eng.pdf](http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/alt_formats/hpfb-dgpsa/pdf/nutrition/dri_tables-eng.pdf). Reproduced with the permission of the Minister of Public Works and Government Services Canada. 2008.
39. Khurana M., Silverstein D.M. Etiology and management of dyslipidemia in children with chronic kidney disease and end-stage renal disease. *Pediatr Nephrol.* 2015; 30(12): 2073–84. DOI:10.1007/s00467-015-3075-9
40. Wanner C., Tonelli M. Kidney Disease: Improving Global Outcomes Lipid Guideline Development Work Group Members. KDIGO Clinical Practice Guideline for Lipid Management in CKD: summary of recommendation statements and clinical approach to the patient. *Kidney Int.* 2014; 85(6): 1303–9. DOI:10.1038/ki.2014.31
41. American Academy of Pediatrics National Cholesterol Education Program: Report of the Expert Panel on Blood Cholesterol Levels in Children and Adolescents. *Pediatrics.* 1989: 525–84.
42. Gidding S.S., Dennison B.A., Birch L.L., et al: Dietary recommendations for children and adolescents: A guide for practitioners: Consensus statement from the American Heart Association. *Circulation* 112. 2005; 2061–75.
43. Nelms C., Juarez M., Warady B.A. Renal disease. In: Corkins MRB, Balint J., Bobo E., Plogsted S., Yaworski J.A., editors. *The A.S.P.E.N. Pediatric Nutrition Support Core Curriculum*. 2nd ed Silver Spring, MD: American Society of Parenteral and Enteral Nutrition. 2015: 351–86.
44. Secker D. Infancy, childhood and adolescence, in Byham-Gray L.D., Burrows J.D., Chertow G.M. (eds): *Nutrition in Kidney Disease*. New York, NY, Humana. 2008: 431–67.
45. Juarez M.D. Intradialytic Parenteral Nutrition in Pediatrics. *Front Pediatr.* 2018; 6(4): 267. DOI:10.3389/fped.2018.00267.
46. Goldstein S.L., Baronette S., Gambrell T.V., Currier H., Brewer E.D. nPCR assessment and IDPN treatment of malnutrition in pediatric hemodialysis patients. *Pediatr Nephrol.* 2002; 17: 531–4.
47. Orellana P., Juarez-Congelosi M., Goldstein S.L. Intradialytic parenteral nutrition treatment and biochemical marker assessment of malnutrition in adolescent maintenance hemodialysis patients. *J Ren Nutr.* 2005; 15: 312–7.
48. Krause I., Shamir R., Davidovits M., et al: Intradialytic parenteral nutrition in malnourished children treated with hemodialysis. *J Ren Nutr.* 2002; 12: 55–9.
49. Cherry N., Shalansky K. Efficacy of intradialytic parenteral nutrition in malnourished hemodialysis patients. *Am J Health Syst Pharm.* 2002 Sep 15; 59(18):1736–41.
50. Druml W., Kierdorf H.P. Parenteral nutrition in patients with renal failure — Guidelines on Parenteral Nutrition, Chapter 17, Working group for developing the guidelines for parenteral nutrition of The German Association for Nutritional Medicine. *Ger Med Sci.* 2009 Nov 18; (7): 11.
51. Sabatino A., Regolisti G., Antonucci E., Cabassi A., Morabito S., Fiaccadori E.J. Intradialytic parenteral nutrition in end-stage renal disease: practical aspects, indications and limits. *Nephrol.* 2014; 27(4): 377–83.
52. Thiane Gama-Axelsson, Olof Heimbürger, Peter Stenvinkel, Peter Bárány, Bengt Lindholm, Abdul Rashid Qureshi Serum Albumin as Predictor of Nutritional Status in Patients with ESRD *CJASN* Sep 2012, 7(9) 1446–53; DOI: 10.2215/CJN.10251011
53. Pereira A.M., Hamani N., Nogueira P.C. et al. Oral vitamin intake in children receiving long-term dialysis. The CARI Guidelines — Caring for Australians with Renal Impairment Micronutrient intake in children Elisabeth Hodson 2005. *J Renal Nutr* 2000; 10: 24–9.
54. Shah B.R., Finberg L. Single-day therapy for nutritional vitamin D-deficiency rickets: A preferred method. *J Pediatr.* 1994; 125: 487–90.
55. WHO. Guideline: Use of multiple micronutrient powders for home fortification of foods consumed by infants and children 6–23 months of age. Geneva, World Health Organization, 2011.
56. F. Brian Boudi, M.D. FACP. Chief Editor: Stuart M. Greenstein. MedScape National Research Council. Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. A Report of the Panel on Micronutrients, Subcommittees on Upper Reference Levels of Nutrient. Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies Press; Washington, DC; 2001, Nutritional Requirements of Children Prior to Transplantation Updated: 2019 Feb 04.
57. Баранов А. А., Тутельян В. А., Мошетьева Л. К. и др. Недостаточность витамина D у детей и подростков Российской Федерации: современные подходы к коррекции. Национальная программа. ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», ФГАУ НМИЦЗД Минздрава России, ФГБОУ ДПО РМАПО Минздрава России; под патронажем Союза педиатров России. М.: ПедиатрЪ. 2018; 96.
58. National Research Council. Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids. A Report of the Panel on Dietary Antioxidants and Related Compounds, Subcommittees on Upper Reference Levels of Nutrients and Interpretation and Uses of Di-

- etary Reference In. Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies Press: Washington, DC; 2000. National Health and Medical Research Council (2006) Australian Government Department of Health and Ageing, New Zealand Ministry of Health. Nutrient Reference Values for Australia and New Zealand. Updated September 2017.
59. Martínez-Morales J.A., Raya-Jiménez P., Monroy-Torres R., Daza-Benítez L. Benefits of L-carnitine supplementation in pediatric hemodialysis patients: Cases report *Acta Pediatr Mex* 2016; 37(5): 260–70.
  60. Bradley A., Warady M.D., Alicia M. Neu, M.D., and Franz Schaefer. Optimal Care of the Infant, Child, and Adolescent on Dialysis. *Am J Kidney Dis.* 2014; 64(1): 128–42.
  61. Завьялова А.Н., Гостимский А.В., Федорев В.Н. Диетологические подходы к ведению детей с хронической болезнью почек. *Практическая медицина.* 2019; 17(5): 152–160. DOI: 10.32000/2072-1757-2019-5-152-160.
  62. Loremore F.M. Malnutrition in Chronic Kidney Disease. *Front Pediatr.* 2018; 6: 161. Published 2018 Jun 20. DOI:10.3389/fped.2018.00161.
- ## REFERENCES
1. Chavers B., Najarian J.S., Humar A. Kidney transplantation in infants and small children. *Pediatr Transplant.* 2007; 11: 702–8.
  2. Harambat J., van Stralen K.J., Kim J.J., Tizard E.J. Epidemiology of chronic kidney disease in children. *Pediatric Nephrology.* 2012; 27(3): 363–73. DOI: 10.1007/s00467-011-1939-1.
  3. Pruthi R., O'Brien C., Casula A., Braddon F., Lewis M., Maxwell H., Tse Y., Inward C., Sinha M.D. UK Renal registry 15th annual report: chapter 4 demography of the UK paediatric renal replacement therapy population in 2011. *Nephron Clin Pract.* 2013; 123: 81–92.
  4. Hart A., Smith J.M., Skeans M.A., Gustafson S.K., Wilk A.R., Robinson A., et al. OPTN/SRTR2016 Annual Data Report: Kidney. *Am J Transplant.* 2018 Jan.; 18(1): 18–113.
  5. Saran R., Robinson B., Abbott K.C., et al. US Renal Data System 2017 Annual Data Report: Epidemiology of Kidney Disease in the United States. *Am J Kidney Dis.* 2018 Mar.; 71(3S1): A7.
  6. Shepherd R.W. Pre- and postoperative nutritional care in liver transplantation in children. *J Gastroenterol Hepatol.* 1996 May; 11(5): S7–10.
  7. Mosaad A.M., Hamdy A.F., Hassan N.M., et al. Evaluation of growth in low-body-weight kidney transplant Egyptian children: 25-year experience. *J Nephrol.* 2012; 25(3): 363–72. DOI:10.5301/jn.5000012
  8. Kalantar-Zadeh K., Kopple J.D., Block G., Humphreys M.H. *Am J. Kidney Dis.* A malnutrition-inflammation score is correlated with morbidity and mortality in maintenance hemodialysis patients. 2001 Dec; 38(6):1251–63.
  9. Bradley A. Warady, Donna Secker Bethany Foster Stuart L. Goldstein Frederick Kaskel et al KDOQI Clinical Practice Guideline for Nutrition in Children with CKD: 2008 update. Executive summary. KDOQI Work Group. *Am J Kidney Dis.* 2009 Mar; 53(3 Suppl 2): S11–104.
  10. Nolte Fong J.V., Moore L.W. Nutrition Trends in Kidney Transplant Recipients: the Importance of Dietary Monitoring and Need for Evidence-Based Recommendations. *Front Med (Lausanne).* 2018; 5: 302. Published 2018 Oct 31. DOI:10.3389/fmed.2018.00302.
  11. Tara Coghlin Dickson, Maria Christina Fernandez. Efficacy of Low Microbial Diet in Immunocompromised Adult Blood and Marrow Transplant Patients. *Biol Blood Marrow Transplant* 23. 2017; S18–S391.
  12. US Department of Agriculture: Food Safety for Transplant Recipients. A Need-to-Know Guide for Bone Marrow and Solid Organ Transplant Recipients. Washington, DC, US Department of Agriculture, Food Safety and Inspection Service. 2006: 24.
  13. F. Brian Boudi, Mary L. Windle, Stuart M. Greenstein. Nutritional Requirements of Children Prior to Transplantation. *MedScape.* 2019. <https://emedicine.medscape.com/article/1014361-overview#a2>
  14. Haller M.C., van der Veer S.N., Nagler E.V., Tomson C., Lewington A., Hemmelgarn B.R., et al. A survey on the methodological processes and policies of renal guideline groups as a first step to harmonize renal guidelines. *Nephrol Dial Transplant.* 2015; 30: 1066–74. DOI: 10.1093/ndt/gfu288.
  15. Pollock C., Voss D., Hodson E., Crompton C. Caring for Australasians with Renal Impairment (CARI). The CARI guidelines. Nutrition and growth in kidney disease. *Nephrology (Carlton).* 2005; 10(5): S177–230. DOI:10.1111/j.1440-1797.2005.00506\_1.x
  16. Silverstein D.M. Growth and Nutrition in Pediatric Chronic Kidney Disease. *Front Pediatr.* 2018; 6: 205. Published 2018 Aug 14. DOI:10.3389/fped.2018.00205.
  17. Rees L., Mak R.H. Nutrition and growth in children with chronic kidney disease. *Nat Rev Nephrol.* 2011 Sep 27; 7(11): 615–23.
  18. Gat-Yablonski G., Phillip M. Nutritionally-induced catch-up growth. *Nutrients.* 2015 Jan 14; 7(1): 517–51.
  19. Farquharson C., Ahmed S.F. Inflammation and linear bone growth: the inhibitory role of SOCS2 on GH/IGF-1 signaling. *Pediatr Nephrol.* 2013; 28(4): 547–56.
  20. Foster B.J., Leonard M.B. Measuring nutritional status in children with chronic kidney disease. *Am J Clin Nutr.* 2004; 80: 801–14.
  21. Wang J., Thornton J.C., Kolesnik S., Pierson R.N. Jr: Anthropometry in body composition. An overview. *Ann NY Acad Sci.* 2000; 904: 317–26.
  22. Nastaushva N.S., Stakhurlova L.I., Zhdanova O.A., Chichuga Ye.M., Zvyagina T.G., Nastaushva T.L., Savchenko A.P. Fizicheskoye razvitiye detey s khron-

- icheskoj bolezni'yu pochetk (KHBP). [Physical development of children with chronic kidney disease (CKD)]. *Nefrologiya*. 2015; 19(3): 32–8. (in Russian).
23. Gritsinskaya V.L. Otsenka fizicheskogo razvitiya mal'chikov shkol'nogo vozrasta g. Sankt-Peterburga s ispol'zovaniem antropometricheskogo kal'kulyatora VOZ. [Assessment of the physical development of school-age boys in St. Petersburg using the WHO anthropometric calculator]. *Zdorov'ye naseleniya i sreda obitaniya*. 2018; 2(299): 16–9. (in Russian).
  24. Hodson E. Evaluation and management of nutrition in children. *Nephrology*. 2005; 10(5): S215–7.
  25. Pollock C., Voss D., Hodson E., Crompton C. The CARI guidelines. Nutrition and growth in kidney disease. *Nephrology (Carlton)*. 2005; 10: S177–230.
  26. Kavey R.E., Allada V., Daniels S.R., et al. Cardiovascular risk reduction in high-risk pediatric patients: A scientific statement from the American Heart Association Expert Panel on Population and Prevention Science; the Councils on Cardiovascular Disease in the Young, Epidemiology and Prevention, Nutrition, Physical Activity and Metabolism, High Blood Pressure Research, Cardiovascular Nursing, and the Kidney in Heart Disease; and the Interdisciplinary Working Group on Quality of Care and Outcomes Research: endorsed by the American Academy of Pediatrics. *Circulation*. 2006; 114: 2710–38.
  27. Dumlér F. Use of bioelectric impedance analysis and dual-energy X-ray absorptiometry for monitoring the nutritional status of dialysis patients. *ASAIO J*. 1997; 43: 256–60.
  28. O'Sullivan A.J., Lawson J.A., Chan M., Kelly J.J. Body composition and energy metabolism in chronic renal insufficiency. *Am J Kidney Dis*. 39:369–375, 2002
  29. Griffin L.M., Kalkwarf H.J., Zemel B.S., et al. Assessment of dual-energy X-ray absorptiometry measures of bone health in pediatric chronic kidney disease. *Pediatr Nephrol*. 2012; 27(7): 1139–1148. DOI:10.1007/s00467-012-2116-x.
  30. Griffin L.M., Kalkwarf H.J., Zemel B.S., et al. Assessment of dual-energy X-ray absorptiometry measures of bone health in pediatric chronic kidney disease. *Pediatr Nephrol*. 2012; 27(7): 1139–48. DOI:10.1007/s00467-012-2116-x
  31. Vimalachandra D., Hodson E.M., Willis N.S., Craig J.C., Cowell C., Knight J.F. Growth hormone for children with chronic kidney disease. *Cochrane Database Syst Rev* 3: CD003264.pub003262, 2006 143.
  32. Akchurin O.M., Kogon A.J., Kumar J., et al. Approach to growth hormone therapy in children with chronic kidney disease varies across North America: the Midwest Pediatric Nephrology Consortium report. *BMC Nephrol*. 2017; 18(1): 181. Published 2017 May 30. DOI:10.1186/s12882-017-0599-1.
  33. Shaw V., Polderman N., Renken-Terhaerd J., et al. Energy and protein requirements for children with CKD stages 2–5 and on dialysis-clinical practice recommendations from the Pediatric Renal Nutrition Taskforce. *Pediatr Nephrol*. 2020; 35(3): 519–31. DOI:10.1007/s00467-019-04426-0
  34. Anderson C.E., Gilbert R.D., Elia M. Basal metabolic rate in children with chronic kidney disease and healthy control children. *Pediatr Nephrol*. 2015 Nov; 30(11): 1995–2001.
  35. Marques de Aquino T., Avesani C.M., Brasileiro R.S., de Abreu Carvalhaes J.T. Resting energy expenditure of children and adolescents undergoing hemodialysis. *J Ren Nutr*. 2008; 18: 312–9.
  36. Norman L.J., Macdonald I.A., Watson A.R. Optimising nutrition in chronic renal insufficiency-growth. *Pediatr Nephrol*. 2004; 19: 1245–52.
  37. Shaw V., Polderman N., Renken-Terhaerd J., et al. Energy and protein requirements for children with CKD stages 2–5 and on dialysis-clinical practice recommendations from the Pediatric Renal Nutrition Taskforce. *Pediatr Nephrol*. 2020; 35(3): 519–31. DOI:10.1007/s00467-019-04426-0
  38. Health Canada: [http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/alt\\_formats/hpfb-dgpsa/pdf/nutrition/dri\\_tables-eng.pdf](http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/alt_formats/hpfb-dgpsa/pdf/nutrition/dri_tables-eng.pdf). Reproduced with the permission of the Minister of Public Works and Government Services Canada. 2008.
  39. Khurana M., Silverstein D.M. Etiology and management of dyslipidemia in children with chronic kidney disease and end-stage renal disease. *Pediatr Nephrol*. 2015; 30(12): 2073–84. DOI:10.1007/s00467-015-3075-9
  40. Wanner C., Tonelli M. Kidney Disease: Improving Global Outcomes Lipid Guideline Development Work Group Members. KDIGO Clinical Practice Guideline for Lipid Management in CKD: summary of recommendation statements and clinical approach to the patient. *Kidney Int*. 2014; 85(6): 1303–9. DOI:10.1038/ki.2014.31
  41. American Academy of Pediatrics National Cholesterol Education Program: Report of the Expert Panel on Blood Cholesterol Levels in Children and Adolescents. *Pediatrics*. 1989: 525–84.
  42. Gidding S.S., Dennison B.A., Birch L.L., et al: Dietary recommendations for children and adolescents: A guide for practitioners: Consensus statement from the American Heart Association. *Circulation* 112. 2005; 2061–75.
  43. Nelms C., Juarez M., Warady B.A. Renal disease. In: Corkins MRB, Balint J., Bobo E., Plogsted S., Yaworski J.A., editors. *The A.S.P.E.N. Pediatric Nutrition Support Core Curriculum*. 2nd ed Silver Spring, MD: American Society of Parenteral and Enteral Nutrition. 2015: 351–86.
  44. Secker D. Infancy, childhood and adolescence, in Byham-Gray L.D., Burrowes J.D., Chertow G.M. (eds): *Nutrition in Kidney Disease*. New York, NY, Humana. 2008: 431–67.
  45. Juarez M.D. Intradialytic Parenteral Nutrition in Pediatrics. *Front Pediatr*. 2018; 6(4): 267. DOI:10.3389/fped.2018.00267.

46. Goldstein S.L., Baronette S., Gambrell T.V., Currier H., Brewer E.D. nPCR assessment and IDPN treatment of malnutrition in pediatric hemodialysis patients. *Pediatr Nephrol.* 2002; 17: 531–4.
47. Orellana P., Juarez-Congelosi M., Goldstein S.L. Intradi-  
alytic parenteral nutrition treatment and biochemical mar-  
ker assessment of malnutrition in adolescent maintenance  
hemodialysis patients. *J Ren Nutr.* 2005; 15: 312–7.
48. Krause I., Shamir R., Davidovits M., et al: Intradi-  
alytic parenteral nutrition in malnourished children treated  
with hemodialysis. *J Ren Nutr.* 2002; 12: 55–9.
49. Cherry N., Shalansky K. Efficacy of intradi-  
alytic parenteral nutrition in malnourished hemodialysis patients.  
*Am J Health Syst Pharm.* 2002 Sep 15; 59(18):1736–41.
50. Druml W., Kierdorf H.P. Parenteral nutrition in patients  
with renal failure — Guidelines on Parenteral Nutrition,  
Chapter 17, Working group for developing the guide-  
lines for parenteral nutrition of The German Association  
for Nutritional Medicine. *Ger Med Sci.* 2009 Nov 18;  
(7): 11.
51. Sabatino A., Regolisti G., Antonucci E., Cabassi A., Mo-  
rabito S., Fiaccadori E.J. Intradi-  
alytic parenteral nutri-  
tion in end-stage renal disease: practical aspects, indica-  
tions and limits. *Nephrol.* 2014; 27(4): 377–83.
52. Thiane Gama-Axelsson, Olof Heimbürger, Peter Sten-  
vinkel, Peter Bárány, Bengt Lindholm, Abdul Rashid  
Qureshi Serum Albumin as Predictor of Nutritional Sta-  
tus in Patients with ESRD *CJASN* Sep 2012, 7(9) 1446–  
53; DOI: 10.2215/CJN.10251011
53. Pereira A.M., Hamani N., Nogueira P.C. et al. Oral vita-  
min intake in children receiving long-term dialysis. The  
CARI Guidelines — Caring for Australians with Renal  
Impairment Micronutrient intake in children Elisabeth  
Hodson 2005. *J Renal Nutr* 2000; 10: 24–9.
54. Shah B.R., Finberg L. Single-day therapy for nutritional  
vitamin D-deficiency rickets: A preferred method. *J Pe-  
diatr.* 1994; 125: 487–90.
55. WHO. Guideline: Use of multiple micronutrient pow-  
ders for home fortification of foods consumed by infants  
and children 6–23 months of age. Geneva, World Health  
Organization, 2011.
56. F. Brian Boudi, M.D. FACP. Chief Editor: Stuart  
M. Greenstein. MedScape National Research Council. Di-  
etary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arse-  
nic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese,  
Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. A  
Report of the Panel on Micronutrients, Subcommittees on  
Upper Reference Levels of Nutrient. Food and Nutrition  
Board, Institute of Medicine, National Academies Press;  
Washington, DC; 2001, Nutritional Requirements of Chil-  
dren Prior to Transplantation Updated: 2019 Feb 04.
57. Baranov A. A., Tutel'yan V.A., Moshetova L. K. i dr. Ne-  
dostatochnost' vitamina D u detey i podrostkov Rossi-  
yskoy Federatsii: sovremennyye podkhody k korrektsii.  
[Vitamin D deficiency in children and adolescents of the  
Russian Federation: modern approaches to correction].  
Natsional'naya programma. FGBUN «FITS pitaniya  
i biotekhnologii», FGAU NMITSZD Minzdrava Ros-  
sii, FGBOU DPO RMAPO Minzdrava Rossii; pod pa-  
tronazhem Soyuza pediatrov Rossii. M.: Pediatr". 2018;  
96. (in Russian).
58. National Research Council. Dietary Reference Intakes  
for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids.  
A Report of the Panel on Dietary Antioxidants and Re-  
lated Compounds, Subcommittees on Upper Reference  
Levels of Nutrients and Interpretation and Uses of Di-  
etary Reference In. Food and Nutrition Board, Institute  
of Medicine, National Academies Press: Washington,  
DC; 2000. National Health and Medical Research Coun-  
cil (2006) Australian Government Department of Health  
and Ageing, New Zealand Ministry of Health. Nutrient  
Reference Values for Australia and New Zealand. Updat-  
ed September 2017.
59. Martinez-Morales J.A., Raya-Jiménez P., Monroy-Torres  
R., Daza-Benítez L. Benefits of L-carnitine supplemen-  
tation in pediatric hemodialysis patients: Cases report  
*Acta Pediatr Mex* 2016; 37(5): 260–70.
60. Bradley A., Warady M.D., Alicia M. Neu, M.D., and  
Franz Schaefer. Optimal Care of the Infant, Child, and  
Adolescent on Dialysis. *Am J Kidney Dis.* 2014; 64(1):  
128–42.
61. Zav'yalova A.N., Gostimskiy A.V., Fedorets V.N. Di-  
yetologicheskiye podkhody k vedeniyu detey s khron-  
icheskoy boleznyu pochek. [Dietary approaches to the  
management of children with chronic kidney disease].  
*Prakticheskaya meditsina.* 2019; 17(5): 152–160. DOI:  
10.32000/2072–1757–2019–5–152–160. (in Russian).
62. Lorembor F.M. Malnutrition in Chronic Kidney Dis-  
ease. *Front Pediatr.* 2018; 6: 161. Published 2018 Jun 20.  
DOI:10.3389/fped.2018.00161.