



# Влияние предоперационного голодания на водные сектора организма в периоперационном периоде у детей

Ю. С. АЛЕКСАНДРОВИЧ<sup>1</sup>, К. В. ПШЕНИСНОВ<sup>1</sup>, Ш. Ш. ШОРАХМЕДОВ<sup>2</sup>, Г. П. ТИХОВА<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург, РФ

<sup>2</sup> Ташкентский педиатрический медицинский институт, Ташкент, Узбекистан

<sup>3</sup> Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск, РФ

РЕЗЮМЕ

**Введение.** Отказ от твердой пищи и жидкости перед операцией является общепринятой практикой в плановой хирургии у детей, однако может быть сопряжен с риском развития дегидратации.

**Цель** – оценить распределение жидкости по водным секторам организма у детей в зависимости от длительности отказа от пищи и жидкости перед плановым хирургическим вмешательством.

**Материалы и методы.** Одноцентровое проспективное когортное исследование. Обследованы 104 ребенка, средний возраст  $12,5 \pm 3,7$  лет. В зависимости от возраста пациенты были разделены на 3 группы: 1-я группа – 3–7 лет, 2-я группа – 7–12 лет и 3-я группа – 12–18 лет. В каждой группе с учетом длительности предоперационного отказа от пищи и жидкости были выделены 2 подгруппы: I подгруппа – менее 12 часов; II подгруппа – более 12 часов. Среднее время голодания составило  $13,3 \pm 2,7$  часа. Состояние водных секторов организма оценивали за 30 мин, через 30 мин и 24 часа после операции.

**Результаты.** Перед операцией распределение жидкости по водным секторам в 1-й и 2-й группах в зависимости от длительности голодания различий не имело, в 3-й группе при голодании более 12 часов все показатели были значимо ниже. Через 30 мин и 24 часа после вмешательства отмечалось увеличение объема общей воды и экстрацеллюлярной жидкости, однако значимые изменения были лишь в 3-й группе ( $p < 0,05$ ). Также в 3-й группе при голодании более 12 часов перед операцией имели место более низкие показатели систолического АД ( $p < 0,05$ ).

**Заключение.** Длительность предоперационного отказа от твердой пищи и жидкости в диапазоне 12–15 часов не оказывает негативного влияния на показатели водного обмена и не ассоциирована с артериальной гипотензией во время индукции анестезии.

**Ключевые слова:** предоперационное голодание, анестезия, водный обмен, внеклеточная жидкость, внутриклеточная жидкость, дети

**Для цитирования:** Александрович Ю. С., Пшениснот К. В., Шоракмедов Ш. Ш., Тихова Г. П. Влияние предоперационного голодания на водные сектора организма в периоперационном периоде у детей // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2024. – Т. 21, № 3. – С. 17–25. DOI: 10.24884/2078-5658-2024-21-3-17-25.

## The effect of preoperative fasting on the water sectors of the body in the perioperative period in children

Yu. S. ALEKSANDROVICH<sup>1</sup>, K. V. PSHENISNOV<sup>1</sup>, Sh. S. SHORAKHMEDOV<sup>2</sup>, G. P. TIHOVA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Saint-Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia

<sup>2</sup> Tashkent Pediatric Medical Institute, Tashkent, Uzbekistan

<sup>3</sup> Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia

ABSTRACT

**Introduction.** Avoiding solid foods and liquids before surgery is a common practice in elective surgery in pediatric, however, there is a risk of dehydration.

**The objective** was to assess the distribution of fluid across the water sectors of the body in children according to the duration of refusal of food and liquids before elective surgery.

**Materials and methods.** A single-center prospective cohort study. 104 children were examined, the average age was  $12.5 \pm 3.7$  years. Depending on the age, patients were divided into three groups: group I: 3–7 years old, group II: 7–12 years old and group III: 12–18 years old. In each group, taking into account the duration of preoperative refusal of food and fluid, there were two subgroups: subgroup I – less than 12 hours; subgroup II – more than 12 hours. The average fasting time was  $13.3 \pm 2.7$  hours. The condition of the water sectors of the body was assessed 30 minutes before surgery, 30 minutes and 24 hours after surgery.

**Results.** Before the operation, the distribution of fluid across the water sectors in groups I and II, depending on the duration of fasting, did not differ; in group III, when fasting for more than 12 hours, all indicators were significantly lower. 30 minutes and 24 hours after the intervention, an increase in the volume of total water and extracellular fluid was observed, however, significant changes were only in group III ( $p < 0.05$ ). In group III, when fasting for more than 12 hours before surgery, lower systolic BP values were observed ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion.** The duration of preoperative refusal of solid food and liquids in the range of 12–15 hours does not adversely affect the indicators of water metabolism and is not associated with arterial hypotension during the induction of anesthesia.

**Key words:** preoperative fasting, anesthesia, water metabolism, extracellular fluid, intracellular fluid, children

**For citation:** Aleksandrovich Yu. S., Pshenisnov K. V., Shorakhmedov Sh. S., Tihova G. P. The effect of preoperative fasting on the water sectors of the body in the perioperative period in children. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*, 2024, Vol. 21, № 3, P. 17–25. (In Russ.) DOI: 10.24884/2078-5658-2024-21-3-17-25.

Для корреспонденции:  
Константин Викторович Пшениснот  
E-mail: Psh\_K@mail.ru

Correspondence:  
Konstantin Viktorovich Pshenisnov  
E-mail: Psh\_K@mail.ru

## Введение

Обязательным общепринятым условием перед плановыми операциями в условиях общей анестезии является предоперационный отказ от твердой пищи и жидкости, что направлено на уменьшение риска аспирации желудочного содержимого, хотя вероятность развития данного осложнения у детей без сопутствующих заболеваний очень низка и не превышает 0,2% [1, 23].

Большинство национальных ассоциаций анестезиологов рекомендуют отказаться от твердой пищи за 6 часов до операции, а от грудного молока и прозрачных жидкостей – за 4 и 2 часа соответственно [1, 11, 21].

В последнее десятилетие появились исследования, демонстрирующие, что рН желудочного содержимого у тех, кто голодал в течение 1–2 часов или более, практически одинаков. Кроме этого, было установлено, что время, необходимое для эвакуации из желудка 80% прозрачной жидкости, содержащей углеводы, составляет менее 1 часа [18, 19].

Эксперты Европейского общества анестезиологии и интенсивной терапии по предоперационному голоданию рекомендуют здоровым детям пить прозрачные жидкости (включая воду с сахаром или без него, соки без мякоти и чай или кофе без молока) за 1 час до индукции анестезии перед плановыми процедурами [12].

В феврале 2023 г. Американская ассоциация анестезиологов представила обновленную версию практических рекомендаций по предоперационному голоданию для снижения риска аспирации у здоровых пациентов, нуждающихся в плановых хирургических вмешательствах, где указала, что с целью предотвращения длительного голодания прозрачные жидкости можно давать за 2 часа до выполнения процедуры [15].

В то же время в клинической практике продолжительность предоперационного голодания существенно превышает рекомендованное время. N. Aroonpruksakul et al. (2023) продемонстрировали, что продолжительность отказа от твердой пищи и прозрачной жидкости составили 11,1 и 10,0 часов соответственно [5].

Увеличение длительности отказа от жидкости перед операцией сопряжено с множественными периоперационными осложнениями, такими как артериальная гипотензия после индукции анестезии, гипогликемия, тошнота, рвота и др., что особенно актуально для детей раннего возраста, нуждающихся в обширных хирургических вмешательствах, и свидетельствует о необходимости оценки и коррекции водного обмена [6, 7, 16].

С целью оценки адекватности волемической терапии в практической деятельности широко используют различные показатели, такие как контроль баланса жидкости и диуреза, осмолярность плазмы крови, венозная сатурация, однако они не дают точной информации о содержании воды в организме и ее распределении по водным секторам [1].

Одним из методов объективной оценки водного баланса организма и распределения воды по жидкостным секторам является биоимпедансный анализ (биоимпедансометрия), эффективность которого в педиатрической практике успешно подтверждена [10, 24]. Однако до настоящего времени опыт ее использования в периоперационном периоде у детей относительно невелик и представлен единичными работами, что требует дальнейшего изучения [4, 8, 20, 22].

**Цель исследования** – оценить распределение жидкости по водным секторам организма у детей в зависимости от длительности отказа от пищи и жидкости перед плановым хирургическим вмешательством.

## Материалы и методы

Одноцентровое проспективное когортное исследование одобрено этическим комитетом ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (протокол заседания № 1/7 от 11 января 2021 г.) и выполнено на базе отделения анестезиологии, реанимации и интенсивной терапии ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России в период с октября 2019 г. по декабрь 2021 г. Обследованы 104 ребенка в возрасте от 3 до 18 лет, 64 (61,5%) мальчика и 40 (38,5%) девочек. Средний возраст составил  $12,5 \pm 3,7$  лет.

**Критерии включения:** а) здоровые дети в возрасте до 18 лет; б) оценка функционального состояния по ASA I–II; в) плановое хирургическое вмешательство; г) наличие информированного добровольного согласия на участие в исследовании. **Критерии исключения:** отказ пациента, экстренная операция, состояния, препятствовавшие проведению точных измерений (ампутация конечности, металлические протезы сердца или суставов, кардиостимуляторы или стенты). В зависимости от возраста пациенты были разделены на 3 группы: 1-я группа – 3–7 лет, 2-я группа – 7–12 лет и 3-я группа – 12–18 лет. В каждой группе с учетом длительности предоперационного отказа от пищи и жидкости были выделены две подгруппы: I подгруппа – время голодания менее 12 часов; II подгруппа – отказ от пищи и жидкости более 12 часов. Среднее время отказа от твердой пищи и жидкости составило  $13,3 \pm 2,7$  часа. Общая характеристика пациентов представлена в табл. 1.

В исследование вошли пациенты, перенесшие ангиохирургические, урологические, нейрохирургические, ортопедические операции и хирургические вмешательства на органах ЖКТ (рис. 1).

Анестезиологическое обеспечение оперативного вмешательства включало в себя комбинированную, сочетанную, регионарную и тотальную внутривенную анестезию (рис. 2).

В качестве ингаляционного анестетиков использовали севофлуран. Интубацию трахеи и инвазивную искусственную вентиляцию легких во время

Таблица 1. Характеристика пациентов, включенных в исследование  
Table 1. Characteristics of the patients included in the study

Показатель	1-я группа	2-я группа	3-я группа	p
Возраст, годы	6,0 [6,0; 7,0]	9,0 [8,0; 10,0]	15,0 [14,0; 17,0]	< 0,0001
Оценка по шкале ASA	2 [2; 2]	2 [2; 2]	2 [1; 2]	0,031
Длительность оперативного вмешательства, мин	60,0 [60,0; 100,0]	110,0 [65,0; 167,5]	115,0 [85,0; 165,0]	0,051
Длительность анестезии, мин	105 [75; 125]	140 [92,5; 187,5]	150,0 [110,0; 215,0]	0,072
Длительность предоперационного голодания, ч	10,0 [10,0; 13,0]	13,5 [12,0; 14,5]	14,0 [11,0; 16,0]	0,127
Длительность предоперационного голодания < 12 ч, n (%)	9 (69,2)	10 (35,7)	28 (44,4)	0,131
Длительность предоперационного голодания > 12 ч, n (%)	4 (30,8)	18 (64,3)	35 (55,6)	
Объем интраоперационной инфузионной терапии, мл · кг <sup>-1</sup> · ч <sup>-1</sup>	8,2 [7,0; 10,0]	7,6 [5,2; 8,7]	5,6 [3,5; 7,3]	0,0003
Объем кровопотери, мл	10,0 [5,0; 30,0]	17,5 [5,0; 26,5]	20,0 [15,0; 35,0]	0,413
Объем кровопотери, % ОЦК	0,8 [0,4; 1,8]	0,7 [0,3; 1,3]	0,5 [0,3; 0,9]	0,078

Примечание: статистическую значимость различия медиан между группами оценивали с помощью непараметрического критерия Краскела – Уоллиса.

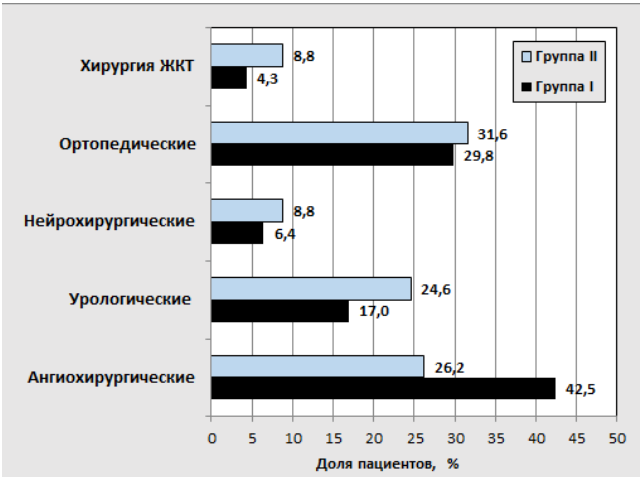


Рис. 1. Характеристика хирургических вмешательств  
Fig. 1. Characteristics of surgical interventions

операции применяли у 70 (67,3%), а ларингеальную маску – у 15 (14,5%) детей.

Состояние водных секторов организма (объем общей воды, вне- и внутриклеточной жидкости) оценивали с помощью биоимпедансного анализатора обменных процессов и состава тела ABC-02 «МЕДАСС» (Россия, Москва) на 3 этапах исследования: за 30 мин до поступления в операционную, через 30 мин и 24 часа после операции. Электроды подключали к биоимпедансному анализатору согласно требованиям производителя. Для определения электрического сопротивления общей и внеклеточной воды организма на тело пациента воздействует электрический ток слабой силы (до 2 мА) в диапазоне частот 5–50 КГц. При оценке состояния водных секторов учитывали возраст, пол, массу тела и рост ребенка.

Статистический анализ данных включал методы описательной статистики, в частности, расчет медиан и интерквартильных размахов для всех числовых показателей, а также абсолютные и относительные частоты для переменных бинарного типа. Оценку значимости различия выборочных распределений с нормальным законом проводили с помощью критериев Шапиро – Уилка и Колмогорова – Смирнова.

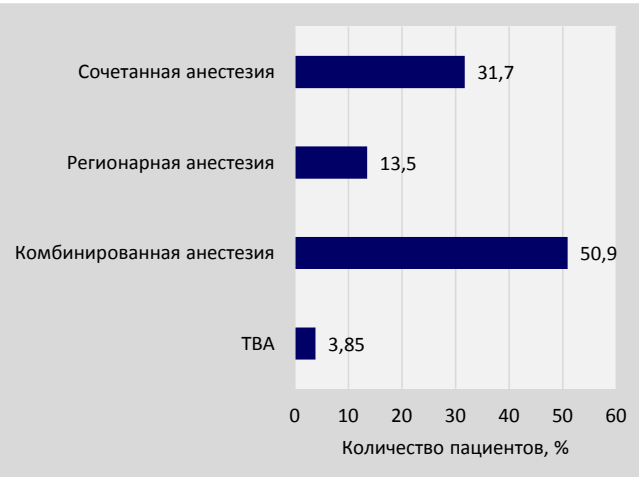


Рис. 2. Характеристика анестезии  
Fig. 2. Characteristics of anesthesia

Оба критерия не отметили значимых отклонений выборочных распределений от нормального, но в связи с малыми объемами групповых выборок для сравнительного анализа использовали непараметрические критерии. Все результаты представлены в виде медианы, нижнего и верхнего квартилей.

Статистическую значимость различия медиан между двумя независимыми группами оценивали с помощью критерия Манна – Уитни. Статистическая значимость различия между медианами показателей трех возрастных групп проверяли с помощью критерия Краскела – Уоллиса. Для сравнения медиан между 3 этапами исследования использовали критерий Фридмана с последующим попарным сравнением с помощью теста Вилкоксона для зависимых выборок. Статистическую значимость различия частот между группами оценивали с помощью критерия  $\chi^2$ . Корреляционный анализ связи между объемами водных секторов и показателями центральной гемодинамики проводили с использованием ранговой корреляции Спирмена в связи с небольшими объемами исследуемых возрастных групп.

Для всех критериев сравнения и коэффициентов корреляции уровень статистической значимости был принят равным 0,05.

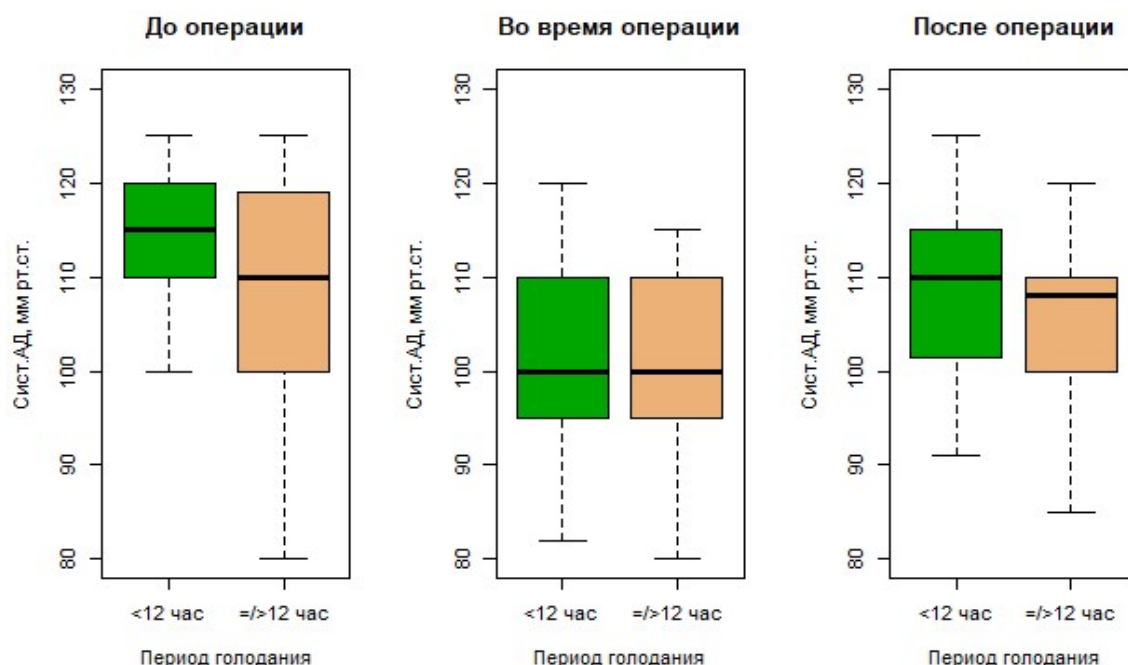


Рис. 3. Показатели систолического артериального давления у детей старше 12 лет в зависимости от длительности предоперационного голодания

Fig. 3. Systolic blood pressure in children over 12 years old, depending on the duration of preoperative fasting

Все расчетные процедуры проводили при помощи программного пакета Statistica for Windows v.12 (StatSoft, США), а также с использованием специализированных библиотек программной среды R. Графическое сопровождение результатов оформляли написанием скриптов в среде R, а также средствами Excel.

## Результаты

Перед хирургическим вмешательством у детей 1-й и 2-й групп различия медиан показателей водного обмена в зависимости от длительности предоперационного голодания не достигли статистической значимости, однако у детей старше 12 лет при отказе от пищи и жидкости более 12 часов отмечалось значимое снижение объема жидкости во всех водных секторах (табл. 2).

На II и III этапе исследования отмечалось увеличение объема общей воды организма, при этом в ряде случаев выявленные изменения были статистически значимыми, хотя достоверная зависимость между временем отказа от твердой пищи и жидкости в предоперационном периоде у детей первых 2 групп отсутствовала (табл. 1). Аналогичные изменения были характерны для объемов вне- и внутриклеточной жидкости, при этом они имели место во всех группах и были статистически значимыми.

При оценке показателей сердечно-сосудистой системы выявлено, что у детей 3–7 лет при длительности отказа от твердой пищи и жидкости перед операцией более 12 часов показатели диастолического и среднего АД через сутки после операции были статистически значимо ниже по сравнению с пациентами, у которых время предоперационного

голодания было менее 12 часов. У детей 7–12 лет статистически значимых различий в показателях ЧСС и системного АД в зависимости от длительности отказа от пищи и жидкости не было. У детей старше 12 лет при отказе от твердой пищи и жидкости перед операцией более 12 часов имели место более низкие показатели систолического АД по сравнению с пациентами, у которых время голодания не превышало 12 часов (рис. 3, табл. 2).

У детей 1-й и 2-й групп выявлены статистически значимые корреляционные зависимости между показателями сердечно-сосудистой системы и водного обмена (рис. 3, 4; табл. 3), в то время как у пациентов старше 12 лет они отсутствовали.

## Обсуждение

При оценке длительности отказа от твердой пищи и жидкости перед операцией установлено, что она значительно больше рекомендуемой и в большинстве случаев превышает 10 часов, что полностью сопоставимо с данными других авторов [5, 9, 25].

Результаты исследования демонстрируют, что длительность предоперационного голодания в пределах 12–15 часов не оказывает существенного влияния на показатели водного обмена и сердечно-сосудистой системы у детей до 12 лет. С одной стороны, это вызывает удивление и отчасти противоречит сложившемуся мнению, что предоперационное голодание оказывает негативное влияние на все показатели гомеостаза, а с другой – вполне естественно и легко объяснимо с позиций физиологии детского организма и патофизиологии голодания.

В частности, если ориентироваться на то, что физиологическая продолжительность ночного



Таблица 2. Распределение жидкости по водным секторам организма в зависимости от длительности предоперационного голодания  
Table 2. The distribution of fluid in the water sectors of the body, depending on the duration of preoperative fasting

Водный сектор	Этап исследования	1-я группа		2-я группа		3-я группа	
		Отказ от пищи < 12 часов	Отказ от пищи ≥ 12 часов	Отказ от пищи < 12 часов	Отказ от пищи ≥ 12 часов	Отказ от пищи < 12 часов	Отказ от пищи ≥ 12 часов
Общая вода организма, %	I этап	62,0 [59,4–63,6]	61,0 [56,1–63,2]	0,94	54,6 [50,7–59,0]	55,8 [47,8–58,9]	0,98
	II этап	63,0 [61,7–64,5] <sup>a</sup>	61,8 [58,2–64,9]	0,59	55,9 [52,2–63,8] <sup>a</sup>	59,8 [52,7–61,4] <sup>a</sup>	0,79
	III этап	61,0 [60,6–65,5]	61,6 [59,7–64,4]	0,82	56,4 [51,6–60,0]	56,9 [50,7–60,6] <sup>c</sup>	0,83
Внеклеточная жидкость, %	I этап	34,0 [32,8–34,4]	31,7 [30,3–33,2]	0,14	27,7 [26,3–28,9]	27,9 [23,5–30,0]	0,98
	II этап	34,5 [32,8; 35,6] <sup>a</sup>	32,2 [31,1–34,4]	0,39	27,9 [26,6–30,6] <sup>a</sup>	29,0 [25,5–30,9] <sup>a</sup>	0,98
	III этап	35 [32,4; 35,5]	32,7 [31,4–34,1]	0,49	28,6 [26,1–30,7]	28,6 [24,8–30,0] <sup>c</sup>	0,94
Внутриклеточная жидкость, %	I этап	28,0 [25,0; 30,0]	29,3 [25,7–29,2]	0,82	25,6 [25,2–28,5]	27,7 [24,3–29,1]	0,98
	II этап	29,0 [26,1–30,5] <sup>a</sup>	30,0 [26,4–31,4] <sup>a</sup>	0,59	26,5 [25,3–32,7] <sup>a</sup>	29,2 [27,2–30,7] <sup>a</sup>	0,75
	III этап	28,6 [25,6–30,0]	29,8 [26,2–31,4]	0,59	27,7 [24,9–31,6]	28,9 [26,1–29,8] <sup>c</sup>	0,83

Примечание: <sup>a</sup> – статистически значимое различие средних между этапами а и б; <sup>b</sup> – статистически значимое различие средних между этапами б и с; <sup>c</sup> – статистически значимое различие средних между этапами а и с.

Таблица 4. Влияние предоперационного голодания на частоту сердечных сокращений и артериальное давление  
Table 4. The effect of preoperative fasting on heart rate and blood pressure

Показатель / Группа	1-я группа		2-я группа		3-я группа	
	Отказ от пищи < 12 часов	Отказ от пищи ≥ 12 часов	Отказ от пищи < 12 часов	Отказ от пищи ≥ 12 часов	Отказ от пищи < 12 часов	Отказ от пищи ≥ 12 часов
ЧСС (I)	99,0 [92,0–100,0]	90,5 [80,0–95,5]	0,28	87,0 [80,0–90,0]	83,0 [78,0–92,0]	0,74
ЧСС (II)	86,0 [80,0–101,0]	84,0 [73,0–91,5]	0,49	82,0 [80,0–90,0]	79,0 [75,0–90,0]	0,58
ЧСС (III)	92,0 [84,0–100,0]	84,5 [74,5–90,5]	0,28	85,0 [80,0–100,0]	82,0 [77,0–88,0]	0,40
Систолическое АД (I)	105,0 [100,0–110,0]	100,0 [90,0–112,5]	0,54	110,0 [100,0–110,0]	110,0 [100,0–110,0]	0,83
Систолическое АД (II)	95,0 [90,0–100,0]	93,0 [90,0–98,0]	1,0	98,0 [85,0–102,0] <sup>a</sup>	100,0 [90,0–105,0] <sup>a</sup>	0,63
Систолическое АД (III)	100,0 [111,0–107,0] <sup>b</sup>	96,0 [91,0–103,5]	0,28	100,0 [100,0–110,0] <sup>c</sup>	105,0 [95,0–110,0] <sup>b</sup>	0,74
Диастолическое АД (I)	60,0 [56,0–60,0]	65,0 [60,0–75,0]	0,19	62,5 [55,0–66,0]	60,0 [60,0–70,0]	0,85
Диастолическое АД (II)	56,0 [55,0–60] <sup>a</sup>	49,0 [36,0–58,5]	0,32	50,0 [44,0–60,0] <sup>a</sup>	55,0 [50,0–64,0] <sup>a</sup>	0,36
Диастолическое АД (III)	60,0 [60,0–65,0]	53,0 [42,0–60,0] <sup>c</sup>	0,11	60,0 [55,0–60,0]	60,0 [50,0–64,0] <sup>b</sup>	0,98
Среднее АД (I)	73,3 [71,7–76,7]	76,7 [70,0–87,5]	0,94	75,8 [70,7–82,7]	76,7 [73,0–81,7]	0,68
Среднее АД (II)	70,0 [68,3–71,7] <sup>a</sup>	63,7 [55,0–70,7]	0,25	66,3 [60,3–73,0] <sup>a</sup>	70,8 [63,3–75,0] <sup>a</sup>	0,43
Среднее АД (III)	73,3 [73,3–83,3] <sup>b</sup>	67,0 [58,3–74,2] <sup>c</sup>	0,25	73,3 [70,0–74,0]	74,2 [68,3–78,7] <sup>b</sup>	0,79

Примечание: <sup>a</sup> – статистически значимое различие средних между этапами а и б; <sup>b</sup> – статистически значимое различие средних между этапами б и с; <sup>c</sup> – статистически значимое различие средних между этапами а и с.

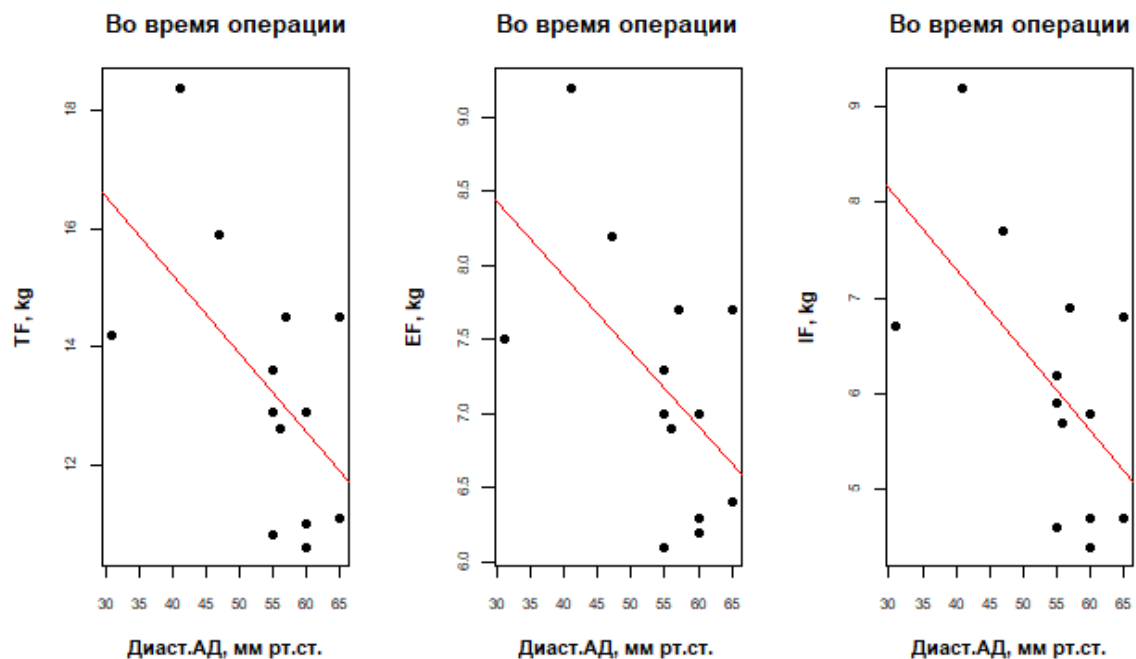


Рис. 4. Диаграммы рассеяния, отражающие обратную взаимосвязь между объемами водных секторов и диастолическим АД во время операции у детей 3–7 лет

Fig. 4. Scattering diagrams reflecting the inverse relationship between the volume of water sectors and diastolic blood pressure during surgery in children of 3–7 years old

**Таблица 3. Корреляционные зависимости между показателями сердечно-сосудистой системы и водного обмена в периоперационном периоде**

Table 3. Correlations between indicators of the cardiovascular system and water metabolism in the perioperative period

Показатель	R	p
<b>1-я группа</b>		
ЧСС и объем общей воды организма до операции	– 0,64	< 0,005
ЧСС и объем экстрацеллюлярной жидкости до операции	– 0,64	< 0,005
ЧСС и объем интрацеллюлярной жидкости до операции	– 0,65	< 0,005
ЧСС и объем общей воды организма после операции	– 0,64	< 0,005
ЧСС и объем экстрацеллюлярной жидкости после операции	– 0,69	< 0,005
ЧСС и объем интрацеллюлярной жидкости после операции	– 0,62	< 0,005
Диастолическое АД и объем общей воды организма во время операции	– 0,57	< 0,005
Диастолическое АД и объем экстрацеллюлярной жидкости во время операции	– 0,55	< 0,005
Диастолическое АД и объем интрацеллюлярной жидкости во время операции	– 0,58	< 0,005
<b>2-я группа</b>		
Систолическое АД и объем общей воды организма до операции	0,41	< 0,005
Систолическое АД и объем экстрацеллюлярной жидкости до операции	0,38	< 0,005
Систолическое АД и объем интрацеллюлярной жидкости до операции	0,43	< 0,005
Диастолическое АД и объем общей воды организма до операции	0,44	< 0,005
Диастолическое АД и объем экстрацеллюлярной жидкости до операции	0,45	< 0,005
Диастолическое АД и объем интрацеллюлярной жидкости до операции	0,44	< 0,005
Среднее АД и объем общей воды организма до операции	0,5	< 0,005
Среднее АД и объем экстрацеллюлярной жидкости до операции	0,49	< 0,005
Среднее АД и объем интрацеллюлярной жидкости до операции	0,5	< 0,005

сна у детей составляет 10–12 часов, то становится понятным, почему такое время отказа от твердой пищи и жидкости относительно легко переносится большинством пациентов и не сопровождается очевидными негативными последствиями [2]. Это подтверждается и тем, что все экстренные патобиохимические реакции, направленные на устранение

энергетического голода, запускаются спустя только сутки полного голодания, что также свидетельствует об относительной безопасности временного диапазона, используемого в клинической практике [3].

Увеличение объема всех водных секторов организма в интраоперационном периоде, вероятнее всего, обусловлено проведением инфузионной тера-

пии и гиперсекрецией антидиуретического гормона на фоне хирургического стресса, что сопоставимо с данными других авторов [8, 17, 22]. В частности, М. Tsukamoto et al. (2017) продемонстрировали, что через 3 часа после индукции анестезии у здоровых детей в возрасте 2–12 лет, нуждающихся в длительных хирургических вмешательствах (время анестезии  $257,2 \pm 26,5$  мин) с длительностью предоперационного голодания более 6 часов, отмечалось статистически значимое увеличение объема внутриклеточной жидкости, в первую очередь за счет объема циркулирующей крови и интерстициальной жидкости, в то время как объем внутриклеточной жидкости при этом снизился, хотя это и не было статистически значимым [22].

Аналогичные данные были получены С. Betti et al., (2024), которые установили, что введение инфузионных растворов во время операции сопровождается увеличением объемов общей воды организма и внеклеточной жидкости, что явилось статистически значимым, хотя объем внутриклеточной жидкости оставался без изменений. Выявлена значимая положительная корреляционная зависимость между объемами инфузии, общей воды и внеклеточной жидкости организма. На основании полученных результатов авторы полагают, что у здоровых детей школьного возраста, нуждающихся в малых хирургических вмешательствах, введение изотонических кристаллоидных растворов не оправдано, поскольку сопряжено с риском задержки жидкости [8].

Авторами других исследований также были получены доказательства того, что у соматически здоровых пациентов даже после длительного предоперационного голодания объем циркулирующей крови не изменяется, что отчасти подтверждается результатами настоящего исследования и является основанием для пересмотра рекомендаций по использованию объемной нагрузки в качестве средства профилактики артериальной гипотензии, ассоциированной с индукцией анестезии [13, 17].

В то же время нельзя не отметить, что, согласно обзору экспертов Cochrane Collaboration (2019), имеются доказательства средней силы, свидетельствующие о том, что применение кристаллоидных растворов уменьшает вероятность развития послеоперационной тошноты и рвоты у пациентов с оценкой по шкале ASA класса I–II, которым были выполнены амбулаторные или малые хирургические вмешательства [14].

Особого внимания, по нашему мнению, заслуживает наличие сильной статистически значимой отрицательной корреляционной зависимости между всеми объемами водных секторов и показателями диастолического артериального давления во время

операции у детей 3–7 лет, то есть с уменьшением объема жидкости в организме отмечается повышение диастолического АД. Вероятнее всего, это является компенсаторным механизмом, обусловлено увеличением общего периферического сосудистого сопротивления и является уникальной особенностью данной возрастной категории пациентов, у которых поддержание оптимального сердечного выброса достигается за счет увеличения частоты сердечных сокращений и повышения сосудистого тонуса на фоне периоперационного стресса. Это объясняет и отсутствие статистически значимых гемодинамических изменений в пред- и интраоперационном периодах, в то время как спустя сутки после операции показатели диастолического АД были значительно ниже у детей, у которых время предоперационного голодания превышало 12 часов, что явилось статистически значимым.

Одним из значимых результатов является то, что длительное предоперационное голодание (более 12 часов) у детей старше 12 лет сопряжено с относительно низкими показателями системного АД за 30 мин до операции. Это является фактором риска развития артериальной гипотензии на этапе индукции анестезии у данной категории пациентов, поскольку физиологические компенсаторные механизмы, характерные для детей раннего возраста, у них выражены в меньшей степени или вообще отсутствуют.

### Выводы

1. Длительность предоперационного отказа от твердой пищи и жидкости в диапазоне 12–15 часов не оказывает негативного влияния на показатели водного обмена и не ассоциирована с артериальной гипотензией во время индукции анестезии у детей, нуждающихся в плановых хирургических вмешательствах.

2. В раннем послеоперационном периоде отмечается увеличение объема общей и внеклеточной воды организма, независимо от возраста и длительности предоперационного голодания.

3. Наиболее выраженное влияние предоперационного голодания на распределение жидкости по водным секторам организма и системное артериальное давление перед операцией характерно для детей старше 12 лет.

**Ограничения.** Ограничением настоящего исследования явился относительно небольшой размер групповых выборок, что, по всей вероятности, и явилось причиной того, что средние показатели распределения жидкости по водным секторам у детей первых 2 групп не достигли статистически значимых различий.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

**Conflict of Interests.** The authors state that they have no conflict of interests.

## ЛИТЕРАТУРА

## REFERENCES

- Александрович Ю. С., Воронцова Н. Ю., Гребенников В. А. и др. Рекомендации по проведению инфузионно-трансфузионной терапии у детей во время хирургических операций // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2018. – Т. 15, № 2. – С. 68–84. DOI: 10.21292/2078-5658-2018-15-2-68-84.
- Воронцов И. М., Мазурин А. В. Пропедевтика детских болезней: учебник. СПб.: «Фолиант», 2010. – 1008 с. ISBN 978-5-93929-184-2.
- Зайчик А. Ш., Чурилов А. П. Патохимия (эндокринно-метаболические нарушения). СПб.: «ЭЛБИ-СПб», 2007. – 768 с. ISBN 978-5-93979-032-1.
- Сулайманова Ж. Д., Лазарев В. В., Цыпин Л. Е. и др. Препарат стартовой инфузионной терапии в раннем послеоперационном периоде у детей: сукцинатсодержащий или малатсодержащий раствор // Вестник интенсивной терапии имени А.И. Салтанова. – 2020. – № 3. – С. 129–136.
- Aroonpruksakul N., Punchuklang W., Kasikan K. et al. The actual duration of preoperative fasting in pediatric patients, and its effects on hunger and thirst: a prospective observational study // *Transl Pediatr.* – 2023. – Vol. 12, № 2. – P. 146–154. DOI: 10.21037/tp-22-358.
- Assen H. E., Hassen A. M., Abate A. et al. Preoperative fasting time and its association with hypoglycemia during anesthesia in pediatric patients undergoing elective procedures at tikur anbesa specialized hospital, Addis Ababa, Ethiopia // *Biomed Res Int.* – 2021. – Vol. 14. – P. 9166603. DOI: 10.1155/2021/9166603.
- Balkaya A. N., Yilmaz C., Baytar Ç. et al. Relationship between fasting times and emergence delirium in children undergoing magnetic resonance imaging under sedation // *Medicina (Kaunas)*. – 2022. – Vol. 58, № 12. – P. 1861. DOI: 10.3390/medicina58121861.
- Betti C., Busi I., Cortesi C. et al. Fluids and body composition during anesthesia in children and adolescents: A pilot study // *Eur J Pediatr.* – 2024. – Vol. 183. – P. 2251–2256. DOI: 10.1007/s00431-024-05490-x.
- Brunet-Wood K., Simons M., Evasiuk A. et al. Surgical fasting guidelines in children: Are we putting them into practice? // *J Pediatr Surg.* – 2016. – Vol. 51, № 8. – P. 1298–302. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2016.04.006.
- Dasgupta I., Keane D., Lindley E. et al. Validating the use of bioimpedance spectroscopy for assessment of fluid status in children // *Pediatr Nephrol.* – 2018. – Vol. 33, № 9. – P. 1601–1607. DOI: 10.1007/s00467-018-3971-x.
- Dongare P. A., Bhaskar S. B., Harsoor S. S. et al. Perioperative fasting and feeding in adults, obstetric, paediatric and bariatric population: Practice Guidelines from the Indian Society of Anaesthesiologists // *Indian J Anaesth.* – 2020. – Vol. 64, № 7. – P. 556–584. DOI: 10.4103/ija.IJA\_735\_20.
- Frykholm P., Disma N., Andersson H. et al. Pre-operative fasting in children: A guideline from the European Society of Anaesthesiology and Intensive Care // *Eur J Anaesthesiol.* – 2022. – Vol. 39, № 1. – P. 4–25. DOI: 10.1097/EJA.0000000000001599.
- Jacob M., Chappell D., Conzen P. et al. Blood volume is normal after pre-operative overnight fasting // *Acta Anaesthesiol Scand.* – 2008. – Vol. 52, № 4. – P. 522–529. DOI: 10.1111/j.1399-6576.2008.01587.x.
- Jewer J. K., Wong M. J., Bird S. J. et al. Supplemental perioperative intravenous crystalloids for postoperative nausea and vomiting // *Cochrane Database Syst Rev.* – 2019. – Vol. 3, № 3. – P. CD012212. DOI: 10.1002/14651858.CD012212.pub2.
- Joshi G. P., Abdelmalak B. B., Weigel W. A. et al. 2023 American society of anesthesiologists practice guidelines for preoperative fasting: carbohydrate-containing clear liquids with or without protein, chewing gum, and pediatric fasting duration-a modular update of the 2017 American society of anesthesiologists practice guidelines for preoperative fasting. *Anesthesiology*. – 2023. – Vol. 138, № 2. – P. 132–151. DOI: 10.1097/ALN.0000000000004381.
- Khanna P., Saini K., Sinha R. et al. Correlation between duration of preoperative fasting and emergence delirium in pediatric patients undergoing ophthalmic examination under anesthesia: a prospective observational study // *Paediatr Anaesth.* – 2018. – Vol. 28, № 6. – P. 547–551. DOI: 10.1111/pan.13381.
- Lee H., Kim J. T. Pediatric perioperative fluid management // *Korean J Anesthesiol.* – 2023. – Vol. 76, № 6. – P. 519–530. DOI: 10.4097/kja.23128.
- Schmidt A. R., Buehler P., Seglias L. et al. Gastric pH and residual volume after 1 and 2 h fasting time for clear fluids in children // *Br J Anaesth.* – 2015. – Vol. 114, № 3. – P. 477–482. DOI: 10.1093/bja/aeu399.
- Schmitz A., Kellenberger C. J., Lochbuehler N. et al. Effect of different quantities of a sugared clear fluid on gastric emptying and residual volume in children: a crossover study using magnetic resonance imaging // *Br J Anaesth.* – 2012. – Vol. 108, № 4. – P. 644–647. DOI: 10.1093/bja/aer497.
- Aleksandrovich Yu.S., Vorontsova N.Yu., Grebennikov V.A. et al. Recommendations on infusion-transfusion therapy in children undergoing surgery. *Messenger of anesthesiology and resuscitation*, 2018, vol. 15, no. 2, pp. 68–84. (In Russ.) DOI: 10.21292/2078-5658-2018-15-2-68-84.
- Voroncov I.M., Mazurin A.V. Propedevtika detskikh boleznej: uchebnik. SPb., «Foliant», 2010, 1008 p. (In Russ.) ISBN 978-5-93929-184-2.
- Zajchik A.Sh., Churilov A.P. Patohimija (jendokrinno-metabolicheskie narushenija). SPb., «JeLBI-SPb», 2007, 768 p. (In Russ.) ISBN 978-5-93979-032-1.
- Sulaimanova Z.D., Lazarev V.V., Tsypin L.E. et al. The fluids as starting infusion therapy in the early postoperative period in children: solution with succinate or malate. A prospective, randomized study. *Annals of Critical Care*, 2020, no. 3, pp. 129–136. (In Russ.) DOI: 10.21320/1818-474X-2020-3-129-136.
- Aroonpruksakul N., Punchuklang W., Kasikan K. et al. The actual duration of preoperative fasting in pediatric patients, and its effects on hunger and thirst: a prospective observational study. *Transl Pediatr*, 2023, vol. 12, no. 2, pp. 146–154. DOI: 10.21037/tp-22-358.
- Assen H.E., Hassen A.M., Abate A. et al. Preoperative fasting time and its association with hypoglycemia during anesthesia in pediatric patients undergoing elective procedures at tikur anbesa specialized hospital, Addis Ababa, Ethiopia. *Biomed Res Int*, 2021, vol. 14, pp. 9166603. DOI: 10.1155/2021/9166603.
- Balkaya A.N., Yilmaz C., Baytar Ç. et al. Relationship between fasting times and emergence delirium in children undergoing magnetic resonance imaging under sedation. *Medicina (Kaunas)*, 2022, vol. 58, no. 12, pp. 1861. DOI: 10.3390/medicina58121861.
- Betti C., Busi I., Cortesi C. et al. Fluids and body composition during anesthesia in children and adolescents: A pilot study. *Eur J Pediatr*, 2024, vol. 183, pp. 2251–2256. DOI: 10.1007/s00431-024-05490-x.
- Brunet-Wood K., Simons M., Evasiuk A. et al. Surgical fasting guidelines in children: Are we putting them into practice? *J Pediatr Surg*, 2016, vol. 51, no. 8, pp. 1298–302. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2016.04.006.
- Dasgupta I., Keane D., Lindley E. et al. Validating the use of bioimpedance spectroscopy for assessment of fluid status in children. *Pediatr Nephrol*, 2018, vol. 33, no. 9, pp. 1601–1607. DOI: 10.1007/s00467-018-3971-x.
- Dongare P.A., Bhaskar S.B., Harsoor S.S. et al. Perioperative fasting and feeding in adults, obstetric, paediatric and bariatric population: Practice Guidelines from the Indian Society of Anaesthesiologists. *Indian J Anaesth*, 2020, vol. 64, no. 7, pp. 556–584. DOI: 10.4103/ija.IJA\_735\_20.
- Frykholm P., Disma N., Andersson H. et al. Pre-operative fasting in children: A guideline from the European Society of Anaesthesiology and Intensive Care. *Eur J Anaesthesiol*, 2022, vol. 39, no. 1, pp. 4–25. DOI: 10.1097/EJA.0000000000001599.
- Jacob M., Chappell D., Conzen P. et al. Blood volume is normal after pre-operative overnight fasting. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2008, vol. 52, no. 4, pp. 522–529. DOI: 10.1111/j.1399-6576.2008.01587.x.
- Jewer J.K., Wong M.J., Bird S.J. et al. Supplemental perioperative intravenous crystalloids for postoperative nausea and vomiting. *Cochrane Database Syst Rev*, 2019, vol. 3, no. 3, pp. CD012212. DOI: 10.1002/14651858.CD012212.pub2.
- Joshi G.P., Abdelmalak B.B., Weigel W.A. et al. 2023 American society of anesthesiologists practice guidelines for preoperative fasting: carbohydrate-containing clear liquids with or without protein, chewing gum, and pediatric fasting duration-a modular update of the 2017 American society of anesthesiologists practice guidelines for preoperative fasting. *Anesthesiology*, 2023, vol. 138, no. 2, pp. 132–151. DOI: 10.1097/ALN.0000000000004381.
- Khanna P., Saini K., Sinha R. et al. Correlation between duration of pre-operative fasting and emergence delirium in pediatric patients undergoing ophthalmic examination under anesthesia: a prospective observational study. *Paediatr Anaesth*, 2018, vol. 28, no. 6, pp. 547–551. DOI: 10.1111/pan.13381.
- Lee H., Kim J.T. Pediatric perioperative fluid management. *Korean J Anesthesiol*, 2023, vol. 76, no. 6, pp. 519–530.
- Schmidt A.R., Buehler P., Seglias L. et al. Gastric pH and residual volume after 1 and 2 h fasting time for clear fluids in children. *Br J Anaesth*, 2015, vol. 114, no. 3, pp. 477–482. DOI: 10.1093/bja/aeu399.
- Schmitz A., Kellenberger C.J., Lochbuehler N. et al. Effect of different quantities of a sugared clear fluid on gastric emptying and residual volume in children: a crossover study using magnetic resonance imaging. *Br J Anaesth*, 2012, vol. 108, no. 4, pp. 644–647. DOI: 10.1093/bja/aer497.



20. Song I. K., Kim D. H., Kim E. H. et al. Efficacy of bioelectrical impedance analysis during the perioperative period in children // *J Clin Monit Comput*. – 2017. – Vol. 31, № 3. – P. 625–630. DOI: 10.1007/s10877-016-9881-1.
21. Thomas M., Morrison C., Newton R. et al. Consensus statement on clear fluids fasting for elective pediatric general anesthesia // *Paediatr Anaesth*. – 2018. – Vol. 28, № 5. – P. 411–414. DOI: 10.1111/pan.13370.
22. Tsukamoto M., Hirokawa J., Yokoyama T. Intraoperative fluid management in pediatric patients using bioelectrical impedance analysis during oral surgery // *Pediatric Anesthesia and Critical Care Journal*. – 2017. – Vol. 5, № 2. – P. 81–85. DOI: 10.14587/paccj.2017.13.
23. Xrykholm P., Schindler E., Sümpelmann R. et al. M. Preoperative fasting in children: review of existing guidelines and recent developments // *Br J Anaesth*. – 2018. – Vol. 120, № 3. – P. 469–474. DOI: 10.1016/j.bja.2017.11.080.
24. Van Eyck A., Ledeganck K. J., Vermeiren E. et al. Body composition helps to elucidate the different origins of low serum magnesium in children with obesity compared to children with type 1 diabetes // *Eur J Pediatr*. – 2023. – Vol. 182, № 8. – P. 3743–3753. DOI: 10.1007/s00431-023-05046-5.
25. Zhang E., Hauser N., Sommerfield A. et al. A review of pediatric fasting guidelines and strategies to help children manage preoperative fasting // *Paediatric Anaesthesia*. – 2023. – Vol. 33, № 12. – P. 1012–1019. DOI: 10.1111/pan.14738.
20. Song I.K., Kim D.H., Kim E.H. et al. Efficacy of bioelectrical impedance analysis during the perioperative period in children. *J Clin Monit Comput*, 2017, vol. 31, no. 3, pp. 625–630. DOI: 10.1007/s10877-016-9881-1.
21. Thomas M., Morrison C., Newton R. et al. Consensus statement on clear fluids fasting for elective pediatric general anesthesia. *Paediatr Anaesth*, 2018, vol. 28, no. 5, pp. 411–414. DOI: 10.1111/pan.13370.
22. Tsukamoto M., Hirokawa J., Yokoyama T. Intraoperative fluid management in pediatric patients using bioelectrical impedance analysis during oral surgery. *Pediatric Anesthesia and Critical Care Journal*, 2017, vol. 5, no. 2, pp. 81–85. DOI: 10.14587/paccj.2017.13.
23. Xrykholm P., Schindler E., Sümpelmann R. et al. M. Preoperative fasting in children: review of existing guidelines and recent developments. *Br J Anaesth*, 2018, vol. 120, no. 3, pp. 469–474. DOI: 10.1016/j.bja.2017.11.080.
24. Van Eyck A., Ledeganck K.J., Vermeiren E. et al. Body composition helps to elucidate the different origins of low serum magnesium in children with obesity compared to children with type 1 diabetes. *Eur J Pediatr*, 2023, vol. 182, no. 8, pp. 3743–3753. DOI: 10.1007/s00431-023-05046-5.
25. Zhang E., Hauser N., Sommerfield A. et al. A review of pediatric fasting guidelines and strategies to help children manage preoperative fasting. *Paediatric Anaesthesia*, 2023, vol. 33, no. 12, pp. 1012–1019. DOI: 10.1111/pan.14738.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» МЗ РФ, 194100, Россия, Санкт-Петербург, Литовская ул., д. 2.

Ташкентский педиатрический медицинский институт МЗ Узбекистана, 100140, Узбекистан, г. Ташкент, Юнусбадский район, ул. Богишамол, д. 223.

ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет» МЗ РФ, 185910, Россия, Республика Карелия, г. Петрозаводск, пр. Ленина, д. 33.

##### **Александрович Юрий Станиславович**

д-р мед. наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, проректор по послевузовскому, дополнительному профессиональному образованию и региональному развитию здравоохранения, зав. кафедрой анестезиологии, реаниматологии и неотложной педиатрии факультета послевузовского и дополнительного профессионального образования, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет.  
E-mail: Jalex1963@mail.ru, ORCID: 0000-0002-2131-4813, SPIN: 2225-1630

##### **Пишенисов Константин Викторович**

д-р мед. наук, доцент, профессор кафедры анестезиологии, реаниматологии и неотложной педиатрии ФП и ДПО, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет.  
E-mail: Psh\_K@mail.ru, ORCID: 0000-0003-1113-5296, SPIN: 8423-4294

##### **Шорахмедов Шоакмал Шоанварович**

аспирант кафедры анестезиологии, реаниматологии и неотложной педиатрии ФП и ДПО, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет; ассистент кафедры анестезиологии и реаниматологии, детской анестезиологии и реаниматологии, Ташкентский педиатрический медицинский институт.  
E-mail: sshoraxmedovs@gmail.com, ORCID: 0000-0002-4695-610X, SPIN: 4301-0377

##### **Тихова Галина Петровна**

научный сотрудник, Петрозаводский государственный университет.  
E-mail: tikhovag@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1128-9666, SPIN: 9186-9653

#### INFORMATION ABOUT AUTHORS:

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

Tashkent Pediatric Medical Institute, 223, Bagishamal str., Yunusabad region, Tashkent, 100140, Uzbekistan.

Petrozavodsk State University, 33, Lenin str., Petrozavodsk, Republic of Karelia, 185910, Russia.

##### **Aleksandrovich Yuri S.**

Dr. of Sci. (Med.), Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Vice-Rector for Postgraduate, Additional Professional Education and Regional Health Development, Head of the Department of Anesthesiology, Intensive Care and Emergency Pediatrics of the Faculty of Postgraduate and Additional Professional Education, Saint-Petersburg State Pediatric Medical University.  
E-mail: Jalex1963@mail.ru, ORCID: 0000-0002-2131-4813, SPIN: 2225-1630

##### **Pshenisnov Konstantin V.**

Dr. of Sci. (Med.), Associate Professor, Professor of Anesthesiology, Intensive Care and Emergency Pediatrics of the Faculty of Postgraduate and Additional Professional Education, Saint-Petersburg State Pediatric Medical University.  
E-mail: Psh\_K@mail.ru, ORCID: 0000-0003-1113-5296, SPIN: 8423-4294

##### **Shorakhmedov Shoakmal Sh.**

Postgraduate Student of the Department of Anesthesiology, Intensive Care and Emergency Pediatrics of the Faculty of Postgraduate and Additional Professional Education, Saint-Petersburg State Pediatric Medical University; Assistant of the Department of Anesthesiology, Intensive Care and Pediatric Anesthesiology, Intensive Care, Tashkent Pediatric Medical Institute.  
E-mail: sshoraxmedovs@gmail.com, ORCID: 0000-0002-4695-610X, SPIN: 4301-0377

##### **Tihova Galina P.**

Research Fellow, Petrozavodsk State University.  
E-mail: tikhovag@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1128-9666, SPIN: 9186-9653