

УДК 616.12-007-053.1:616.39:579.61

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЙ НУТРИТИВНО-МЕТАБОЛИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ У ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА С ВРОЖДЁННЫМИ ПОРОКАМИ СЕРДЦА

Бабаджанова Фания Рашидовна - PhD, и/о доцент кафедры педиатрии и неонатологии
Ургенчского государственного медицинского института, Ургенч, Узбекистан

ORCID: 0009-0001-0210-1951; babadjanovafaniya@gmail.com.

Агзамова Шоира Абдусамовна - д.м.н., профессор кафедры семейного врачевания № 1,
физического воспитания, гражданской обороны Ташкентского государственного
медицинского университета, Ташкент, Узбекистан

Хайбулина Зарина Руслановна - д.м.н., профессор Руководитель отдела Клинической
биохимии и микробиологии Республиканского специализированного научно-практического
медицинского центра хирургии имени академика В.В. Вахидова Ташкент, Узбекистан

Резюме. Цель. Оценить эффективность персонализированной программы нутритивно-метаболической коррекции у детей раннего возраста с врождёнными пороками сердца по динамике физического развития, прогностического нутритивного индекса и срокам хирургической коррекции.

Материал и методы. В проспективное сравнительное обсервационное исследование включены 159 детей с врождёнными пороками сердца в возрасте до 3 лет (средний возраст $14,03 \pm 0,78$ месяца). Основная группа ($n=68$) получала персонализированную нутритивную поддержку с учётом нутритивного статуса и нарушений кишечного микробиома; группа сравнения ($n=91$) — стандартную предоперационную подготовку и рекомендации по питанию. Оценивали Z-показатели массы тела к возрасту (WAZ), длины/роста к возрасту (HAZ), массы тела к длине/росту (WHZ), прогностический нутритивный индекс (PNI), возраст и частоту выполнения операции. Промежуточную оценку проводили через 6 месяцев, послеоперационную — через 12 месяцев.

Результаты. Через 6 месяцев WAZ в основной группе улучшился с $-2,34 \pm 0,12$ до $-1,60 \pm 0,10$ против $-2,20 \pm 0,10$ в группе сравнения; WHZ — с $-2,19 \pm 0,12$ до $-1,81 \pm 0,09$ против $-2,21 \pm 0,14$ соответственно ($p < 0,05$). PNI увеличился до $56,2 \pm 0,5$ против $44,5 \pm 0,6$. В течение 6 месяцев были прооперированы 38 из 68 детей основной группы (55,9%) и 21 из 91 ребёнка группы сравнения (23,1%). Средний возраст операции составил $20,0 \pm 1,6$ и $25,7 \pm 0,7$ месяца соответственно ($p < 0,05$).

Заключение. Персонализированная нутритивно-метаболическая подготовка ассоциировалась с улучшением антропометрических и нутритивных показателей и большей долей своевременно прооперированных детей. Полученные результаты требуют подтверждения в рандомизированных исследованиях с контролем тяжести порока и других факторов смещения.

Ключевые слова: врождённые пороки сердца; дети раннего возраста; нутритивная недостаточность; кишечный микробиом; WAZ; WHZ; прогностический нутритивный индекс; предоперационная подготовка.

Rezyume. Erta yoshdagi tug'ma yurak nuqsonlari bo'lgan bolalarda shaxsiylashtirilgan nutritiv-metabolik korreksiyaning samaradorligi.

Maqsad — shaxsiylashtirilgan korreksiya dasturining jismoniy rivojlanish, prognostik ovqatlanish indeksi va jarrohlik amaliyoti muddatlariga ta'sirini baholash.

Materiallar va usullar. Tadqiqotga 3 yoshgacha bo'lgan 159 nafar bola kiritildi: asosiy guruhda 68 nafar, taqqoslash guruhida 91 nafar. Olti oydan so'ng asosiy guruhda WAZ, WHZ va PNI ko'rsatkichlari taqqoslash guruhiga nisbatan yaxshiroq bo'ldi ($p<0,05$).

Natijalar. Olti oy davomida operatsiya qilingan bolalar ulushi mos ravishda 55,9% va 23,1% ni tashkil etdi Xulosa. Shaxsiylashtirilgan tayyorgarlik nutritiv holatning yaxshilanishi va operatsiyani o'z vaqtida o'tkazish ehtimolining oshishi bilan bog'liq bo'ldi.

Kalit so'zlar: tug'ma yurak nuqsonlari; bolalar; nutritiv yetishmovchilik; ichak mikrobiomi; shaxsiylashtirilgan korreksiya; operatsiyaga tayyorgarlik.

Abstract. Effectiveness of personalized nutritional and metabolic correction in young children with congenital heart disease.

Objective: To evaluate a personalized nutritional and metabolic intervention in young children with congenital heart disease using growth indices, the prognostic nutritional index, and timing of cardiac surgery.

Methods: This prospective comparative observational study included 159 children younger than 3 years: 68 received personalized support and 91 received standard care. Outcomes were assessed at 6 months and 12 months after surgery.

Results: At 6 months, WAZ improved from -2.34 ± 0.12 to -1.60 ± 0.10 in the intervention group versus -2.20 ± 0.10 in the comparison group; WHZ improved to -1.81 ± 0.09 versus -2.21 ± 0.14 ($p<0.05$). Surgery within 6 months was performed in 55.9% and 23.1%, respectively.

Conclusion: Personalized preparation was associated with improved nutritional indices and a higher proportion of timely operations. Randomized studies controlling for disease severity are needed.

Keywords: congenital heart disease; young children; malnutrition; gut microbiome; personalized nutrition; preoperative preparation.

Введение. Нутритивная недостаточность является одним из наиболее частых и потенциально модифицируемых осложнений врождённых пороков сердца (ВПС) у детей раннего возраста. Наиболее высокий риск нарушений физического развития отмечается у детей с гемодинамически значимыми пороками, хронической сердечной недостаточностью, лёгочной гипертензией и системной гипоксемией. Дефицит массы тела, задержка линейного роста и истощение могут формироваться уже в первые месяцы жизни и прогрессировать по мере увеличения гемодинамической нагрузки [1–4].

Патогенез нутритивной недостаточности при ВПС имеет многофакторный характер. Повышенная работа сердца и дыхательной мускулатуры сопровождается увеличением энергетических потребностей, тогда как тахипноэ, одышка, быстрая утомляемость и потливость во время кормления ограничивают объём потребляемой пищи. Дополнительное значение имеют нарушения координации сосания и глотания, раннее насыщение, снижение аппетита, частые респираторные инфекции и повторные госпитализации. В результате возникает несоответствие между повышенной потребностью организма в энергии и фактическим поступлением белков, жиров, углеводов, витаминов и микроэлементов [2].

Наряду с недостаточным поступлением питательных веществ существенную роль играют нарушения их переваривания, всасывания и метаболического использования. Снижение сердечного выброса, системная гипоксемия и венозный застой могут приводить к гипоперфузии и отёку кишечной стенки, нарушению моторики желудочно-кишечного тракта и повышению проницаемости кишечного барьера [3]. Эти изменения способны усугублять мальабсорбцию, поддерживать низкоинтенсивное воспаление и повышать метаболические затраты организма ребёнка.

Недостаточность питания имеет важное клиническое и прогностическое значение. Низкая масса тела и дефицит белково-энергетических ресурсов могут снижать устойчивость ребёнка к хирургическому вмешательству, увеличивать риск инфекционных и послеоперационных осложнений, удлинять продолжительность искусственной вентиляции лёгких и пребывания в стационаре. Выраженная нутритивная недостаточность также может становиться одной из причин отсрочки радикальной или паллиативной коррекции порока, что создаёт замкнутый круг: сохранение гемодинамических нарушений способствует дальнейшему ухудшению физического развития [1–4].

В последние годы нутритивные нарушения при ВПС рассматривают во взаимосвязи с функциональным состоянием кишечника и его микробиома. Изменение кишечной перфузии и локальной кислородной среды может сопровождаться снижением микробного разнообразия, увеличением представленности условно-патогенных микроорганизмов и уменьшением количества бактерий, продуцирующих короткоцепочечные жирные кислоты. Дефицит бутирата и других микробных метаболитов потенциально нарушает энергетическое обеспечение колоноцитов, ослабляет барьерную функцию кишечника и способствует транслокации бактериальных компонентов в системный кровоток [5–8].

Дисбиоз кишечника, повышение проницаемости кишечного барьера и системное воспаление могут дополнительно ограничивать усвоение нутриентов и поддерживать катаболическую направленность обмена веществ [6,5]. Поэтому стандартные рекомендации, основанные только на увеличении калорийности питания, не всегда обеспечивают достаточное восстановление физического развития. Персонализированный подход должен учитывать возраст ребёнка, характер порока, степень сердечной недостаточности, способ вскармливания, переносимость энтерального питания, наличие нутритивных дефицитов и функциональные нарушения кишечника.

Для комплексной оценки состояния питания наряду с антропометрическими показателями WAZ, HAZ и WHZ может применяться прогностический нутритивный индекс (PNI), объединяющий концентрацию сывороточного альбумина и абсолютное количество лимфоцитов. Его динамическая оценка позволяет характеризовать белково-энергетический и иммунологический резерв организма и может быть полезна при подготовке ребёнка к кардиохирургическому вмешательству.

Несмотря на возрастающий интерес к кишечечно-сердечной оси, клинических исследований, оценивающих эффективность комплексной персонализированной подготовки детей с ВПС с одновременным учётом физического развития, нутритивного статуса и кишечной дисфункции, недостаточно. Остаётся актуальным изучение влияния такой коррекции не только на антропометрические и лабораторные показатели, но и на возможность своевременного проведения хирургического лечения.

Цель исследования — оценить эффективность персонализированной программы нутритивно-метаболической коррекции у детей раннего возраста с ВПС по динамике физического развития, PNI и срокам хирургической коррекции.

Материал и методы. Проведено проспективное сравнительное обсервационное исследование на базе Хорезмского областного детского многопрофильного медицинского центра в 2023–2026 гг. Включены 159 детей с эхокардиографически подтверждённым ВПС в возрасте от рождения до 3 лет; средний возраст составил $14,03 \pm 0,78$ месяца. Основную группу составили 68 детей, получавших комплексную персонализированную коррекцию; группу сравнения — 91 ребёнок, получавший стандартные рекомендации по питанию и принятую предоперационную подготовку.

Персонализированная программа предусматривала расчёт энергетических и белковых потребностей с использованием специализированного энтерального питания при его переносимости, коррекцию выявленных дефицитов, поддержку метаболической функции кишечника и индивидуальную коррекцию нарушений микробиоценоза. Назначения выполнялись лечащим врачом с учётом возраста, клинического состояния, типа питания и сопутствующей терапии. Хирургическая коррекция проводилась по клиническим показаниям независимо от участия в исследовании.

Физическое развитие оценивали по стандартам ВОЗ с расчётом WAZ, HAZ и WHZ. PNI рассчитывали по формуле: альбумин (г/л) + 5 × абсолютное число лимфоцитов (10^9 /л). Первичной промежуточной точкой была динамика Z-показателей через 6 месяцев. Дополнительными точками являлись PNI, доля детей, прооперированных в течение 6 месяцев, и возраст выполнения операции. Послеоперационную динамику оценивали через 12 месяцев.

Количественные данные представлены как $M \pm SD$. Для межгрупповых сравнений использовали параметрические или непараметрические критерии в зависимости от распределения; категориальные показатели сравнивали с применением критерия χ^2 или точного критерия Фишера. Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$.

Исследование проведено в соответствии с Хельсинкской декларацией. Протокол одобрен Этическим комитетом при Министерстве здравоохранения Республики Узбекистан (№ 6/15-2104 от 24 мая 2025 г.). От родителей или законных представителей получено письменное информированное согласие.

Результаты. Исходно группы имели сопоставимые средние значения WAZ, HAZ, WHZ и PNI. Через 6 месяцев в основной группе отмечено более выраженное улучшение показателей массы тела и линейного роста. Наибольшее межгрупповое различие выявлено для WAZ и WHZ (табл. 1).

Таблица 1. Динамика показателей физического развития ($M \pm SD$)

Показатель	Группа	До лечения	Через 6 мес	Через 12 мес после операции
WAZ	Основная, n=68	-2,34±0,12	-1,60±0,10*	-0,31±0,08*
	Сравнения, n=91	-2,34±0,12	-2,20±0,10	-1,50±0,30
HAZ	Основная, n=68	-1,17±0,16	-0,81±0,04*	-0,42±0,03*
	Сравнения, n=91	-1,17±0,16	-1,21±0,09	-0,99±0,11
WHZ	Основная, n=68	-2,19±0,12	-1,81±0,09*	-0,39±0,08*
	Сравнения, n=91	-2,19±0,12	-2,21±0,14	-1,76±0,39

* $p < 0,05$ по сравнению с группой стандартной подготовки на соответствующем этапе.

До начала коррекции недостаточная масса тела выявлялась у 89 из 159 детей (55,9%), задержка роста — у 52 (32,7%), истощение — у 79 (49,7%). Через 6 месяцев доля детей с истощением в основной группе была ниже, чем в группе сравнения (7,4% против 25,3%; $p < 0,05$).

PNI в основной группе увеличился с $42,6 \pm 1,0$ до $56,2 \pm 0,5$ через 6 месяцев и до $60,3 \pm 0,4$ после операции; в группе сравнения — до $44,5 \pm 0,6$ и $50,3 \pm 1,0$ соответственно (табл. 2).

Таблица 2. Динамика прогностического нутритивного индекса ($M \pm SD$)

Группа	n	До лечения	Через 6 мес	Через 12 мес после операции
Практически здоровые дети	58	$63,3 \pm 0,6$	—	—
Основная	68 (38 оперированы)	$42,6 \pm 1,0$	$56,2 \pm 0,5^*$	$60,3 \pm 0,4^*$
Сравнения	91 (21 оперирован)	$42,6 \pm 1,0$	$44,5 \pm 0,6$	$50,3 \pm 1,0$

* $p < 0,05$ по сравнению с группой стандартной подготовки.

В течение первых 6 месяцев хирургическая коррекция была выполнена у 38 из 68 детей основной группы (55,9%) и у 21 из 91 ребёнка группы сравнения (23,1%). Средний возраст выполнения операции был ниже в основной группе: $20,0 \pm 1,6$ против $25,7 \pm 0,7$ месяца ($p < 0,05$). После операции средняя длительность пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии и общий койко-день также были меньше (табл. 3 и рис.1); с учётом нерандомизированного дизайна эти показатели рассматриваются как ассоциации.

Таблица 3. Клинические показатели хирургического этапа

Показатель	Основная группа	Группа сравнения	p
Операция в течение 6 месяцев	38/68 (55,9%)	21/91 (23,1%)	$< 0,05$
Возраст операции, мес	$20,0 \pm 1,6$	$25,7 \pm 0,7$	$< 0,05$
Пребывание в ОРИТ, сут	$3,3 \pm 0,4$	$5,1 \pm 0,3$	$< 0,05$
Койко-день, сут	$28,3 \pm 1,4$	$45,4 \pm 4,6$	$< 0,05$

Именно через 6 месяцев мы оценивали первичную промежуточную точку эффективности нашей программы подготовки. Индикаторами было число прооперированных пациентов, средний бал по z-score для параметров WAZ, HAZ, WHZ. Далее, после операции детей наблюдали в течение 1 года. Результаты в группе сравнения стали лучше за счет хирургической коррекции порока, однако без операции дети продолжали отставать в физическом развитии (рис 1).

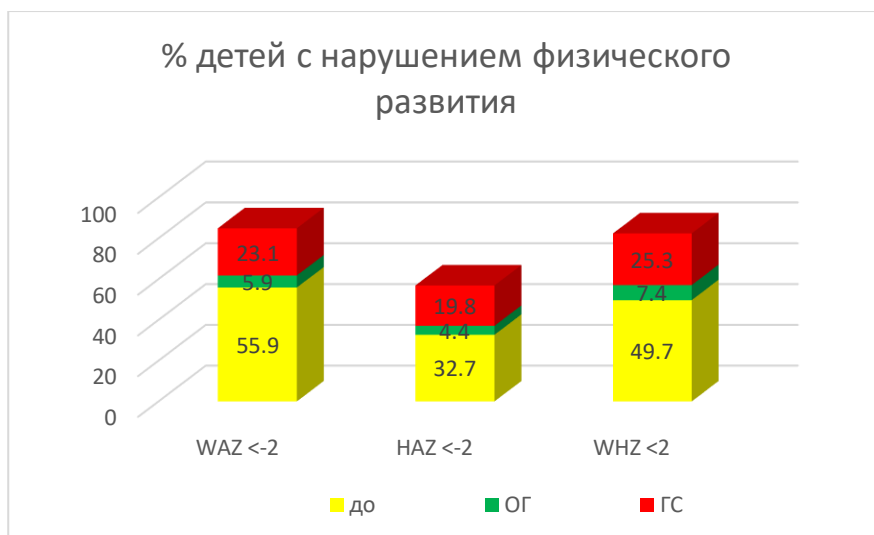


Рис. 1. Количество детей с ВПС с нарушением физического развития и баллом более -2Z через 6 месяцев лечения

Полученные результаты показывают, что включение персонализированной нутритивно-метаболической поддержки в предоперационное ведение детей с ВПС ассоциировалось с более выраженным улучшением WAZ, HAZ, WHZ и PNI. Клинически важным результатом стала большая доля детей, которым удалось выполнить операцию в течение шестимесячного периода наблюдения.

Выявленная динамика согласуется с современными представлениями о том, что недостаточность питания при ВПС имеет многофакторный характер и требует не только увеличения калорийности рациона, но и оценки переносимости энтерального питания, белкового обеспечения, кишечной функции и воспалительного ответа [1–6]. Улучшение PNI может отражать сочетанное восстановление белкового обмена и иммунного компонента, однако этот индекс не является специфичным маркером эффективности одного вмешательства.

Сильными сторонами исследования являются относительно крупная педиатрическая выборка, проспективное наблюдение и оценка клинически значимых промежуточных и послеоперационных исходов. Вместе с тем исследование не было рандомизированным; не представлена стратификация по типу и тяжести ВПС, сердечной недостаточности, гипоксемии и исходному способу вскармливания. Различия в сроках операции и послеоперационном течении могли зависеть от тяжести заболевания, хирургической тактики и других факторов смешения. Поэтому результаты не доказывают причинное влияние программы на хирургические исходы и должны интерпретироваться как ассоциативные.

Выводы

1. Через 6 месяцев персонализированной коррекции у детей с ВПС отмечено более выраженное улучшение WAZ, HAZ, WHZ и PNI по сравнению со стандартной подготовкой.

2. Доля детей, прооперированных в течение 6 месяцев, составила 55,9% в основной группе и 23,1% в группе сравнения; средний возраст операции был ниже в основной группе.

3. Персонализированная нутритивно-метаболическая подготовка может рассматриваться как перспективный компонент междисциплинарного ведения детей с ВПС, однако её эффективность необходимо подтвердить в рандомизированных исследованиях с поправкой на тяжесть порока и сопутствующие факторы.

ЛИТЕРАТУРА

1. World Health Organization. Guideline: updates on the management of severe acute malnutrition in infants and children. Geneva: WHO; 2013.
2. Medoff-Cooper B., Ravishankar C. Nutrition and growth in congenital heart disease: a challenge in children. *Curr Opin Cardiol.* 2013;28(2):122–129. doi:10.1097/HCO.0b013e32835dd005.
3. Fundora M.P., Calamaro C.J., Wu Y. et al. Microbiome and growth in infants with congenital heart disease. *J Pediatr.* 2024;274:114169. doi:10.1016/j.jpeds.2024.114169.
4. Radman M., Mack R., Barnoya J. et al. The effect of preoperative nutritional status on postoperative outcomes in children undergoing surgery for congenital heart defects. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;147(1):442–447.
5. Feng D., Christensen J.T., Yetman A.T. et al. The microbiome's relationship with congenital heart disease: more than a gut feeling. *J Congenit Cardiol.* 2021;5:7. doi:10.1186/s40949-021-00060-4.
6. Huang Y., Lu W., Zeng M. et al. Mapping the early-life gut microbiome in neonates with critical congenital heart disease: multiomics insights and implications for host metabolic and immunological health. *Microbiome.* 2022;10:245. doi:10.1186/s40168-022-01437-2.
7. Koc F., Magner C., Murphy K. et al. Gut microbiome in children with congenital heart disease after cardiopulmonary bypass surgery (GuMiBear Study). *Pediatr Cardiol.* 2025;46(7):1868–1878. doi:10.1007/s00246-024-03634-2.
8. Agzamova S.A., Babadjanova F.R. Gut microbiome and short-chain fatty acid alterations after cardiopulmonary bypass are associated with nutritional and functional impairment in young children with congenital heart defects. *Clin Exp Gastroenterol.* 2026. doi:10.2147/CEG.S600414.
9. Onodera T., Goseki N., Kosaki G. Prognostic nutritional index in gastrointestinal surgery of malnourished cancer patients. *Nihon Geka Gakkai Zasshi.* 1984;85(9):1001–1005.
10. World Health Organization. WHO Child Growth Standards: Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age. Geneva: WHO; 2006.