

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДИАТРИЧЕСКИЙ
МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

ШОРАХМЕДОВ ШОАКМАЛ ШОАНВАРОВИЧ

ВЛИЯНИЕ ПРЕДОПЕРАЦИОННОГО ГОЛОДАНИЯ НА ТЕЧЕНИЕ АНЕСТЕЗИИ ПРИ
ПЛАНОВЫХ ХИРУРГИЧЕСКИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВАХ У ДЕТЕЙ

3.1.12. Анестезиология и реаниматология

диссертация
на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
заслуженный деятель науки
Российской Федерации,
д.м.н., профессор
Александрович Ю.С.

Санкт-Петербург

2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ПРЕДОПЕРАЦИОННОЕ ГОЛОДАНИЕ ПРИ АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ХИРУРГИЧЕСКИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ У ДЕТЕЙ (обзор литературы)	13
1.1. Эволюция концепции предоперационного голодания	13
1.2. Последствия длительного отказа от употребления пищи и жидкости в предоперационном периоде	16
1.3. Современные рекомендации по предоперационному голоданию ...	21
1.4. Анализ биоэлектрического импеданса для оценки водных секторов организма в детской анестезиологии	30
1.5. Ультразвуковая визуализация как метод оценки риска аспирации содержимого желудка во время анестезии.	37
Резюме	40
ГЛАВА 2. ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	41
2.1. Дизайн исследования	41
2.2. Характеристика пациентов	42
2.3. Методы исследования	48
2.3.1. Оценка содержания жидкости в водных секторах организма	49
2.3.2. Оценка остаточного объёма желудка	51
2.4. Статистическая обработка данных	53
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	55
3.1. Влияние предоперационного голодания на водные сектора организма в периоперационном периоде у детей	55
3.2. Влияние предоперационной инфузии на водные сектора организма	61
3.3. Остаточный объём желудка перед плановыми хирургическими вмешательствами у детей в зависимости от длительности предоперационного голодания	67

ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ	70
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	84
ВЫВОДЫ	87
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	88
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ	89
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	90
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	91

ВВЕДЕНИЕ

АКТУАЛЬНОСТЬ

Обязательным элементом подготовки пациентов к плановым операциям с применением общей анестезии является отказ от твёрдой пищи и жидкости за шесть-восемь часов до хирургического вмешательства с целью уменьшения риска аспирации желудочного содержимого. В тоже время, вероятность развития данного осложнения у детей без сопутствующих заболеваний очень низка и составляет 0,02-0,1% [Habre W. et al., 2017; Хрыкholm P. et al., 2018].

Большинство национальных ассоциаций анестезиологов рекомендуют отказаться от твёрдой пищи за шесть часов до операции, а от грудного молока и прозрачных жидкостей – за четыре и два часа соответственно [Александрович Ю.С. и соавт., 2018; Thomas M. et al., 2018; Dongare P.A. et al., 2020].

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 одного часа [Schmitz A. et al., 2012; Schmidt A.R. et al., 2015; Elghamry M.R., 2025].

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 [Frykholm P. et al., 2022].

В феврале 2023 года 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 два часа до выполнения процедуры [Joshi G.P. et al., 2023].

В тоже время, в клинической практике продолжительность предоперационного голодания существенно превышает рекомендованное время [Dolgun E. et al., 2017]. Aroonpruksakul N. et al., (2023) продемонстрировали, что продолжительность отказа от твёрдой пищи и прозрачной жидкости составили 11,1 и 10,0 часов соответственно.

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 [Khanna P. et al., 2018; Assen H.E. et al., 2021; Balkaya A.N. et al., 2022; Wang Q. et al., 2025].

Кроме того, длительное голодание перед операцией может сопровождаться таким субъективным симптомом дискомфорта как жажда [Gul A. et al., 2018; Li Y. et al., 2021]. По данным исследования Vorr C. et al. (2011), жажда вызывает наибольший дискомфорт у пациентов, за которой следуют беспокойство и голод. Дети способны распознавать признаки, связанные с жаждой, и спонтанно сообщают о ее возникновении. Симптомы жажды отмечают 88,5% оперированных детей, из них 39,7% жаловались на жажду в послеоперационном периоде и 48,7% – в предоперационном периоде [Riviera A. et al., 2022].

Имеется достаточно много исследований, посвященных изучению влияния различных растворов, используемых для периоперационной инфузионной терапии у детей разного возраста, в которых прослеживаются две тенденции. Во-первых, не исследуется эффективность и необходимость инфузии до операции, а, во-вторых, в качестве параметров оценки

используют лишь показатели частоты сердечных сокращений, артериального давления, кислотно-основного состояния и основных метаболитов (мочевины, креатинина и глюкозы в крови), которые лишь косвенно отражают состояние водного обмена [Нассер М.М. и соавт., 2019].

Исследовались различные объемы и режимы дозирования пероральной жидкости, которые назначались детям в предоперационном периоде: 250 мл жидкости независимо от массы тела, отсутствие строгих ограничений по объему, но необходимость соблюдения 4-часового периода голодания, поили детей в объеме 3 мл/кг за 1 и 2 часа до операции [Sarhan K.A. et al., 2022; Sander T. et al., 2023; Demirel A. et al., 2023].

Известно, что период полувыведения подслащенной прозрачной жидкости из желудка у детей одинаков после приёма в объеме 3 и 7 мл/кг массы тела, однако остаточный объем содержимого желудка снижается до исходного уровня 0,45 (0,04–1,55) мл/кг в течение 1 ч после приема 3 мл/кг, в то время как при приеме 7 мл/кг он снижается только до 1,33 (0,30–2,60) мл/кг [Schmitz A., et al., 2012].

Несмотря на то, что в последние годы оценка остаточного объема желудка (ООЖ) активно изучается и внедряется в протоколы предоперационной подготовки и интраоперационного ведения [Sander T. et al., 2023; Demirel A. et al., 2023], продолжаются поиски оптимального объема и состава прозрачной жидкости, которые были бы безопасны перед операцией.

СТЕПЕНЬ РАЗРАБОТАННОСТИ ТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Одним из методов объективной оценки водного баланса организма и распределения воды по секторам является биоимпедансный анализ (биоимпедансометрия), эффективность которого в педиатрической практике успешно подтверждена [Dasgupta I. et al., 2018; Van Eyck A. et al., 2023].

Вместе с тем, количество исследований по использованию биоимпедансного анализа для получения информации о содержании воды в

организме и распределении ее по секторам, во время анестезии у детей, весьма ограничено [Лазарев В.В. и соавт., 2001; Адлер А.В. и соавт., 2003; Лазарев В.В. и соавт., 2010; Song I.K. et al., 2017; Tsukamoto M. et al., 2017; Priyanka A. et al., 2023; Betti C. et al., 2024].

Отсутствуют работы, оценивающие безопасность употребления жидкости в объеме 4 мл/кг за 2 часа до плановой анестезии, что с одной стороны позволило бы минимизировать риск аспирации, а с другой – сохранить комфортный для пациентов уровень гидратации.

В настоящее время рекомендации по предоперационному голоданию у детей продолжают уточняться, но сохраняются разногласия относительно оптимального объема жидкости и времени ее приема до начала проведения плановой анестезии.

Отсутствуют алгоритмы предоперационной подготовки у детей при плановых хирургических вмешательствах в зависимости от длительности предоперационного голодания и остаточного объема желудка, что требует дальнейшего изучения.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработать алгоритм предоперационной подготовки у детей, нуждающихся в плановых хирургических вмешательствах на основе анализа особенностей течения анестезии в зависимости от длительности отказа от пищи и жидкости перед операцией.

ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Оценить распределение жидкости по водным секторам организма у детей во время анестезии, в зависимости от длительности отказа от пищи и жидкости перед плановым хирургическим вмешательством.

2. Изучить влияние предоперационной инфузии на показатели водных секторов организма на разных этапах анестезии в зависимости от используемых растворов и длительности отказа от пищи и жидкости.

3. Установить остаточный объем желудка у детей, получающих прозрачную жидкость за 2 часа до плановой операции.

4. Разработать алгоритм предоперационной подготовки у детей при плановых хирургических вмешательствах в зависимости от длительности предоперационного голодания и остаточного объема желудка.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА

Впервые проведено исследование водных секторов организма у детей, в зависимости от длительности отказа от пищи и жидкости перед плановым хирургическим вмешательством.

Выявлено отсутствие негативного влияния на показатели водного обмена, а также вероятность развития артериальной гипотензии во время индукции анестезии у детей предоперационного отказа от твердой пищи и жидкости в течение 12-15 часов.

Исследовано влияние предоперационной инфузии различными растворами на состояние водных секторов с учетом длительности отказа от пищи и жидкости у педиатрических пациентов.

Установлено, что уменьшение времени голодания перед операцией до двух часов не приводит к увеличению остаточного объема желудка по сравнению с двенадцатичасовым голоданием.

Доказано, что употребление питьевой воды в объеме 4 мл/кг за два часа до операции не вызывает осложнений и обеспечивает комфорт.

На основании полученных данных, разработан алгоритм предоперационной подготовки у детей при плановых хирургических вмешательствах, в зависимости от длительности предоперационного голодания и остаточного объема желудка.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что получены доказательства отсутствия негативного влияния на показатели

водного обмена у детей, нуждающихся в плановых хирургических вмешательствах, предоперационного отказа от твёрдой пищи и жидкости длительностью 12-15 часов.

Практическая значимость исследования заключается в том, что индивидуализирована тактика ведения детей, которым предстоит плановое хирургическое вмешательство, основанная на разной длительности предоперационного голодания и реально оценённом с помощью ультразвукового исследования остаточном объеме желудка.

МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При проведении диссертационного исследования использовали универсальные, эмпирические и теоретические методы научного познания. На этапе планирования работы использовали историко-логический метод, анализ и синтез результатов ранее выполненных исследований с элементами метаанализа и метасинтеза, обобщения, абстрагирования, дедукции и индукции. В процессе сбора информации и оценки полученных результатов применяли наблюдение и описание. Анализ количественных показателей осуществляли методом прямого и косвенного измерения. Для определения безопасного времени предоперационного голодания использовали эксперимент. На финальном этапе работы применяли анализ и синтез, обобщение и абстрагирование, метод восхождения от абстрактного к конкретному.

ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Предоперационное голодание с полным отказом от употребления жидкости длительностью до двенадцати часов не оказывает негативного влияния на показатели водных секторов организма и показатели гемодинамики в периоперационном периоде.

2. Инфузия исследованных изотонических кристаллоидных солевых растворов в объёме 5 мл/кг за тридцать минут до операции при длительности

голодания более двенадцати часов обеспечивает увеличение объёма жидкости во всех водных секторах организма.

3. Употребление питьевой воды в объёме 4 мл/кг за два часа до операции не сопровождается увеличением остаточного объёма желудка и риска аспирации / регургитации желудочного содержимого.

ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ

Рекомендации, основанные на результатах исследования, внедрены в практику работы отделения анестезиологии-реанимации для детей ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России и отделения анестезиологии и реанимации Национального детского медицинского центра (г. Ташкент, Узбекистан).

Результаты исследования используются в учебном процессе на кафедрах анестезиологии, реаниматологии и неотложной педиатрии факультета послевузовского и дополнительного профессионального образования ФГБОУ ВО СПбГПМУ Министерства здравоохранения Российской Федерации, анестезиологии, реаниматологии и неотложной педиатрии им. профессора В.И. Гордеева, при проведении циклов повышения квалификации и профессиональной переподготовки кадров из регионов Российской Федерации.

СТЕПЕНЬ ДОСТОВЕРНОСТИ И АПРОБАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ

Степень достоверности полученных результатов определяется достаточным количеством наблюдений и количеством анализируемых признаков у каждого пациента, использованием современных методов обследования, репрезентативностью выборки, наличием группы сравнения, применением современных методов статистического анализа. Основные положения диссертации и результаты исследования доложены и обсуждены на XI Северо-Западном форуме детских анестезиологов-реаниматологов, Турнеровские чтения (Санкт-Петербург, 2022), научно-практической

конференции «Новые технологии в детской анестезиологии-реаниматологии и интенсивной терапии» (Ташкент, Узбекистан, 2022), V Юбилейном Конгрессе ОО «Казахское общество анестезиологов и реаниматологов» с международным участием (Алматы, Казахстан, 2022), VI съезде анестезиологов и реаниматологов Узбекистана (Самарканд, Узбекистан, 2023), международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в хирургии, анестезиологии и реаниматологии детского возраста» (Ташкент, Узбекистан, 2025), XX межрегиональной научно-практической конференции с международным участием, приуроченной к 90-летию Новосибирского государственного медицинского университета «Современные аспекты анестезиологии и интенсивной терапии» (Новосибирск, 2025), IX межрегиональной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти Михаила Александровича Чередниченко (Хабаровск, 2025), IV Российском съезде детских анестезиологов и реаниматологов IX Михельсоновских чтениях (Москва, 2025), Национальном конгрессе с международным участием «Здоровые дети – будущее страны» Редкие и сложные случаи в детской хирургии и анестезиологии-реаниматологии (Санкт-Петербург, 2025).

Апробация диссертации проведена на совместном заседании кафедры анестезиологии, реаниматологии и неотложной педиатрии факультета послевузовского и дополнительного профессионального образования и кафедры анестезиологии, реаниматологии и неотложной педиатрии им. проф. В.И. Гордеева ФГБОУ ВО СПбГПМУ МЗ РФ.

По теме диссертации опубликованы семь печатных работ, в том числе три в журналах, включенных в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Министерства науки и высшего образования Российской Федерации для публикации основных результатов диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, три публикации индексируются в реферативной базе данных Scopus.

ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИССЕРТАЦИИ

Диссертация изложена на 105 страницах и состоит из введения, обзора литературы, характеристик пациентов, методов исследования и описания методов оценки водных секторов организма и ультразвукового исследования желудка, обсуждения полученных результатов, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы, включающего 17 работ отечественных авторов и 109 зарубежных публикаций. Работа иллюстрирована 9 рисунками и 13 таблицами.

ЛИЧНЫЙ ВКЛАД АВТОРА В ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Автором выполнено планирование исследования, разработана его методика и дизайн, собран и обработан материал исследования.

Вклад автора в сбор материала и его обработку составил 100%.

Полученные данные полностью проанализированы и обобщены лично автором.

ГЛАВА 1

ПРЕДОПЕРАЦИОННОЕ ГОЛОДАНИЕ ПРИ АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКОМ
ОБЕСПЕЧЕНИИ ХИРУРГИЧЕСКИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ У ДЕТЕЙ*(обзор литературы)*

Отказ от пищи и воды перед операцией и анестезией является традиционной многолетней практикой в плановой хирургии, целью которой служит снижение риска аспирации желудочного содержимого путем минимизации остаточного объема желудка и исключения из него остатков твердой пищи. Все препараты, используемые для седации и анестезии, как у взрослых, так и у детей, угнетают защитные рефлексy дыхательных путей, поэтому риск попадания желудочного содержимого в легкие путем регургитации достаточно высок [Andersson H. et al., 2015; Beach M.L. et al., 2016; Tan Z. et al., 2016; Green S.M. et al., 2017; Beck C.E. et al., 2019]. К счастью, частота аспирационного синдрома во время анестезии у детей невелика и, по данным разных авторов, колеблется в диапазоне от 0,007 до 0,18 % [Хрыкholm P. et al., 2018]. Однако с целью обеспечения безопасности пациентов, голодание перед плановой операцией является обязательным компонентом подготовки к хирургическому вмешательству [Александрович Ю.С. и соавт., 2020].

1.1. ЭВОЛЮЦИЯ КОНЦЕПЦИИ ПРЕДОПЕРАЦИОННОГО ГОЛОДАНИЯ

В первом руководстве J. Robinson по анестезии, опубликованном в 1847 г, через год после демонстрации У. Мортоном эфирного наркоза, о голодании не упоминалась вообще. Но в этом же году J. Snow указывает, что полноценный приём пищи затрудняет ингаляцию эфира, при этом может возникнуть рвота. С целью её профилактики он предлагает употреблять лишь небольшое количество пищи за два-четыре часа до наркоза. J. Snow развивает идею отказа от еды в своей книге 1858 года о хлороформе, где он указывает

на опасность рвоты при полном желудке и считает лучшим временем для операции под хлороформом, примерно то, когда у пациента возникнет желание очередного приема пищи [Maltby J.R. et al., 2006].

В 1862 году в Эдинбурге было представлено сообщение о «новой причине смерти под хлороформом», где разбирался случай летального исхода у солдата с огнестрельным ранением бедра, у которого во время операции возникла рвота. Вскоре после этого он умер, а на аутопсии обнаружили, что трахея заполнена рвотными массами.

В 1883 году британский хирург Joseph Lister впервые опубликовал рекомендации по голоданию, в которых продемонстрировал различие между приёмом пищи и прозрачных жидкостей, подчеркнув, что, хотя употребления твёрдой пищи следует избегать, перед введением хлороформа будет очень полезно дать пациенту чашку чая или говяжьего бульона примерно за два часа до операции.

Первым, кто указал на то, что нет необходимости воздерживаться от приема пищи 12-18 часов, был J.T. Gwathmey, который уже в 1914 году, призывал отказываться от приёма пищи только за 2-3 часа до операции.

В отличие от других врачей, которые рекомендовали голодать с полуночи, он был единственным автором, упоминавшим о таком коротком периоде голодания до 1980-х годов, когда время голодания, рекомендованное им, было продемонстрировано в ряде клинических исследований.

Leigh M.D. и Belton M.K., авторы одного из первых учебников по детской анестезиологии, изданного в 1948 году, рекомендовали детям за 1 час до оперативного вмешательства воздерживаться от приёма прозрачных жидкостей [Leigh M.D., Belton M.K., 1948].

В 1970 году D.D. Cohen и G.B. Dillon рекомендовали амбулаторным пациентам: «Не есть и не пить ничего после полуночи в ночь перед операцией. Не пейте ничего утром, никакого кофе, ни фруктового сока, ни воды. Будьте особенно внимательны, если пациент - ребёнок. Крайне опасно проводить анестезию и операцию с полным желудком».

Подразумевалось, что любой объём пищи, полученной до операции, остаётся в желудке на неопределённое время. Заслуживает внимания, что в инструкциях для младенцев и детей указано, что твёрдую пищу или молоко не следует давать за шесть часов до операции, однако прозрачными подслащёнными жидкостями ребёнка можно поить за 2 часа до анестезии.

В 1960 годы ситуация в практической анестезиологии сложилась так, что существовавшие ранее указания на различие между жидкостями и твёрдой пищей были проигнорированы. Это было связано с тем, что в 1946 г. акушером из Нью-Йорка С.Л. Mendelson, были описаны 66 случаев аспирации желудочного содержимого во время общей анестезии. Он считал, что, поскольку опорожнение желудка во время родов задерживается, риск аспирации можно уменьшить путем поощрения принципа «ничего через рот», более широкого использования местной анестезии, опорожнения желудка и ошелачиванием его содержимого перед общей анестезией.

В 1951 году Н.Ж.В. Morton и W.D. Wylie обобщили основные положения, высказанные Ассоциацией анестезиологов Великобритании и Анестезиологов Великобритании и Ирландии за 1950-1951 гг. по результатам расследования 43 смертей, вызванных срыгиванием или рвотой. Большинство смертей произошло в случаях «полного желудка» или «высокого риска аспирации». По всей видимости, именно работы С.Л. Mendelson, а также Н.Ж.В. Morton и W.D. Wylie послужили основанием для введения ограничений по приему пищи и жидкости перед операцией.

Понимание о различиях твёрдой пищи и жидкостей было утрачено в 1960-х годах, когда в большинстве учреждений для пациентов, готовящихся к плановым операциям, был принят принцип «не есть с полуночи». Режим был простой в соблюдении, понятный пациентам, а в случае отмены операции не возникало проблем с тем, чтобы прооперировать другого пациента раньше, чем запланировано [Andersson H. et al., 2018].

В 1977 году J.B. Hester и M.L. Heath во время изучения влияния 0,3 М цитрата натрия на желудочное содержимое случайно обнаружили, что

голодание в течение более чем 4 часов не влияет на объем или pH желудочной жидкости при индукции анестезии. В 1983 г. Miller M. et al. продемонстрировали, что легкий завтрак за 4 часа до операции не оказывает существенного влияния на средний объем или pH по сравнению с ночным голоданием, хотя твердые частицы присутствовали у одного пациента. Если 4-часовое голодание было безопасным при приеме легкого завтрака, то вполне вероятно, что более короткий интервал будет безопасным и для прозрачной жидкости.

В 1987 году Канадское общество анестезиологов представило первые рекомендации по предоперационному голоданию [Dobson G. et al., 2019]. В последующие годы появились аналогичные протоколы европейского и американского обществ анестезиологов-реаниматологов, других стран мира.

1.2. ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛИТЕЛЬНОГО ОТКАЗА ОТ УПОТРЕБЛЕНИЯ ПИЩИ И ЖИДКОСТИ В ПРЕДОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ

К последствиям длительного предоперационного голодания, оказывающим негативное влияние на течение периоперационного периода, относятся чувства голода и жажды, беспокойство, головокружение, головная боль, послеоперационный делирий, тошнота и рвота после операции, гипогликемия, дегидратация, электролитный дисбаланс, а также инсулинорезистентность [Assen H.E. et al., 2021; Lee H. et al., 2023]. Вероятность развития гипогликемии и кетоза при голодании перед операцией у детей несколько выше, чем у взрослых, поскольку у них запасы гликогена в печени и мышцах относительно невелики, а механизмы регуляции углеводного обмена функционально незрелы, хотя в реальности она встречается относительно редко [Assen H.E. et al., 2021].

В условиях стресса, на фоне увеличения концентрации глюкагона в крови, активизируются процессы гликогенолиза, глюконеогенеза и β -окисления жирных кислот, что, чаще всего, приводит к увеличению концентрации глюкозы и кетоновых тел в крови [Mesbah A. et al., 2017].

У здоровых взрослых, подростков и детей старшего возраста кетоз обычно возникает примерно через 12–18 часов голодания. В указанных возрастных группах концентрация β -гидроксибутирата после 12-18-часового голодания составляет примерно 1 ммоль/л. Временной интервал короче 12–18 часов, а уровень β -гидроксибутирата выше у новорожденных и детей раннего возраста, поскольку запасы гликогена у них относительно невелики [Meoli M. et al., 2023].

Относительная инсулинорезистентность миоцитов и адипоцитов гарантирует, что ограниченные запасы глюкозы будут зарезервированы для мозга [Kyrou I. et al., 2009]. Голодание является наиболее признанной причиной эу- или гипогликемического кетоза и кетоацидоза [De Cosmi V. et al., 2017; Kolb H. et al., 2021].

Артериальная гипотензия и гипогликемия далеко не всегда возникают у детей, длительно не получающих пищу и жидкости, однако, вероятность развития кетоза при предоперационном голодании достаточно высока.

Vetter L. et al. (2024) обследовав 427 детей с длительностью анестезии менее часа и отказом от твёрдой пищи, молока и прозрачных жидкостей в течение $14,2 \pm 3,6$ часа, $7,2 \pm 3,5$ часа и $5,0 \pm 4,8$ часа соответственно, выявили гипогликемию (уровень глюкозы в крови менее 3,0 ммоль/л) только в 0,3% случаев. Артериальная гипотензия во время операции зарегистрирована только в 0,7% случаев, в то время как кетоз (кетоновые тела $\geq 0,6$ ммоль/л) в 21,9% случаев. Кетоз чаще всего возникал у детей раннего возраста ($p < 0,001$) и более длительным временем отказа от твёрдой пищи или молока ($p = 0,021$), но не прозрачных жидкостей ($p = 0,69$) [Vetter L. et al., 2024].

Увеличение продолжительности предоперационного голодания может стать фактором риска возникновения послеоперационного делирия у детей, подвергшихся различным процедурам, под общей анестезией [Khanna P. et al., 2018; Balkaya A.N. et al., 2022].

Связь между длительностью предоперационного голодания и артериальной гипотензией у детей раннего возраста при галотановой анестезии у детей была продемонстрирована Friesen R.H. et al. (2002). У детей первых шести месяцев жизни снижение систолического и среднего АД было более выраженным при длительности голодания 8–12 часов по сравнению с пациентами, которые не получали пищу в течение четырёх часов (САД 51 мм рт. ст. vs 31 мм рт. ст., СрАД 48 мм рт. ст. vs 32 мм рт. ст.; $p < 0,05$). У детей старшего возраста статистически значимых различий не было [Friesen R.H. et al., 2002].

Dennhardt N. et al. (2018), провели клиническое обсервационное когортное исследование 100 детей в возрасте 0-36 месяцев с целью оценки влияния оптимизированного протокола предоперационного голодания на показатели метаболизма, кислотно-основного состояния и среднего АД во время индукции анестезии у детей. В зависимости от длительности предоперационного голодания дети были разделены на II группы. В I группу вошли дети, у которых время отказа от твёрдой пищи составило 6 ч, 4 ч – для грудного молока и молочных смесей и 2 часа – для прозрачных жидкостей (яблочный сок или чай с сахаром) до индукции анестезии. Во второй группе эти рекомендации строго не выполнялись, при этом среднее время отказа от еды составило $6,0 \pm 1,9$ ч против $8,5 \pm 3,5$ ч ($p < 0,001$), дети этой группы чаще получали молоко после полуночи (92% против 78%) и чаще пили прозрачную жидкость за 2 часа до анестезии (68% против 22%). Содержание кетоновых тел и частота артериальной гипотензии в этой группе были статистически значимо ниже, а среднее АД после индукции – статистически значимо выше по сравнению с детьми первой группы. Концентрация глюкозы, лактата, бикарбоната, избыток оснований и анионный дефицит значимо не различались. Авторы делают вывод, что оптимизированное время предоперационного голодания улучшает показатели гемодинамики и метаболизма во время индукции анестезии у детей младше трёх лет [Dennhardt N. et al., 2016].

Simprao A.F. et al. (2020), с целью выявления связи между продолжительностью отказа от приёма прозрачных жидкостей и снижением АД после индукции анестезии провели ретроспективное когортное исследование 15543 детей без предварительного венозного доступа, которым были выполнены плановые операции. Об артериальной гипотензии говорили, если систолическое АД было ниже 2 стандартного отклонения от среднего значения (приблизительно 2,5-й перцентиль) для референтных значений в зависимости от пола и возраста. Параметры измерялись и оценивались на двух этапах: этап 1 – от поступления пациента в операционную до окончания индукции анестезии, этап 2 - время подготовки операционного поля, до разреза.

Длительность голодания от 4 до 8 ч и более 12 ч была связана с увеличением риска снижения систолического АД по сравнению с группой, у которой период голода не превышал 4 ч, тогда как увеличение шансов артериальной гипотензии при голодании в течение 8-12 ч было незначительным. Авторы делают вывод, что длительность голодания для прозрачных жидкостей у детей связана с повышенным риском снижения АД не сразу после индукции в анестезию, а непосредственно перед началом хирургического вмешательства, хотя эта связь не является линейной [Simprao A.F. et al., 2020].

В комментарии на представленную статью Vutskits L. и Davidson A. указывают, что одной из ценных находок авторов является отсутствие связи между артериальной гипотензией во время индукции анестезии и временем предоперационного голодания. Особого внимания заслуживает то, что артериальная гипотония выявлена во время подготовки операционного поля, при этом отмечено наличие связи с более длительным периодом голодания [Vutskits L. et al., 2020].

В доступной литературе нам удалось найти только одно исследование, оценивающее влияние длительности предоперационного голодания на развитие обезвоживания у детей. Himanshu K. et al., (2022) исследовали 100

детей до 14 лет перед плановой операцией, функциональное состояние которых соответствовало I и II классу по ASA. Для оценки степени гидратации матерей просили провести указательным пальцем по языку своего ребенка, который затем прижимался к фильтровальной бумаге. Оценку степени выраженности дегидратации проводили по балльной системе: 5 баллов – почти полный отпечаток пальца; 3 – половина отпечатка и 1 – без отпечатка. Предоперационное время отказа от твердой пищи находилось в диапазоне от 4 до 16 ч, среднее время составило $11,25 \pm 3,5$ ч. Продолжительность отказа от жидкости составляло от 2 до 16 ч, среднее значение составило $9,25 \pm 4,25$ ч. Инфузионная терапия никому не проводилась. На основании проведенного исследования клинические признаки обезвоживания в виде сухости языка были отмечены у 40% детей [Himanshu K. et al., 2022].

Одним из способов минимизации негативного влияния предоперационного голодания на организм ребенка является периоперационная инфузионная терапия. Основная цель инфузионной терапии заключается в поддержании нормального объема внеклеточной жидкости, нормального ОЦК, адекватной перфузии тканей, стабилизации метаболической функции, электролитного и кислотно-щелочного статусов [Sümpelmann R. et al., 2019].

При этом, рекомендации использовать периоперационную инфузионную терапию не являются обязательными для детей старше одного месяца с короткими периодами голодания, которым выполняются небольшие оперативные вмешательства или процедуры анестезией длительностью менее одного часа [Vetter L et al., 2024].

Имеются сведения, свидетельствующие о том, что сбалансированные кристаллоидные растворы более предпочтительны, так как снижают риск гипонатриемии и метаболического ацидоза. Кроме того, считается, что добавление 1-2,5% растворов глюкозы предотвращает развитие гипогликемии, кетоза, не вызывая гипергликемии [Lee H. et al., 2023].

Продемонстрированы преимущества применения сбалансированных инфузионных растворов в раннем послеоперационном периоде у детей по сравнению с изотоническим раствором натрия хлорида. Однако вопросы выбора раствора для инфузионной терапии в разные этапы периоперационного периода, особенно до операции остаются малоизученной темой и требуют дальнейших исследований [Лазарев В.В. и соавт., 2020].

1.3. СОВРЕМЕННЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРЕДОПЕРАЦИОННОМУ ГОЛОДАНИЮ

В 2009 году был опубликован первый Кокрейновский обзор, продемонстрировавший, что у детей, с отсутствием риска аспирации / регургитации, которым разрешалось пить жидкость в течение 120 минут до операции, не наблюдалось увеличения объема желудка или более низких значений рН желудка, чем у тех, кто голодал. Дети, которым разрешали пить жидкость, меньше испытывали жажду и голод, лучше себя вели и чувствовали себя более комфортно, чем те, кто голодал. Прозрачные жидкости перед операцией не приводили к клинически важным различиям в объеме желудка или рН у детей [Brady M. et al., 2009]. К сожалению, полученные результаты не явились причиной появления новых обоснованных рекомендаций по оптимизации предоперационного голодания в педиатрической анестезиологии до последних десятилетий.

В 2023 г. Американское общество анестезиологов опубликовало последние рекомендации по предоперационному голоданию для пациентов, нуждающихся в плановых хирургических вмешательствах, в которых существенное внимание уделяется приему прозрачных жидкостей на основе углеводов, с белком или без него, использованию жевательной резинки и продолжительности голоданий у детей. Рекомендуются минимальный период голодания в 2 часа для прозрачных жидкостей и 6 часов для твердой пищи. Кроме этого, они подтверждают предыдущее заявление ASA о том, что содержащие углеводы прозрачные жидкости (вода, черный кофе, черный чай

и сок без мякоти) можно безопасно пить за 2 часа до плановой операции. Что касается использования жевательной резинки, то отсутствие убедительных доказательств ее пользы не позволяет её рекомендовать всем пациентам, однако для личного комфорта у отдельных лиц её использование не стоит ограничивать [Joshi G.P. et al., 2023].

В современных рекомендациях Европейского общества анестезиологии и интенсивной терапии (2022) и Канадского общества детской анестезии (2023), время предоперационного голодания сокращено до 1 часа для прозрачной жидкости и 3 часов для грудного молока, чтобы уменьшить дискомфорт пациента [Frykholm P. et al., 2022; Gamble J. et al., 2023].

Существуют и более лояльные рекомендации. В частности, в отделении детской анестезиологии Университетской больницы Упсалы уже более двух десятилетий применяется режим голодания «6-4-0». При этом, дети, готовящиеся к плановым операциям, могут пить прозрачную жидкость до момента транспортировки в операционную. Если операция планируется во второй половине дня, разрешается лёгкий завтрак из йогурта или каши [Andersson H. et al., 2019].

Хотя минимальное время отказа от прозрачной жидкости в предоперационном периоде широко обсуждается, в первую очередь следует исходить из безопасности пациента [Kafrouni H. et al., 2018]. Эксперты ESPA в предоперационном периоде рекомендуют употреблять прозрачную жидкость в объёме ≤ 3 мл/кг на основании исследования, в котором было продемонстрировано, что остаточный объём желудка возвращается к исходному уровню через 1 час после приёма указанного объёма прозрачной жидкости с сахаром [Schmitz A. et al., 2011; Thomas M. et al., 2018].

Несмотря на то, что время отказа от твёрдой пищи перед операцией составляет всего лишь 6 часов, не всегда есть возможность покормить ребёнка в указанный период времени в связи с ночным сном. Более того, время голодания менее продолжительно, чем физиологический сон ребенка и до конца непонятно, что для него важнее – хороший сон или прием пищи в

неудобное время. Уменьшить время отказа от любой прозрачной жидкости гораздо проще, поэтому удивительно, почему до настоящего времени рекомендация по употреблению жидкости за 1-2 часа до операции не получила широкого распространения в клинической практике [Isserman R. et al., 2019].

Disma N. et al. (2021), в статье «Дебаты «за» и «против»: 1- или 2- часовое голодание для прозрачных жидкостей перед анестезией у детей» призывают к сокращению минимального времени голодания с 2 часов до 1 часа, что, по их мнению, может снизить частоту длительного голодания и принести значительную пользу детям без увеличения рисков [Disma N. et al., 2021].

Najian P. et al., (2020), исследовали 50 детей от 3 до 12 лет. Средний возраст составил $6,63 \pm 1,85$ г. Время последнего приема твердой и жидкой пищи фиксировали на основе опроса родителей. Первое исследование концентрации глюкозы в крови проводили в операционной, а второе – через 20 минут после индукции анестезии. Систолическое и среднее АД, а также частоту сердечных сокращений регистрировали перед индукцией анестезии и через 20 минут операции.

Продолжительность голодания при употреблении жидкости и твердой пищи составила $9,32 \pm 3,05$ часа и $13,44 \pm 3,0$ часа соответственно. Средний уровень глюкозы в крови через 20 минут после операции составил $5,61 \pm 5,1$ ммоль/л, что значительно превышало исходные показатели ($4,87 \pm 0,66$ ммоль/л) и явилось статистически значимым. Уровень глюкозы крови в зависимости от длительности отказа от твердой пищи и жидкости не имел значимых различий.

Никакой значимой корреляционной зависимости между уровнем глюкозы в крови на этапе индукции анестезии с весом и возрастом не было. Выявлена статистически значимая отрицательная корреляционная зависимость между продолжительностью голодания и систолическим АД. Авторы приходят к заключению, что длительное предоперационное

голодание не влияет на уровень глюкозы в крови, однако, возможно, оказывает влияние на систолическое АД [Hajian P. et al., 2020].

Rawlani S.S. et al., (2022), опросили 85 детей до 15 лет, нуждавшихся в плановых операциях и установили, что около 13% детей голодали более 12 часов, оставаясь без твёрдой пищи и 27% пациентов не получали ничего, включая и прозрачные жидкости, более восьми часов. Кроме этого, была создана специальная анкета, которая была распространена среди медсестер, врачей-резидентов и руководителей хирургических отделений, чтобы оценить их знания относительно последних рекомендаций по голоданию и их важности. Первичный аудит показал, что среднее время предоперационного голодания для твердой пищи составило 9,43 часа, а для воды – 6,64 часа соответственно.

Около 43,6% сотрудников считали, что режим «голодания с полуночи» является лучшим методом предотвращения аспирации желудочного содержимого. Неправильные указания врачей (47%) и палатных медицинских сестёр (38%) оказались основными причинами увеличения времени голодания. После мероприятий по распространению последних рекомендаций по предоперационному голоданию через 4 месяца было проведено повторное анкетирование, которое продемонстрировало, что среднее время отказа от твёрдой пищи уменьшилось до 7,7 часов, а от воды – до 2,6 часов [Rawlani S.S. et al., 2022].

Yimer A.H. et al. (2022), продемонстрировали, что 251 из 279 (89,96%) детей не соблюдали рекомендации по предоперационному голоданию. Среднее время отказа от прозрачных жидкостей составило $10 \pm 4,03$ (2–18 часов), от грудного молока – $7,18 \pm 2,26$ (3,5–12 часов), а от твёрдой пищи – $13,5 \pm 2,76$ (8–19 часов). Причины увеличения времени предоперационного голодания были связаны с неправильной организацией процесса (35,1%), увеличением времени операций у других пациентов (34,1%) и изменениями в очередности хирургических вмешательств – 20,9% [Yimer A.H. et al., 2022].

О наличии расхождений между реально существующей продолжительностью предоперационного голодания у детей в китайских педиатрических стационарах и имеющимися рекомендациями сообщают Zhang B. et al., (2025), которые констатируют, что реальная длительность голодания перед операцией существенно превышает рекомендуемую.

Schmidt A.R. et al., (2022) предприняли попытку оценить, действительно ли значительное употребление прозрачной жидкости до премедикации значительно сокращает фактическое время голодания, влияет на pH и остаточный объем желудка. Они обследовали 162 детей в возрасте от 1,1 до 16 лет с функциональным состоянием, соответствующим I или II классу по ASA, нуждающихся в плановых хирургических вмешательствах в условиях эндотрахеального наркоза; pH желудочного содержимого оценивали у 138 больных. Все дети были рандомизированы на две группы: I группа – приём прозрачной жидкости до премедикации (либеральная группа); II (стандартная) группа – полное голодание в течение двух часов. В I группе время голодания было значительно меньше: 48 [18,5–77,5] против 234 [223,5–458,5] минут; $p < 0,001$). Значимых различий в остаточном объёме и значениях pH желудка между группами не было. Однако значительно большее количество пациентов имели остаточный объем желудка более 1 мл/кг (30% против 13%; $p < 0,008$), 2 мл/ кг (15% vs 1%; $p < 0,001$) и 4 мл/кг (5% vs 0%; $p < 0,038$) в группе либерального голодания. Авторы приходят к выводу, что приём жидкости до премедикации позволяет значительно сократить время голодания, а относительно большой остаточный объем желудка чаще отмечается у пациентов, у которых время голодания составляет 30 минут или менее [Schmidt A.R. et al., 2018].

Aroonpruksakul N. et al., (2022), исследовали фактическую продолжительность предоперационного голодания у 309 детей 0–15 лет и её влияние на чувство голода и жажду. В зависимости от возраста все дети были разделены на три группы: I группа: 0-2 лет; II группа: 3-6 лет и III группа: 7 – 15 лет. При поступлении в операционную всех детей и родителей

спрашивали, когда в последний раз ребёнок ел пищу и/или пил прозрачную жидкость перед операцией. Дети 7–15 лет оценивали интенсивность голода и жажды по шкале от 0 до 10 баллов (0 – отсутствие голода или жажды, 10 – сильные голод или жажда). Родителей детей I группы попросили оценить интенсивность голода ребенка на основе его поведения. Кроме этого, регистрировали наличие инфузии растворов, содержащих декстрозу и время начала анестезии. В зависимости от объёма инфузии были выделены три категории пациентов: 1 – полное отсутствие, 2 – менее 10 мл/кг и 3 – более 10 мл/кг. Интенсивность голода и жажды были классифицированы как низкая (0–4) или высокая (5–10) баллов. О неприемлемо длительном времени голодания говорили, если оно превышало рекомендуемую продолжительность более чем в два раза, которое составило 12 часов для твёрдой пищи и 4 часа – для прозрачной жидкости.

Среднее время отказа от твёрдой пищи и прозрачной жидкости составило 11,1 часа и 10,0 часов соответственно. Высокий уровень интенсивности голода был отмечен у 76,4% участников. Общая оценка интенсивности голода и жажды составили 7 и 5 соответственно. Не выявлено значимой корреляции между временем отказа от твёрдой пищи и интенсивностью голода, а также между длительностью отказа от питья и оценкой жажды. У детей 0 до 2 лет оценки по интенсивности голода были более высокими по сравнению со старшими детьми. У подавляющего большинства детей, включённых в исследование (80–90%), высокие оценки не имели корреляционной зависимости с длительностью интервала от последнего приёма пищи до начала анестезии. Среди пациентов, получавших инфузию растворов глюкозы в объёме более 10 мл/кг, 85,7% сообщили о высокой интенсивности голода, при этом он был более выраженным по сравнению с детьми, у которых инфузия не проводилась. Это было справедливо и для чувства жажды. Это позволило сделать вывод о том, что инфузия растворов декстрозы не уменьшала предоперационный голод и жажду у детей [Aroonpruksakul N. et al., 2023].

Ricci Z. et al. (2024), провели ретроспективное одноцентровое исследование 1820 детей, прооперированных в детском стационаре III уровня с целью оценки соблюдения протокола предоперационного голодания (прозрачная жидкость за 1 час до индукции анестезии), выявления предикторов длительного времени предоперационного голодания, а также определения связи продолжительности предоперационного голодания с неблагоприятными исходами. Среднее время полного голодания составило 186 (110–345) мин. У 502 больных (27,6%) оно находилось в диапазоне от 60 до 119 мин, тогда как у 616 (34%) составило 120–240 мин. Причины увеличения времени голодания, в основном, были связаны с трудностями в общении или нежеланием пациентов. Значительная разница во времени голодания была значима между младенцами и детьми старше 10 лет (188, 105–290 против 198, 115–362; $p=0,02$). Время голодания было значительно меньше у детей, находившихся в стационаре и у первых пациентов, которым операции были выполнены в утренние часы. Время голодания было значительно дольше у пациентов с явлениями гиповолемии 373 (185–685) против 180 (110–330) минут ($p < 0,0001$). Более длительное время голодания, младший возраст и увеличение времени от последнего приёма пищи до начала операции были независимо ассоциированы с вероятностью развития осложнений. Среднее время голодания с использованием прозрачной жидкости было в три раза выше (180 минут), чем рекомендованное предоперационным протоколом, который соблюдался примерно у 1 из 4 пациентов (27,6%). Более длительное время отказа от еды и жидкости было связано с увеличением риска осложнений, которые могли быть обусловлены обезвоживанием и/или гиповолемией [Ricci Z. et al., 2024].

Внедрение комплекса мероприятий, направленных на сокращение времени предоперационного голодания, не всегда сопровождается положительным эффектом, о чем сообщают Ricci Z. et al., (2025). Они не обнаружили значимых различий между временем приема чистой жидкости в своем предыдущем исследовании (1820 пациентов, 185 (115–340) мин) и

временем – в настоящем (696 пациентов, 192 120–363) мин) ($p = 0,12$) [Ricci Z. et al., 2025].

Время предоперационного голодания можно сократить, если употреблять богатые углеводами напитки за два часа до хирургической процедуры. Использование такого подхода хорошо зарекомендовало себя у взрослых пациентов [de-Aguilar-Nascimento J.E. et al., 2017]. Имеются публикации, подтверждающие преимущества употребления богатых углеводами напитков до операции, что сопровождалось снижением концентрации инсулина и снижение резистентности к инсулину у детей [Gawecka A. et al., 2014].

Carvalho C. et al. (2020) исследовали 40 детей, которые случайным образом были разделены на группу полного голодания (полное голодание после 00:00 часов) и группу, получавшую углеводы (за два часа до операции им разрешалось употреблять напитки, содержащие углеводы). Забор образцов крови осуществляли до и после операции для оценки концентрации альбумина, интерлейкина-6, глюкозы, инсулина и С-реактивного белка. Инсулинорезистентность рассчитывали по индексу НОМА-IR. Время предоперационного голодания во второй группе было значительно меньше, чем в группе полного голодания (2,49 часа против 11,24 часа, $p < 0,001$). Концентрация С-реактивного белка до и после операции была значительно ниже в группе детей, получавших напитки за два часа до операции ($p=0,05$ и $p=0,02$ соответственно). Предоперационное отношение СРБ/альбумин во второй группе были ниже, чем в первой ($p = 0,03$). У четырёх пациентов (21%) первой группы перед операцией имела место гипергликемия, в то время как у детей второй группы она отсутствовала ($p = 0,04$). Обе группы имели одинаковые показатели концентрации альбумина, интерлейкина-6, инсулина и индекса НОМА. Осложнений не было. Авторы пришли к выводу, что сокращение времени предоперационного голодания путём употребления богатых углеводами напитков улучшает метаболический

статус у детей дошкольного возраста, нуждающихся в плановом грыжесечении [Carvalho C.A.L.V. et al., 2020].

Сокращение периода периоперационного голодания является важной составляющей концепции ERAS (Enhanced recovery after surgery strategy) – стратегии ускоренного восстановления после операции, целью которой является оптимизация периоперационного ведения с целью улучшения прогноза, сокращения периоперационного пребывания в больнице, а также уменьшения осложнений, повторных госпитализаций и общих затрат на лечение.

Ying Y. et al., (2024), исследовали 303 ребенка (151 в группе традиционной терапии и 152 в группе ERAS). В группе ERAS было более короткое время предоперационного голодания для твердой пищи [11,92 (4,00, 19,33) против 13,00 (6,00, 20,28) часов, $P < 0,001$], более короткое время предоперационного голодания для прозрачных жидкостей [3,00 (2,00, 7,50)) против 12,00 (3,00, 20,28) ч, $P < 0,001$], более высокий предоперационный уровень глюкозы в крови [5,6 (4,2, 8,2) против 5,1 (4,0, 7,4) ммоль/л, $P < 0,001$], меньшая частота жажды (74,5% против 15,3%, $P < 0,001$), более короткое время до послеоперационного кормления [1,17 (0,33, 6,83) против 6,00 (5,40, 9,20), $P < 0,001$] и более высокая степень удовлетворения [7 (0, 10) против 8 (5, 10)), $P < 0,001$]. Ни у одного ребенка не наблюдалось периоперационной аспирации. Частота голода, периоперационной рвоты и лихорадки существенно не различалась между двумя группами [Ying Y. et al., 2022].

В июле 2025 г. были представлены результаты проспективного мультицентрового когортного исследования, куда вошёл 31 центр, оказывающий анестезиологическую помощь детям в количестве более 1000 анестезий в год. Целью исследования было оценить частоту аспирации содержимого желудка в зависимости от длительности предоперационного голодания. Проведён анализ 306 900 анестезий у детей, выявлено что частота подтвержденной аспирации составила 1,18 : 10 000 в группе пациентов,

употреблявших прозрачную жидкость до поступления в операционную, 0,96 : 10 000 – с длительностью предоперационного голодания более одного часа и 1,83 : 10 000 – в контрольной группе. Летальных исходов не было. Статистически значимых различий между группами по частоте аспирации и эскалации мероприятий интенсивной терапии в послеоперационном периоде не выявлено. Авторы делают вывод, что сокращение длительности отказа от прозрачных жидкостей с двух до одного часа перед операцией у детей младше шестнадцати лет не сопровождается увеличением частоты аспирации желудочного содержимого в интраоперационном периоде и абсолютно безопасно (Frykholm P. et al., 2025; Disma N., Habre W., 2025).

1.4. АНАЛИЗ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ИМПЕДАНСА ДЛЯ ОЦЕНКИ ВОДНЫХ СЕКТОРОВ ОРГАНИЗМА В ДЕТСКОЙ АНЕСТЕЗИОЛОГИИ

Жидкостный баланс у ребенка, которому проводится хирургическое вмешательство, зависит от ряда факторов, основными из которых являются возрастные анатомо-физиологические особенности, тяжесть основного заболевания, объем хирургического вмешательства, а также объем и состав инфузионной терапии, проводимой в периоперационном периоде. Приоритетной задачей анестезиолога в данной ситуации является оценка жидкостного гомеостаза и своевременная и адекватная компенсация выявленных нарушений как основы поддержания функции сердечно-сосудистой системы, перфузии тканей, кислотно-щелочного состояния и водно-электролитного баланса в диапазоне физиологически приемлемых значений [Eaddy N. et al., 2023].

Баланс между поступлением и потерей воды организмом составляет основу водного баланса, независимо от возраста, однако существуют значимые различия по содержанию воды в организме между детьми и взрослыми. Чем меньше ребенок, тем выше у него содержание воды в организме относительно массы тела и тем больше возрастная потребность в жидкости [Александрович Ю.С., Пшениснов К.В. 2019].

Расчётная потребность в жидкости с учётом возраста ребёнка уменьшается со 160 мл/кг (1–3 месяца) до 100 мл/кг (10–12 месяцев), 65 мл/кг в 3 года до 40 мл/кг в 15 лет [Fusch C. et al., 1993].

Оценка баланса жидкости является обязательным компонентом мониторинга в педиатрической анестезиологии и реаниматологии, однако до настоящего времени продолжают споры относительно наиболее приемлемого и точного критерия диагностики состояния водного баланса. Чаще всего для оценки состояния объема жидкости используются разница в весе ребенка до и после операции, измерение суточного потребления и выделения жидкости, а также клиническая оценка отеков тела. При этом, клинические признаки являются поздним и не точным индикатором объема жидкости и ее распределения между компартментами [Bontant T. et al., 2015].

Bontant T. et al., (2015) исследовали кумулятивное соотношение потребления и выведения жидкости (ПВЖ) с поправкой на неощутимые потери жидкости (НППВЖ) у шестидесяти пациентов в возрасте 304 [39–1565] дней с массой тела при поступлении 9,2 [4,4–17,8] кг. Они выявили сильную корреляционную связь между ПВЖ/НППВЖ и динамикой массы тела (ДМТ): ($r(2) \text{ ПВЖ} = 0,63, p < 0,0001$ и $r(2) \text{ НППВЖ} = 0,72, p < 0,0001$ соответственно), соответствие между ПВЖ/НППВЖ и ДМТ составило более 300 мл ($-0,305 \pm 0,451, 0,382$ л и $-0,007 \pm 0,447, 0,302$ л соответственно). Выявленная авторами неудовлетворительная согласованность между ПВЖ/НППВЖ и динамикой массы тела в течение первых 24 часов после поступления в отделение интенсивной терапии не позволяет использовать этот метод оценки водного обмена в анестезиологии, где длительность оперативных вмешательств составляет всего несколько часов.

ОВО организма состоит из внеклеточной воды и внутриклеточной воды (ICW) и является суммой этих двух составляющих. Кроме того, ОВО тесно связана с безжировой массой тела (БЖМ). БЖМ у здоровых людей содержит в среднем 73,2% воды [Genton L. et al., 2002]. Клеточная масса тела состоит из внутриклеточной жидкости и белка [Николаев Д.В. и соавт., 2016].

По мнению Zhou S.G. et al., (2018) наиболее распространёнными методами измерения содержания воды в организме человека в настоящее время являются метод изотопного разбавления (ИР), биоимпедансный анализ (БИА), измерение толщины кожной складки и метод возмущений в резонаторной полости. Для оценки ОВО используется метод разведения дейтерия [Schloerb P. et al., 1950], для внеклеточной жидкости – бромида [Miller M. et al., 1989]. Объём внутриклеточного объёма жидкости измеряют с помощью радиоактивного изотопа калия [Pierson R.N. et al., 1982].

Основным ограничением для использования радиоизотопных методов оценки содержания воды в организме является их инвазивность (необходимость в заборах крови), высокая стоимость, потребность в наличии специального оборудования, невозможность повторения через короткие интервалы времени [Mattoo T.K. et al., 2020].

Биоимпедансный анализ основан на способности тканей проводить электрические импульсы, позволяет оценить состав тела (жировую, безжировую, клеточную и мышечную массу тела), а также общий, внеклеточный и внутриклеточные объёмы воды организма.

В нашей стране биоимпедансный анализ для оценки приживаемости трансплантата еще в 30 годах прошлого века применил Б.Н. Тарусов [Тарусов Б.Н., 1939].

Основываясь на работах Nyboer J. et al. (1951), которые ввели клиническое применение импеданса, Thomasset A. (1962) и Hoffer E.C. et al. (1969), впервые использовали измерения импеданса на нескольких частотах для описания доли внеклеточной воды в общем объёме тела [излагаю по Neumysfield S.B. (2025)]. Именно эти исследования в дальнейшем послужили основой для производства биоэлектрических импедансных сканеров.

Заслуга Thomasset A. (1962) состоит в том, что он был первым, кто предложил использовать две частоты: 1 и 100 кГц для измерения внеклеточной и общей воды организма соответственно.

Импеданс – частотно-зависимое сопротивление проводника потоку переменного электрического тока. Мерой импеданса является сумма активного (зависит от общего содержания воды в организме) и реактивного (отражает емкость клеточных мембран) сопротивлений, измеренных на определенной частоте.

На частотах, менее 5 кГц, электрический ток проходит преимущественно через внеклеточные жидкости, но начинает поступать и в ткани организма, преодолевая реактивное сопротивление, которое становится всё более высоким по мере увеличением частоты тока. Мера тока в данной ситуации, скорее всего, отражает общее содержания воды в организме. При частоте выше 100 кГц ток проходит во все проводящие ткани тела, содержащие воду, которая является проводником, преодолевая ёмкостные свойства тела и снижая реактивное сопротивление до нуля (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 1997).

Hoffer E.C. et al., (1969) исходя из того, что импеданс простых геометрических систем является функцией длины проводника, площади его поперечного сечения и частоты измерительного сигнала, предложил использовать импеданс для оценки общего содержания воды в организме. При постоянной частоте сигнала и характеристиках проводника импеданс представляет собой функцию длины и поперечного сечения проводника или его объема. Он оценил взаимосвязь между общим импедансом тела и общим содержанием воды в организме, используя методы разбавления трития.

В 1992 году был предложен более сложный метод – биоимпедансная спектроскопия: БИС [Matthie J.R. et al., 1992], который в отличие от одночастотного биоимпедансного анализа не требовал использования статистически выведенных, специфичных для данной популяции, прогностических уравнений. Отличительной особенностью БИС является возможность не только измерения ОВО, как при использовании БИА, но и в способности дифференцировать внеклеточную и внутриклеточную жидкость, оценивать клеточную массу тела [Earthman C. et al., 2007].

Биомпедансометрия позволяет также оценить фазовый угол (угол между векторами импеданса и активного сопротивления, который формируется при изменении частоты тока) и, по сути, является интегральным показателем, отражающим целостность клеточных мембран, статус гидратации и общую клеточную массу тела [Ермолаева К.Р., 2017; Oliveira L.D.A. et al., 2024].

Использование БИС для оценки баланса водных секторов у детей при рентгенохирургических вмешательствах, во время которых используется болюсное введение рентгеноконтрастных средств, оказывающих выраженное осмотическое действие и соответственно влияющих на перераспределение жидкости между водными секторами организма продемонстрировало высокую диагностическую эффективность [Лазарев В.В. и соавт., 2003].

Адлер А.В. и соавт. (2003) с помощью БИС проводили оценку баланса жидкости организма и гемодинамики при лапароскопических операциях у 67 детей в возрасте от 5 до 14 лет. Выявлено, что сегментарное перераспределение воды в организме, проявляющееся увеличением импеданса туловища в среднем на 7-8 % и снижением импедансов конечностей в среднем на 4-5 % обусловлено повышением внутрибрюшного давления при лапароскопических оперативных вмешательствах.

С помощью БИС исследовано 20 детей с челюстно-лицевой патологией в возрасте от 3 мес. до 14 лет, которым малотравматичные пластические хирургические вмешательства проводились под анестезией севофлураном и внутривенным болюсным введением фентанила. Было показано, что инфузия кристаллоидных растворов в объеме 11 мл/кг/ч существенно влияет на перераспределение воды и ее накопление в интерстиции или внутриклеточном пространстве по сегментам тела [Лазарев В.В. и соавт., 2010].

Dasgupta I. et al., (2018), валидизировали методику БИА путем определения соответствия между общим содержанием воды в организме (ОВО), измеренным с помощью БИА и золотым стандартом – методом

моделирования кинетики мочевины. Для оценки состояния водных секторов организма использовали Fresenius Medical Care Body Composition Monitor (BCM). ОВО_{D₂O} определяли по снижению концентрации дейтерия в серийных образцах мочи в течение 5 дней у здоровых детей. У 61 здорового ребенка (6-14 лет, 32 мальчика) средние значения ОВО_{БИА} и ОВО_{D₂O} составили $21,1 \pm 5,6$ и $20,5 \pm 5,8$ л соответственно, сопоставимость методов была высокой ($R^2 = 0,97$) [Dasgupta I. et al., 2018].

Исследование Dasgupta I. et al., (2018), вызвало неоднозначную реакцию, о чем свидетельствует письмо в редакцию журнала «Детская нефрология» [Milani G.P. S. et al., 2019]. Авторы этого письма считают, что в статье некорректно трактуются результаты, как регрессионного анализа, так и анализа соответствия двух методов измерения по Бланду-Альтману. В последнем указывается, что 95%-ные пределы согласованности между двумя методами находятся в диапазоне от $-2,0$ до $+3,2$ л. В результате у ребёнка с общим содержанием воды в организме 20 л измерения БИА могут варьироваться от 18,0 до 23,2 л. Исходя из этого, авторы предполагают, что БИА в настоящее время не следует применять для оценки состояния биологических жидкостей у детей и, что необходимо предпринять новые усилия для повышения точности измерений БИС у детей.

В ответной статье Dasgupta I. et al., (2019) сообщают, что в измерениях воды в организме, основанных на БИА всего тела, всегда будет присутствовать определенная степень неопределенности, поскольку модели, используемые для определения содержания жидкости в организме, основаны на ряде допущений, включая относительные пропорции конечностей и туловища. Однако простота, с которой можно использовать БИА у постели больного, означает, что его можно использовать для мониторинга изменений статуса жидкости в широкой клинической практике [Dasgupta I. et al., 2019].

То, что измерение ОВО организма различными радиоизотопными методами не всегда идеально согласуется между собой причем как у детей, так и у взрослых, подтверждено и другими авторами [Silva A.M. et al., 2008].

Способность БИА выявлять острые изменения общего содержания воды в организме, а также содержание внутриклеточных и внеклеточных компартментов была продемонстрирована у детей, перенесших хирургическое вмешательство с длительным периодом предоперационного голодания [Song I.K. et al., 2017]. Авторы исследовали 100 детей (в возрасте от 3 до 12 лет), которым предстояли плановые хирургические вмешательства. Средний период голодания перед операцией составил 13,3 ч (5,8–19,7 ч). Выявлена слабая положительная корреляция между объемом внутриклеточной жидкости и дефицитом жидкости в период голодания (коэффициент корреляции Пирсона = 0,254; $P = 0,010$). Более сильная положительная корреляция была выявлена между внеклеточной жидкостью и дефицитом жидкости в период голодания (коэффициент корреляции Пирсона = 0,359; $p < 0,001$). Не было никаких признаков обезвоживания и симптомов раздражительности.

Betti C. et al., (2024) использовали БИС для оценки общего объема жидкости, внутриклеточного и внеклеточного объемов до и после анестезии, с целью оптимизации интраоперационного введения жидкости у 100 детей и в возрасте 7,0 (4,8-11) лет. Общее содержание воды в организме периоперационно увеличивалось, дельта от пред- к послеоперационному периоду составила 182 (0-383) мл/м², также аналогично увеличивалось и содержание внеклеточной воды, дельта –169 (19-307) мл/м². При этом, содержание внутриклеточной воды существенно не менялось, а изменения общего содержания воды в организме и внеклеточной воды достоверно коррелировали с количеством вводимых жидкостей.

M. Tsukamoto et al. (2017) с помощью метода БИА исследовали 16 детей в возрасте от 2 до 12 лет (средний возраст $5,7 \pm 2,1$), с оценкой физического статуса по ASA-PS I, перенесших оперативные вмешательства в полости рта под общей анестезией. Время предоперационного голодания составляло более 6 часов. Авторы пришли к выводу, что, несмотря на инфузию в объеме $412,8 \pm 98,4$ (мл) у детей, развивалось обезвоживание, что

приводило к снижению объема внутриклеточной жидкости во время общей анестезии.

Таким образом, до настоящего времени не чётко определена роль биоэлектрического импеданса в оценке состояния пациентов в критическом состоянии. Существуют клинические состояния, при которых знание общего объёма воды организма (TBW) крайне полезно для персонализации терапии и оценке ее эффективности, но роль биоэлектрического импеданса в этой оценке ещё предстоит определить. Тем не менее, очевидно, что БИА может обеспечить более эффективный мониторинг состояния гидробаланса и водных секторов организма в детской анестезиологии.

1.5. УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ КАК МЕТОД ОЦЕНКИ РИСКА АСПИРАЦИИ СОДЕРЖИМОГО ЖЕЛУДКА ВО ВРЕМЯ АНЕСТЕЗИИ

Аспирация желудочного содержимого – серьезное осложнение, которое может возникнуть во время анестезии и седации, основным фактором риска возникновения которого является значительный остаточный объем желудка (ООЖ), особенно у пациентов с явлениями пареза ЖКТ, ожирением, диабетом или экстренными состояниями. При плановых хирургических вмешательствах частота аспирации желудочного содержимого составляет 0,02-0,1% [Habre W., et al., 2017].

Длительное голодание перед операцией также может стать причиной дискомфорта у ребёнка, основными проявлениями которого является жажда, беспокойство и чувство голода [Gul A., et al., 2018; Vorr C., et al., 2011].

Жажда отмечается у 88,5% детей, перенесших хирургические вмешательства, 48,7% испытывают её в предоперационном периоде, 39,7% – после операции [Riviera A., et al., 2022].

В относительно недавнем исследовании установлено, что питьё богатой углеводами прозрачной жидкости за один час до операции существенно снижает предоперационную тревожность у детей, не увеличивая при этом риск аспирации [Bozoglu A.B., et al., 2024].

Традиционные методы оценки ООЖ, такие как зондирование желудка, электроимпедансная томография, МРТ, радиоизотопное исследование, инвазивны и практически не используются в рутинной клинической практике, особенно в плановой хирургии, в то время как ультразвуковое исследование (УЗИ) желудка предотвращает стимуляцию рвотного рефлекса, исключает риск травматизации слизистой носоглотки и пищевода, снижает дискомфорт для пациента, что особенно важно у детей, страдающих коагулопатиями и варикозным расширением вен пищевода.

УЗИ позволяет оценивать ООЖ в динамике в режиме реального времени и устраняет необходимость детального уточнения времени последнего приема пищи, что послужило веским основанием для его внедрения в протоколы предоперационной подготовки.

Несмотря на то, что с 2011 года Американское общество анестезиологов уменьшило время отказа от прозрачных жидкостей у детей перед плановыми операциями с 6 до 2 часов, фактическое время отказа от твердой пищи и прозрачных жидкостей составляет 11,1 и 10 часов, соответственно, значительно превышая рекомендуемое [Aroonpruksakul N. et al., 2023; Joshi G.P., et al., 2023].

В настоящее время рекомендации по предоперационному голоданию у детей продолжают уточняться, однако, сохраняются разногласия относительно оптимального объема жидкости и времени ее приема до начала плановой анестезии.

Sander T. et al. (2023) всем детям, независимо от массы тела, разрешали принимать до 250 мл жидкости, Demirel A. et al. (2023) не устанавливали строгих ограничений по объему, но требовали обязательного голодания в течение четырех часов, тогда как Sarhan K.A. et al. (2023) давали пациентам жидкость в объеме 3 мл/кг за 1 и 2 часа до операции.

Schmitz A. et al. (2012) с помощью магнитно-резонансной томографии (МРТ) показали, что период полувыведения подслащенной прозрачной жидкости из желудка у детей был одинаковым после приема 3 и 7

мл/кг массы тела, однако остаточный объем содержимого желудка снизился до исходного уровня (0,45 (0,04–1,55) мл/кг) в течение 1 ч после приема 3 мл/кг, в то время как при приеме 7 мл/кг он снизился только до 1,33 (0,30–2,60) мл/кг.

Согласно консенсусному мнению, Ассоциации детских анестезиологов Великобритании и Ирландии, Европейского общества детской анестезиологии и Ассоциации детских анестезиологов-реаниматологов франкоговорящих стран, при отсутствии явных противопоказаний, всем детям разрешают пить прозрачные жидкости за 1 час до плановой общей анестезии в объеме 3 мл/кг [Thomas M. et al., 2018; Frykholm P. et al., 2022].

Известно, что среднее время эвакуации прозрачных жидкостей из желудка у детей (напр., воды, подслащённых напитков, чая или разбавленного фруктового сока), выпитых в объёме 5 мл/кг, составляет менее 1 часа [Beck C.E. et al., 2020].

Таким образом, оценка риска аспирации у детей с помощью ультразвукового исследования антрального отдела желудка, позволяет получить важную информацию о содержимом желудка (пустой или непустой) и его объеме (в мл/кг) [Spencer A.O. et al., 2015; Bouvet L. et al., 2018].

Demirel A. et al. (2023), оценили данные ультразвукового исследования желудка у 97 детей, среднее время голодания которых составили 4 часа (жидкость) и 9 часов (твёрдая пища). Твёрдое содержимое отсутствовало у всех детей. У пяти детей (5,2%) содержимое желудка визуализировалось как в положении лёжа на спине, так и на правом боку. Средний размер площади поперечного сечения антрального отдела желудка в положении на правом боку составлял 2,36 см², средний объем желудка – 0,46 мл/кг. Остаточный объём желудка более 1,25 мл/кг, ассоциированный с увеличением риска аспирации, был выявлен только у одного (1%) ребенка. Таким образом, частота возникновения проблемы «полного желудка» составила 1% (95%

доверительный интервал: 0,1-4,7%, что соответствует данным литературы [Demirel A. et al., 2023].

Существуют рекомендации, на основании которых остаточный объем желудка, оцененный с помощью ультразвукового исследования, менее 1,5 мл/кг (пустой желудок, прозрачная жидкость) позволяет классифицировать пациента в группу низкого риска, а при данном показателе, превышающем 1,5 мл/кг (признаки плотной пищи, твердые частицы) в группу высокого риска [Mecoli MD. et al., 2024].

РЕЗЮМЕ:

На основании представленных данных представляется целесообразным сделать следующие выводы:

1. Имеются лишь единичные работы, свидетельствующие о негативном влиянии предоперационного голодания на показатели гемодинамики в интраоперационном периоде у детей, перенесших плановые хирургические вмешательства.

2. Отсутствуют работы, оценивающие влияние длительности предоперационного голодания на содержание общей воды и водные сектора организма у детей.

3. Количество работ, целью которых является исследование основных биохимических констант гомеостаза в зависимости от типа раствора и объёма предоперационной инфузии крайне мало, они не однозначны.

4. Отсутствуют чёткие алгоритмы предоперационной подготовки в зависимости от длительности предоперационного отказа от жидкости и степени выраженности жажды.

ГЛАВА 2

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. ДИЗАЙН ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводилось на базе отделения анестезиологии, реанимации и интенсивной терапии ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России и Национального детского медицинского центра (Ташкент, Узбекистан), одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (протокол заседания №1/7 от 11 января 2021 г.) и Национального детского медицинского центра Республики Узбекистан (протокол от 02.06.2024 №2).

Дизайн: Проспективное одноцентровое рандомизированное исследование.

Критерии включения: а) 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 не включения: отказ пациента, экстренная операция, состояния, препятствовавшие проведению точных измерений (ампутация конечности, металлические протезы сердца или суставов, кардиостимуляторы или стенты).

Критерии исключения: отказ пациента, экстренная операция, нарушение протокола исследования.

Всего обследовано 178 пациентов, всеми родителями и законными представителями детей подписано информированное добровольное согласие на участие в исследовании.

Пациентам выполнялись плановые оперативные вмешательства урологического, нейрохирургического, сосудистого, общехирургического и

ортопедического профиля в условиях комбинированной, сочетанной, регионарной и тотальной внутривенной анестезии по общепринятым методикам.

Работа выполнена в три этапа (рисунок 1).

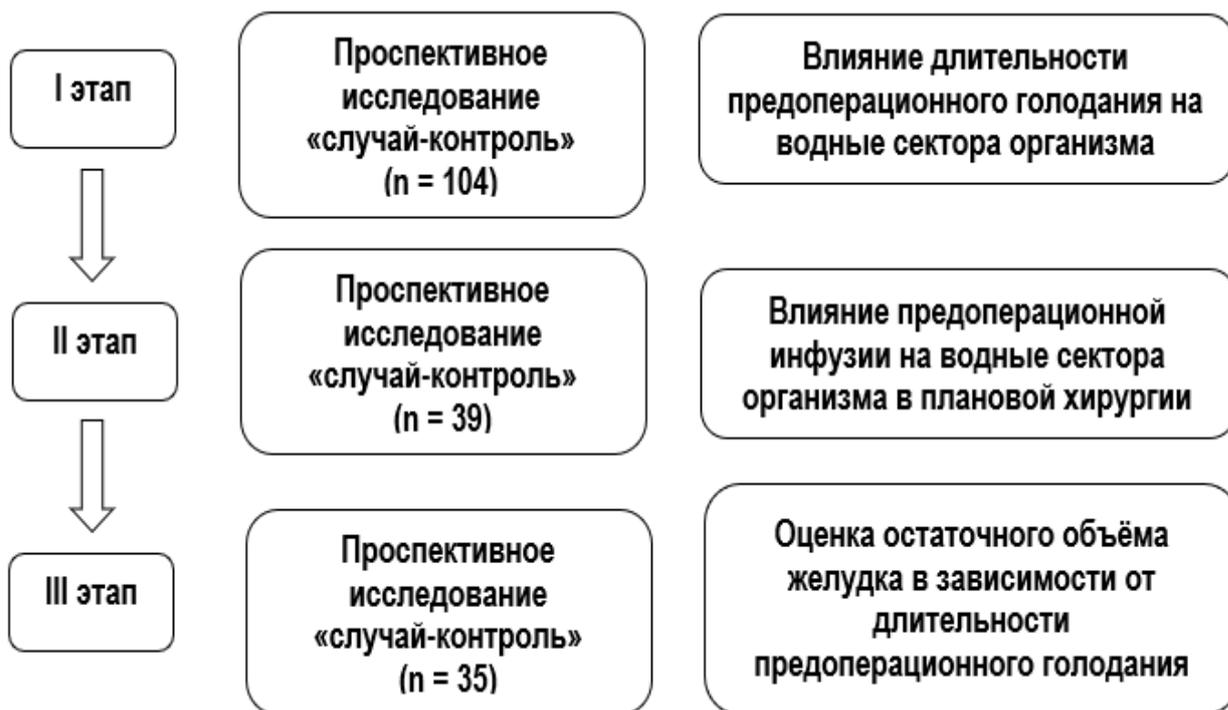


Рисунок 1 – Этапы исследования

2.2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЦИЕНТОВ

С целью оценки влияния длительности предоперационного голодания на водные сектора организма (I этап) обследовано 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.

В каждой группе с учётом длительности предоперационного отказа от пищи и жидкости были выделены две подгруппы: 1 подгруппа – время голодания менее 12 часов; 2 подгруппа – отказ от пищи и жидкости более 12 часов. Среднее время отказа от твёрдой пищи и жидкости составило $13,3 \pm 2,7$ часа. Общая характеристика пациентов представлена в таблице 1.

В исследование вошли пациенты, перенесшие ангиохирургические, урологические, нейрохирургические, ортопедические операции и хирургические вмешательства на органах ЖКТ (рисунок 2) с использованием различных методов анестезии (рисунок 3).

Таблица 1 – Характеристика пациентов, включённых в исследование

Характеристики	I группа	II группа	III группа	p
Возраст, г	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	60,0 [60,0; 100,0]	110,0 [65,0; 167,5]	115,0 [85,0; 165,0]	0,051
Длительность анестезии	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
Количество пациентов с длительностью предоперационного голодания < 12 ч, n (%)	9 (69,2)	10 (35,7)	28 (44,4)	0,542
Количество пациентов с длительностью предоперационного голодания > 12 ч, n (%)	4 (30,8)	18 (64,3)	35 (55,6)	0,348
Объём интраоперационной инфузионной терапии, мл/кг/час	8,2 [7,0; 10,0]	7,6 [5,2; 8,7]	5,6 [3,5; 7,3]	0,0003
Объём кровопотери, мл	10,0 [5,0; 30,0]	17,5 [5,0; 26,5]	20,0 [15,0; 35,0]	0,413
Объём кровопотери, %ОЦК	0,8 [0,4; 1,8]	0,7 [0,3; 1,3]	0,5 [0,3; 0,9]	0,078

Примечание: статистическая значимость различия медиан между группами оценивалась с помощью непараметрического критерия Краскела-Уоллиса.

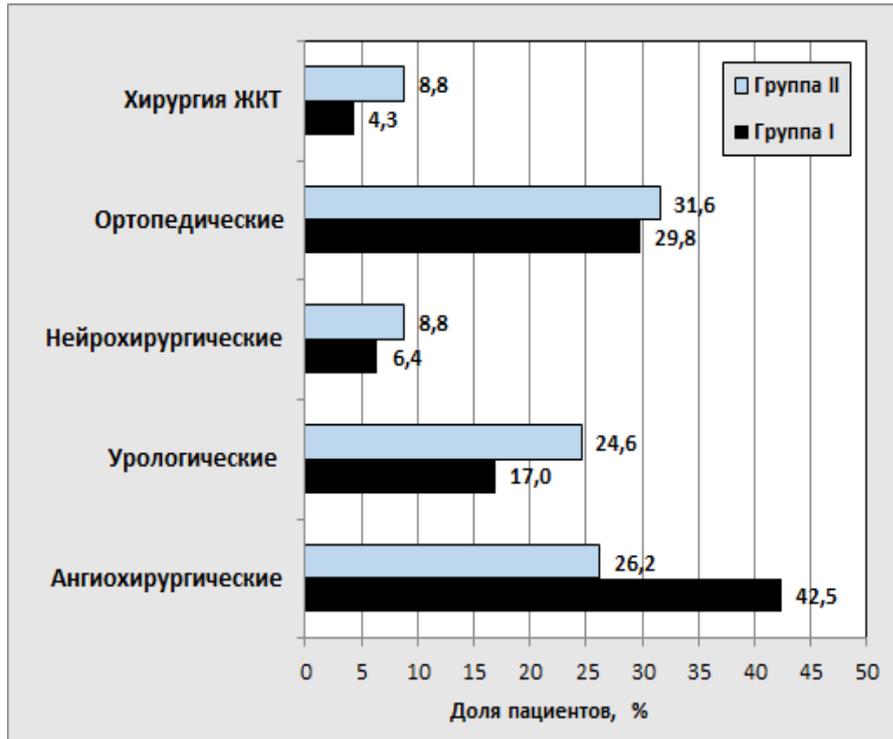


Рисунок 2 – Характеристика хирургических вмешательств на I этапе исследования

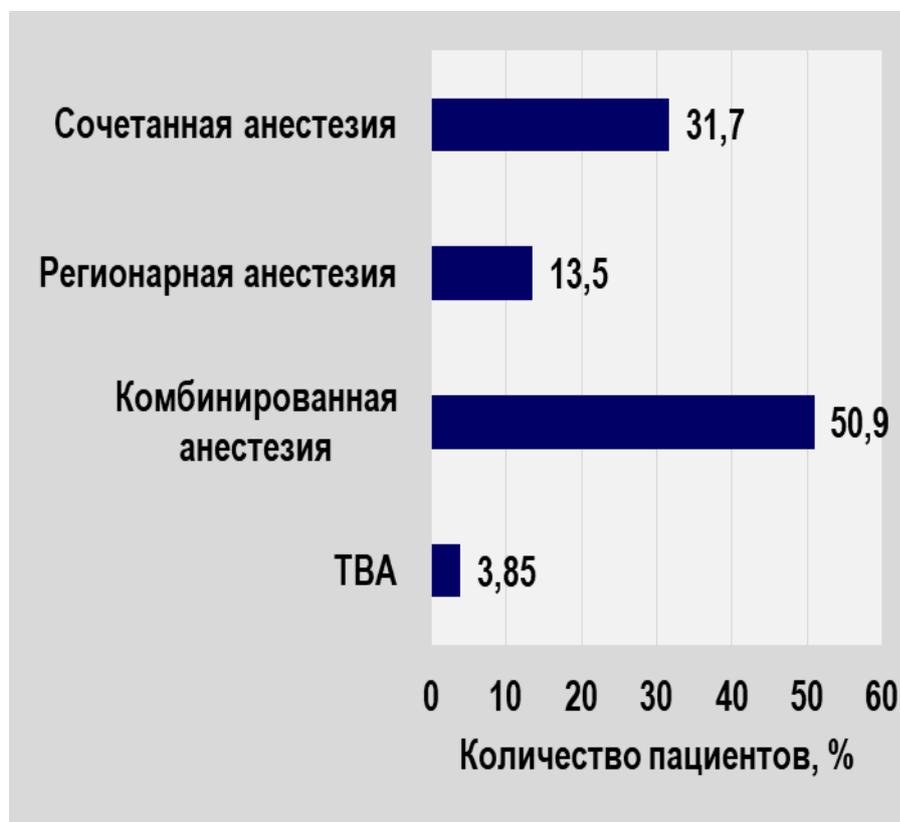


Рисунок 3 – Характеристика анестезии

На втором этапе для оценки эффектов предоперационной инфузии на водный обмен обследовано 39 детей в возрасте от 3 до 18 лет. Все пациенты были разделены на 2 группы в зависимости от раствора для инфузии. В группу 1 были включены дети, которым предоперационную инфузию проводили раствором, содержащим натрия, калия и кальция хлорид (раствор Рингера), объем составил 5 мл/кг.

Пациентам 2 группы предоперационную инфузию выполняли полиионным раствором, в состав которого входили калия хлорид, кальция хлорид, магния хлорид, натрия хлорид, натрия ацетат, декстроза и яблочная кислота («Стерофундин Г5»), который также вводили в объёме 5 мл/кг. Средний возраст детей, включенных в 1 группу, составил $13,9 \pm 1,9$, во 2 - $15,0 \pm 1,5$ лет. В таблице 2 представлены характеристики исследуемых детей.

Таблица 2 – Характеристика пациентов, исследуемых групп

Характеристики	Группа I (n = 17)	Группа II (n = 22)	P
Возраст, лет	14,0 [13,0 – 16,0]	15,0 [14,0 – 16,0]	0,103
Вес, кг	58,0 [45,0 – 62,0]	51,0 [43,0 – 59,0]	0,542
Рост, см	167,0 [157,0 – 175,0]	166,0 [161,0 – 175,0]	0,876
Тощая масса тела, кг	42,2 [33,4 – 47,6]	38,7 [31,7 – 42,8]	0,436
Индекс массы тела, кг/м ²	19,1 [17,6 – 23,6]	19,3 [17,1 – 20,6]	0,66
Оценка по шкале ASA	2,0 [2,0 – 2,0]	2,0 [2,0 – 2,0]	0,263
Средняя длительность предоперационного голодания, ч	12 [11,0 – 12,0]	12 [11,0 – 12,0]	0,245
Количество пациентов с длительностью предоперационного голодания < 12 ч, n (%)	8 (47,1)	7 (31,8)	0,723
Количество пациентов с длительностью предоперационного голодания > 12 ч, n (%)	9 (52,9)	15 (68,2)	0,846
Длительность операции, мин	75,0 [55,0 – 90,0]	92,5 [60,0 – 115,0]	0,223
Длительность анестезии, мин	110 [90,0 – 190,0]	135 [90,0 – 185,0]	0,379
Объём кровопотери, мл	20 [5,0 – 30,0]	16 [10,0 – 20,0]	0,49

Статистически значимых различий между группами выявлено не было, группы были сопоставимы по возрасту, антропометрическим данным, исходному функциональному состоянию. По длительности оперативного вмешательства статистически значимой разницы также не выявлено.

С целью оценки остаточного объёма желудка в зависимости от длительности предоперационного голодания обследовано 35 детей в возрасте от 6 до 17 лет, нуждавшихся в плановых операциях, три пациента были исключены из исследования в связи с нарушением протокола.

В исследование вошли пациенты, перенесшие плановые оториноларингологические ($n = 28$) и урологические ($n = 7$) операции в условиях общей ингаляционной и внутривенной анестезии по общепринятым методикам.

Дети, вошедшие в исследование, были случайным образом распределены в основную (I) и контрольную (II) группы, последовательность рандомизации осуществлялась методом конвертов. В I группу вошло 18 детей, которые за 12 часов до операции не получали никакой пищи и жидкости через рот. Пациентам II группы (17 детей) за 2 часа до операции давали выпить воду в объеме 4 мл/кг.

В таблицах 3 и 4 представлена характеристика пациентов, результаты клинического и биохимического анализов крови до операции.

Таблица 3 – Характеристика пациентов

Характеристики	I группа ($n = 18$)	II группа ($n = 17$)	P
Возраст, лет	10 (8 – 13)	12 (8; 13)	0,568
Вес, кг	33,2 (25,3 – 49,0)	36,0 (33,0 – 58,0)	0,273
Рост, см	140,0 (124,0 – 145,0)	145,0 (140,0 – 155,0)	0,143
Индекс массы тела	17,6 (16,3 – 19,3)	16,9 (15,5 – 22,8)	0,987
Оценка по шкале ASA	2,0 (2,0 – 2,0)	2,0 (2,0 – 2,0)	0,873
ЧСС до операции, ударов/минуту	85,0 (76,0 – 87,0)	80 (73,0 – 85,75)	0,04
Систолическое АД до операции, мм рт. ст.	107,5 (100,0 – 110,0)	110,0 (100,0 – 115,0)	0,858
Диастолическое АД до операции, мм рт. ст.	60,0 (60,0 – 60,0)	60,0 (58,0 – 65,0)	0,318
Длительность операции, мин	60,0 (55,0 – 65,0)	55,0 (48,5 – 59,5)	0,044
Длительность анестезии, мин	85,0 (72,0 – 90,0)	78,5 (72,3 – 85,8)	0,172

Таблица 4 – Показатели клинического и биохимического анализов крови

Характеристики	I группа (n = 18)	II группа (n = 17)	P
Гемоглобин, г/л	131,0 (121,0 – 136,0)	127,0 (120,0 – 131,0)	0,351
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	4,45 (4,10 – 4,60)	4,50 (4,20 – 4,90)	0,568
Лейкоциты, $\times 10^9/л$	7,50 (5,40 – 8,40)	8,10 (6,90 – 8,90)	0,219
Гематокрит, л/л	38,0 (37,0 – 40,0)	37,0 (36,0 – 38,0)	0,273
Лимфоциты, абс. число	2,36 (1,93 – 3,30)	2,20 (1,90 – 2,64)	0,351
Тромбоциты, $\times 10^9/л$	305,0 (266,0 – 360,0)	310,0 (270,0 – 360,0)	0,935
Глюкоза, ммоль/л	4,5 (4,2 – 4,6)	4,1 (3,9 – 4,5)	0,014
Общий билирубин, ммоль/л	6,20 (4,50 – 11,0)	8,10 (5,70 – 9,20)	0,568
Общий белок, г/л	70,0 (68,0 – 73,0)	71,0 (70,0 – 74,0)	0,195
Аланинаминотрансфераза, ЕД/л	11,4 (10,3 – 15,8)	10,6 (10,1 – 12,0)	0,405
Аспартатаминотрансфераза, ЕД/л	18,30 (16,0 – 21,10)	16,80 (14,60 – 19,41)	0,405
Кальций, ммоль/л	1,15 (1,09 – 1,21)	1,10 (1,00 – 1,14)	0,083
Калий, ммоль/л	4,10 (3,90 – 4,30)	4,10 (3,80 – 4,20)	0,483
Натрий, ммоль/л	138,5 (137,0 – 140,0)	140,0 (138,0 – 141,0)	0,072
Хлор, ммоль/л	104,0 (103,0 – 106,0)	103,0 (102,0 – 104,0)	0,072

Сравнительный анализ клинико-антропометрических показателей продемонстрировал однородность исследуемых групп по возрасту, массе тела, росту, индексу массы тела и оценке физического статуса по ASA ($p > 0,05$). Перед операцией в I группе наблюдалась более высокая ЧСС по сравнению со второй группой ($p = 0,040$), что, вероятнее всего, обусловлено возрастом пациентов. Значимых межгрупповых различий по уровням САД и ДАД выявлено не было ($p > 0,05$). Достоверное сокращение длительности операции ($p = 0,044$) зафиксировано у детей, получающих до операции прозрачную жидкость. Длительность анестезии в этой группе также была меньше, хотя это различие не достигло статистической значимости ($p = 0,172$).

2.3. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Анестезиологическое обеспечение включало в себя комбинированную, сочетанную, регионарную и тотальную внутривенную анестезию.

В качестве ингаляционного анестетика использовали севофлуран.

При проведении тотальной внутривенной анестезии использовали фентанил, пропофол и рокурония бромид.

Интубацию трахеи и инвазивную искусственную вентиляцию лёгких на первом этапе исследования во время операции применяли у 70 (67,3%), а ларингеальную маску – у 15 (14,5) детей.

В качестве местного анестетика при выполнении периферических блокад применяли 0,25% раствор ропивакаина, при проведении спинальной анестезии – 0,5% раствор бупивакаина.

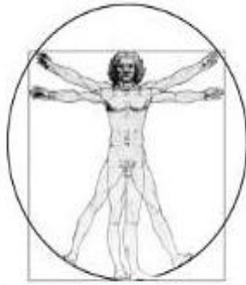
2.3.1. ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ЖИДКОСТИ В ВОДНЫХ СЕКТОРАХ ОРГАНИЗМА

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) – рисунок 4.

На первом этапе исследования показатели водного обмена регистрировались за 30 минут до поступления в операционную, через 30 минут и 24 часа после операции. На втором этапе содержание воды в различных водных секторах организма оценивали за 90 минут до операции, сразу после окончания инфузии (за 30 мин до поступления в операционную) через 30 мин и 24 часа после операции.

Электроды подключали к биоимпедансному анализатору, согласно требованиям производителя. Результаты представлены в виде абсолютных (кг) и относительных значений (% от массы тела) с округлением до одного знака после запятой.

При определении 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.



НТЦ "Медасс"



Оценка состава тела (биоимпедансный анализ)

Пациент: .

Базовые данные		Прибор N 2310	Rs1_50 = 370.0	Rs2_50 = 321.5 (Ом)	
Дата обследования	21.12.2021 8:17:09	Сопрот. (акт. на 5 и 50 кГц, реакт. на 50 кГц), Ом	1.1E3 / 921 / 174		
Возраст, лет / Пол	7 Ж	Фазовый угол (50 кГц), град.	10.7		
Рост, см / Вес, кг	111 / 18.0	Клеточная жидкость / Минеральная масса тела, кг	4.3 / 1.10		
Окр. талии / Окр. бедер, см	56 / 64	Основной обмен, ккал/сут.	930		
Состав тела					
Индекс массы тела	14.6	14.0	17.4	27 93%	
Жировая масса (кг), нормированная по росту	4.0	1.5	4.2	47 141%	
Тощая масса (кг)	14.0	14.5	19.3	3 83%	
Активная клеточная масса (кг)	9.9	7.1	12.4	40 103%	
Доля активной клеточной массы (%)	71.2	50.0	56.0	99.9 134%	
Скелетно-мышечная масса (кг)	4.9	4.1	7.1	28 87%	
Доля скелетно-мышечной массы (%)	34.8	24.4	33.1	93 121%	
Удельный основной обмен (ккал/кв.м/сут.)	1347.8	993.1	1221.1	97 122%	
Общая жидкость (кг)	10.0	3.4	9.8	2 152%	
Внеклеточная жидкость (кг)	5.7	5.8	6.8	1 90%	
Соотношение талия / бедра	0.88	0.80	0.90	68 103%	
Классификация по проценту жировой массы (ожирение)	22.4	8.7	15.0	21.3	27.6
	Истощение	Фитнес-стандарт	Норма	Избыточный вес	Ожирение

Рисунок 4 – Показатели водных секторов организма

2.3.2. ОЦЕНКА ОСТАТОЧНОГО ОБЪЁМА ЖЕЛУДКА

Ультразвуковое исследование проводили аппаратом GE Healthcare Logiq F8 (США) с конвексным датчиком 4 МГц. Сначала сканирование проводили в положении лежа на спине, а затем на правом боку. Оценивали ультразвуковое изображение антрального отдела желудка в эпигастральной области в сагиттальной или парасагиттальной плоскостях между левой долей печени и поджелудочной железой, на уровне аорты или нижней полой вены (рисунок 5). Датчик устанавливали перпендикулярно к длинной оси антрального отдела, чтобы получить истинное поперечное сечение, которое было корректно визуализировано у всех пациентов, включенных в исследование. Площадь поперечного сечения антрального отдела желудка измеряли традиционным методом двух диаметров: продольного (D_1) и переднезаднего (D_2) размеров одного отдела желудка. Измеряли два ортогональных диаметра антрального отдела и рассчитывали площадь поперечного сечения, исходя из того, что антральный отдел имеет идеальную эллиптическую форму (рисунок 5).

Измерения проводили со стороны передней брюшной стенки, все изображения получены между перистальтическими сокращениями. Рассчитывали среднее значение из трех измерений.

Площадь антрального отдела желудка (A) рассчитывали по формуле:

$$A \text{ (см}^2\text{)} = (\pi \times D_{1cp} \times D_{2cp})/4,$$

где D_1 и D_2 – переднезадний и краниокаудальный диаметры поперечного сечения соответственно [Bouvet L. et al., 2009].

Данный метод измерения площади антрального отдела желудка характеризуется высокой внутри- и межэкспертной надёжностью [Kruisselbrink R. et al., 2009].

Объем желудка оценивали с помощью математической формулы, специально разработанной для педиатрической популяции [Spencer A.O. et al., 2014]:

$$\text{ООЖ в мл/кг} = -7,8 + (3,5 \text{ CSA (см}^2\text{)}) + 0,127 \times \text{возраст (мес)}$$

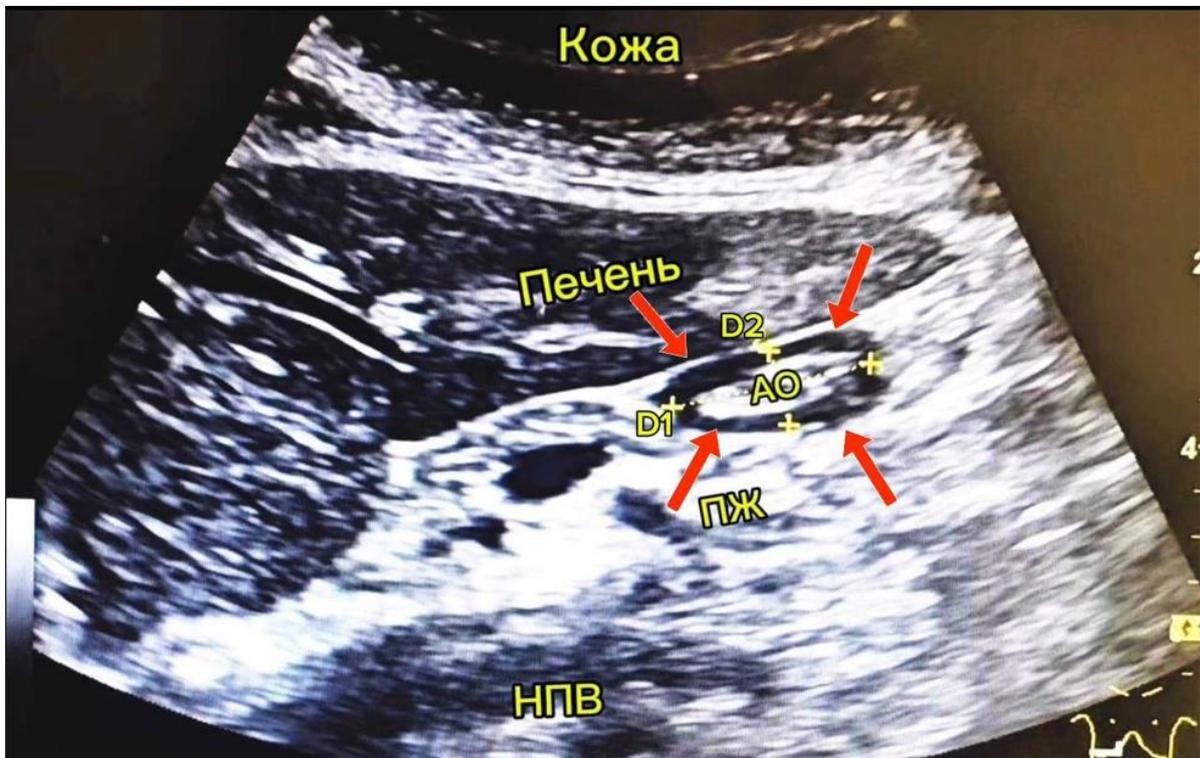


Рисунок 5 – Визуализация антрального отдела желудка

D_1 – переднезадний диаметр поперечного сечения антрального отдела желудка; D_2 – краниокаудальный диаметр поперечного сечения антрального отдела желудка; АО – аорта; ПЖ – поджелудочная железа; НПВ – нижняя полая вена.

На основании сонографического изображения антрального отдела желудка выделяли три качественных характеристики объема желудочного содержимого по шкале от 0 до 2 баллов: 0 баллов – содержимое не визуализируется, как в положении лежа на спине, так и на правом боку; 1 балл – желудочное содержимое визуализируется только в положении на правом боку; 2 балла – желудочное содержимое визуализируется в обоих положениях или в нём присутствуют взвешенные частицы [Perlas A. et al., 2011; Лахин Р.Е. и соавт., 2025].

Пациента относили к группе высокого риска при наличии оценки в два балла и/или при расчетном объеме желудочного содержимого более 1,25 мл/кг [Cook-Sather S.D. et al., 2023].

Для оценки выраженности жажды использовали визуальную аналоговую шкалу (ВАШ), длина которой составляла 10 см, оценку проводили по горизонтальной линии, путем выбора цифры, с которой ребенок ассоциирует жажду. Исходя из отмеченного на линейке значения, выделяли три уровня жажды: 0-3 – лёгкая; 4-6 баллов - умеренная; 7-10 баллов – сильная жажда [Can S. et al., 2023]. Дети оценивали интенсивность жажды непосредственно перед введением в анестезию.

2.4. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ

Статистический анализ данных включал методы описательной статистики, в частности, расчет медиан и интерквартильных размахов, средних значений и сигмального отклонения для всех числовых показателей, а также абсолютные и относительные частоты для переменных бинарного типа. Оценка значимости различия выборочных распределений с нормальным законом проводилась с помощью критериев Шапиро-Уилка и Колмогорова-Смирнова. Оба критерия не отметили значимых отклонений выборочных распределений от нормального, но в связи с малыми объемами групповых выборок для сравнительного анализа использовались непараметрические критерии, результаты представлены в виде медианы, нижнего и верхнего квартилей, среднего значения и сигмального отклонений.

Количественные переменные представлены в виде медианы (Me) и интерквартильного размаха [Q1; Q3]. Для межгруппового сравнения применяли U-критерий Манна–Уитни.

Статистическая значимость различия между медианами показателей трех возрастных групп проверялась с помощью критерия Краскела-Уоллиса. Для сравнения медиан между тремя этапами исследования использовался

критерий Фридмана с последующим попарным сравнением с помощью теста Вилкоксона для зависимых выборок.

Статистическая значимость различия частот между группами оценивалась с помощью критерия χ^2 .

Корреляционный анализ связи между объемами водных секторов и показателями центральной гемодинамики проводился 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 менее 0,05.

Все расчетные процедуры проводили средствами программных пакетов Statistica for Windows v.12 (StatSoft, США) и SPSS Statistics v.27.0.1.0., а также с использованием специализированных библиотек программной среды R. Графическое сопровождение результатов оформлялось написанием скриптов в среде R, а также средствами Excel.

ГЛАВА 3

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1. ВЛИЯНИЕ ПРЕДОПЕРАЦИОННОГО ГОЛОДАНИЯ НА ВОДНЫЕ СЕКТОРА ОРГАНИЗМА В ПЕРИОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ У ДЕТЕЙ

Перед хирургическим вмешательством у детей I-II групп различия медиан показателей водного обмена в зависимости от длительности предоперационного голодания, как в абсолютных величинах, так и в процентах от массы тела, не достигли статистической значимости (таблица 5, б), однако у детей старше 12 лет при отказе от пищи и жидкости более 12 часов отмечалось значимое снижение объёма жидкости во всех водных секторах, выраженной в процентах от массы (таблица 5).

На втором и третьем этапе исследования отмечалось увеличение объёма общей воды организма, при этом в ряде случаев выявленные изменения были статистически значимыми, хотя достоверная зависимость между временем отказа от твёрдой пищи и жидкости в предоперационном периоде у детей первых двух групп отсутствовала. Аналогичные изменения были характерны для объёмов 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 твёрдой 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 (таблица 7). 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.

Таблица 5 – Распределение жидкости по водным секторам организма (%) в зависимости от длительности предоперационного голодания

Водный сектор	Этап исследования	I группа			II группа			III группа		
		Отказ от пищи < 12 ч	Отказ от пищи ≥ 12 ч	<i>P</i>	Отказ от пищи < 12 ч	Отказ от пищи ≥ 12 ч	<i>P</i>	Отказ от пищи < 12 ч	Отказ от пищи ≥ 12 ч	<i>P</i>
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	58,3 [53,9 – 60,9]	52,4 [48,2 – 58,0]	0,003
	II этап	63,0 [61,7 – 64,5]	61,8 ^a [58,2 – 64,9]	0,59	55,9 [52,2 – 63,8]	59,8 ^a [52,7 – 61,4]	0,79	58,7 [53,0 – 61,7]	53,9 ^a [49,2 – 59,6]	0,02
	III этап	61,0 [60,6 – 65,5]	61,6 [58,7 – 64,4]	0,82	56,4 [51,6 – 60,0]	56,9 ^c [50,7 – 60,6]	0,83	60,7 [54,2 – 62,9] ^{b, c}	54,7 ^c [49,5 – 58,8]	0,007
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	24,5 [22,9 – 26,2]	22,8 [21,2 – 24,9]	0,006
	II этап	34,5 [32,8; 35,6]	32,2 ^a [31,1 – 34,4]	0,39	27,9 [26,6 – 30,6]	29,0 [25,5 – 30,9] ^a	0,98	24,9 [23,3 – 25,9]	23,3 ^a [21,3 – 25,6]	0,04
	III этап	35 [32,4; 35,5]	32,7 [31,4 – 34,1]	0,49	28,6 [26,1 – 30,7]	28,6 ^c [24,8 – 30,0]	0,94	25,4 [23,5 – 27,1] ^{b, c}	23,7 ^c [21,2 – 25,2]	0,01
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	33,2 [30,7 – 36,7]	29,5 [26,8 – 33,5]	0,002
	II этап	29,0 [26,1 – 30,5]	30,0 ^a [26,4 – 31,4]	0,59	26,5 [25,3 – 32,7]	29,2 ^a [27,2 – 30,7]	0,75	33,0 [30,0 – 36,3]	29,3 ^b [27,9 – 34,4]	0,02
	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] ^c	0,83	34,6 [30,8 – 36,9] ^{b, c}	30,4 [27,8 – 33,8]	0,007

Примечание: ^a – статистически значимые различия медианы между I и II этапами;

^b – статистически значимые различия медианы между II и III этапами;

^c – статистически значимые различия медианы между I и III этапами

Таблица 6 – Распределение жидкости по водным секторам организма (кг) в зависимости от длительности предоперационного голодания

Водный сектор	Этап исследования	I группа			II группа			III группа		
		Отказ от пищи < 12 ч	Отказ от пищи ≥ 12 ч	P*	Отказ от пищи < 12 ч	Отказ от пищи ≥ 12 ч	P*	Отказ от пищи < 12 ч	Отказ от пищи ≥ 12 ч	P*
Общая вода организма, кг	I этап	12,4 (10,7 – 13,4)	13,8 (10,5 – 14,2)	0,86	16,9 (15,2 – 21,5)	18,6 (16,8 – 22,3)	0,42	33,4 (30,6 – 39,2)	31,2 (26,3 – 35,1)	0,14
	II этап	12,9 ^a (11,1 – 13,6)	14,2 (11,0 – 14,5)	0,60	18,3 (16,0 – 22,4)	20,2 ^a (17,0 – 22,7)	0,49	33,3 (30,2 – 38,3)	32,0 ^a (28,3 – 37,3)	0,36
	III этап	13,1 (10,9 – 13,4)	14,1 (11,2 – 14,4)	0,48	17,6 (16,0 – 22,4)	19,9 ^a (17,2 – 22,6)	0,64	33,6 (31,4 – 39,3)	32,2 ^a (28,4 – 37,2)	0,23
Внеклеточная жидкость, кг	I этап	6,8 (6,2 – 7,2)	7,2 (6,1 – 7,5)	1,00	8,6 (7,9 – 9,9)	9,3 (8,5 – 10,6)	0,36	14,3 (13,2 – 16,3)	13,4 (11,6 – 14,9)	0,15
	II этап	7,0 ^a (6,4 – 7,3)	7,5 (6,3 – 7,7)	0,60	8,9 (8,3 – 10,4)	9,8 ^a (8,7 – 10,9)	0,38	14,2 (3,3 – 16,1)	13,6 ^a (12,5 – 15,6)	0,36
	III этап	7,1 (6,3 – 7,2)	7,5 (6,5 – 7,6)	0,48	8,9 (8,3 – 10,4)	9,8 ^a (8,5 – 10,7)	0,47	14,4 (13,4 – 16,1)	13,7 ^a (12,4 – 15,5)	0,25
Внутриклеточная жидкость, кг	I этап	5,6 (4,5 – 6,1)	6,5 (4,5 – 6,6)	0,60	8,2 (7,4 – 11,6)	9,3 (8,5 – 11,5)	0,44	19,1 (17,3 – 22,9)	17,6 (14,9 – 20,4)	0,16
	II этап	5,8 (4,7 – 6,2)	6,7 (4,7 – 6,9)	0,48	9,3 (7,7 – 12,0)	10,4 (8,6 – 12,2)	0,59	19,1 (17,0 – 22,2)	18,1 (15,9 – 21,8)	0,35
	III этап	6,0 (4,6 – 6,2)	6,6 (4,7 – 6,9)	0,48	8,9 (7,8 – 12,0)	10,1 (8,6 – 11,7)	0,56	19,2 (17,9 – 22,6)	18,2 ^a (15,9 – 21,6)	0,22

Примечание: ^a – статистически значимые различия медианы по сравнению с I этапом

Таблица 7 – Влияние предоперационного голодания на частоту сердечных сокращений и артериальное давление

Показатель / Группа	I группа			II группа			III группа		
	Отказ от пищи < 12 ч	Отказ от пищи ≥ 12 ч	<i>P</i>	Отказ от пищи < 12 ч	Отказ от пищи ≥ 12 ч	<i>p</i>	Отказ от пищи < 12 ч	Отказ от пищи ≥ 12 ч	<i>P</i>
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	78,0 [70,0 – 86,5]	76,0 [70,0 – 82,0]	0,52
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	73,0 [65,5 – 79,0]	74,0 [65,0 – 80,0]	0,91
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	77,5 [72,0 – 85,0] ^b	78,0 [74,0 – 83,0] ^b	0,94
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	115,0 [110,0 – 120,0]	110,0 [100,0 – 120,0]	0,04
Систолическое АД (II)	95,0 [90,0 – 100,0]	93,0 [90,0 – 98,0]	1,0	98,0 [85,0 – 102,0] ^a	100,0 [90,0 – 105,0] ^a	0,63	100,0 [95,0 – 110,0] ^a	100,0 [95,0 – 110,0] ^a	0,54
Систолическое АД (III)	100,0 [111,0 – 107,0] ^b	96,0 [91,0 – 103,5]	0,28	100,0 [100,0 – 110,0] ^c	105,0 [95,0 – 110,0] ^b	0,74	110,0 [101,5 – 115,0] ^{b,c}	108,0 [100,0 – 110,0] ^b	0,21
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	70,0 [61,0 – 73,5]	68,0 [60,0 – 70,0]	0,76
Диастолическое АД (II)	56,0 [55,0 – 60] ^a	49,0 [36,0 – 58,5]	0,32	50,0 [44,0 – 60,0] ^a	55,0 [50,0 – 64,0] ^a	0,36	56,5 [49,0 – 65,0] ^a	60,0 [60,0 – 65,0] ^a	0,13
Диастолическое АД (III)	60,0 [60,0 – 65,0]	53,0 [42,0 – 60,0] ^c	0,11	60,0 [55,0 – 60,0]	60,0 [50,0 – 64,0] ^b	0,98	60,0 [60,0 – 68,0] ^{b,c}	64,0 [60,0 – 66,0] ^{b,c}	0,32
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	83,3 [80,0 – 86,7]	82,36 [76,0 – 86,3]	0,24
Среднее АД (II)	70,0 [68,3 – 71,7] ^a	63,7 [55,0 – 70,7]	0,25	66,3 [60,3 – 73,0] ^a	70,8 [63,3,3 – 75,0] ^a	0,43	73,3 [63,3 – 79,7] ^a	73,3 [70,0 – 78,3] ^a	0,45
Среднее АД (III)	73,3 [73,3 – 83,3] ^b	67,0 [58,3 – 74,2] ^c	0,25	73,3 [70,0 – 74,0]	74,2 [68,3 – 78,7] ^b	0,79	76,7 [73,7 – 83,3] ^{b,c}	78,0 [73,3 – 81,7] ^{b,c}	0,94

^a – статистически значимое различие средних значений между этапами *a* и *b*;

^b – статистически значимое различие средних значений между этапами *b* и *c*;

^c – статистически значимое различие средних значений между этапами *a* и *c*.

У детей старше 12 лет при отказе от твёрдой 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 (таблица 5, рисунок 6).

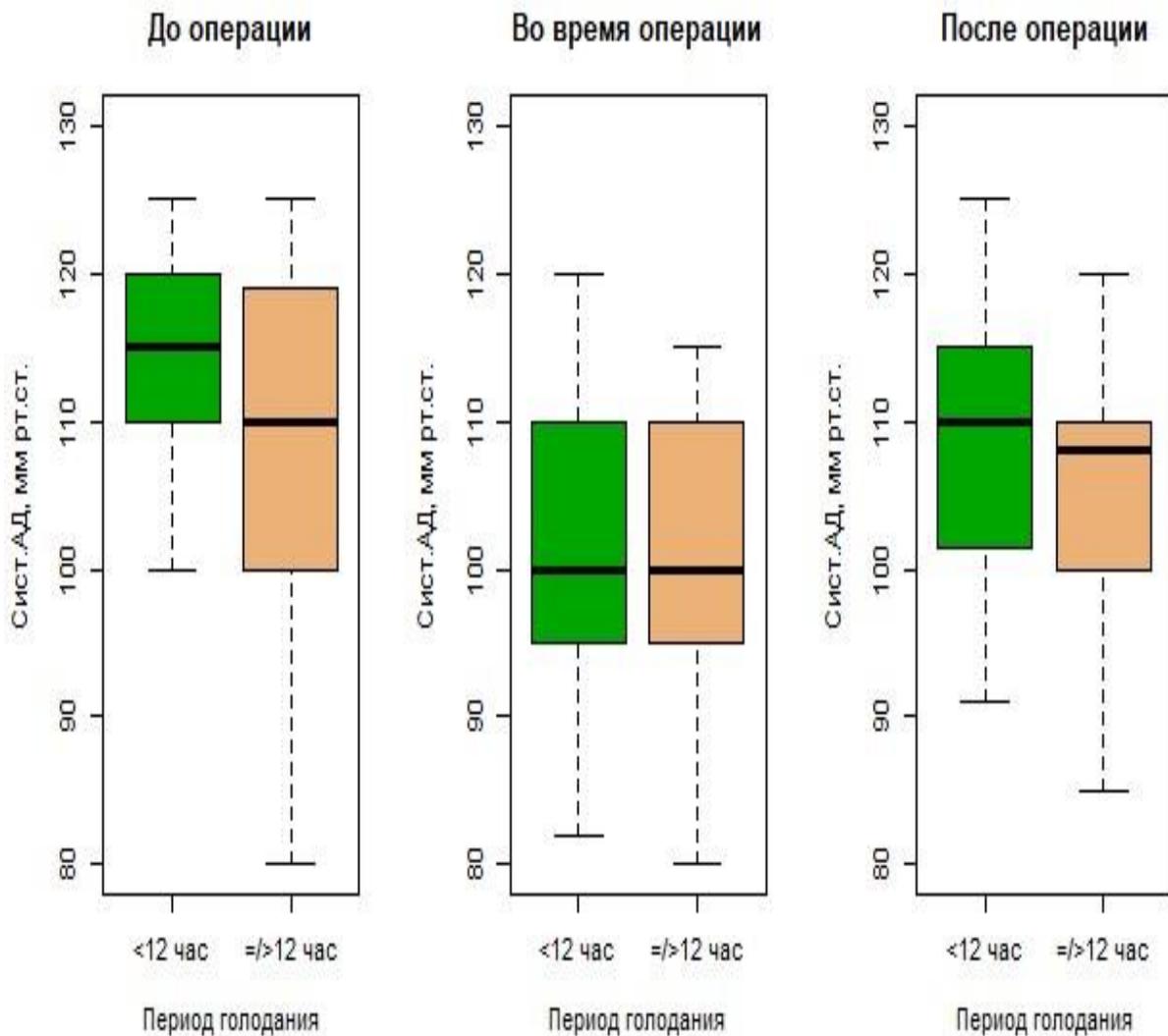


Рисунок 6 – Показатели систолического артериального давления у детей старше 12 лет в зависимости от длительности предоперационного голодания.

У детей I и II групп выявлены статистически значимые корреляционные зависимости между показателями сердечно-сосудистой системы и водного обмена (таблица 8), в то время как у пациентов старше 12 лет они отсутствовали.

Таблица 8 – Корреляционные зависимости между показателями сердечно-сосудистой системы и водного обмена в периоперационном периоде

I группа		
Показатели	R	P
ЧСС и объём общей воды организма до операции	- 0,64	< 0,005
ЧСС и объём экстрацеллюлярной жидкости до операции	- 0,64	< 0,005
ЧСС и объём интрацеллюлярной жидкости до операции	-0,65	< 0,005
ЧСС и объём общей воды организма после операции	- 0,64	< 0,005
ЧСС и объём экстрацеллюлярной жидкости после операции	- 0,69	< 0,005
ЧСС и объём интрацеллюлярной жидкости после операции	- 0,62	< 0,005
Диастолическое АД и объём общей воды организма во время операции	- 0,57	< 0,005
Диастолическое АД и объём экстрацеллюлярной жидкости во время операции	- 0,55	< 0,005
Диастолическое АД и объём интрацеллюлярной жидкости во время операции	-0,58	< 0,005
II группа		
Систолическое АД и объём общей воды организма до операции	0,41	< 0,005
Систолическое АД и объём экстрацеллюлярной жидкости до операции	0,38	< 0,005
Систолическое АД и объём интрацеллюлярной жидкости до операции	0,43	< 0,005
Диастолическое АД и объём общей воды организма до операции	0,44	< 0,005
Диастолическое АД и объём экстрацеллюлярной жидкости до операции	0,45	< 0,005
Диастолическое АД и объём интрацеллюлярной жидкости до операции	0,44	< 0,005
Среднее АД и объём общей воды организма до операции	0,5	< 0,005
Среднее АД и объём экстрацеллюлярной жидкости до операции	0,49	< 0,005
Среднее АД и объём интрацеллюлярной жидкости до операции	0,5	< 0,005

На рисунке 7 представлены результаты корреляционного анализа между объемами водных секторов и диастолическим АД во время операции у детей 3-7 лет.

РЕЗЮМЕ

1. Длительность предоперационного отказа от твёрдой 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 объёма 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 двенадцати лет.

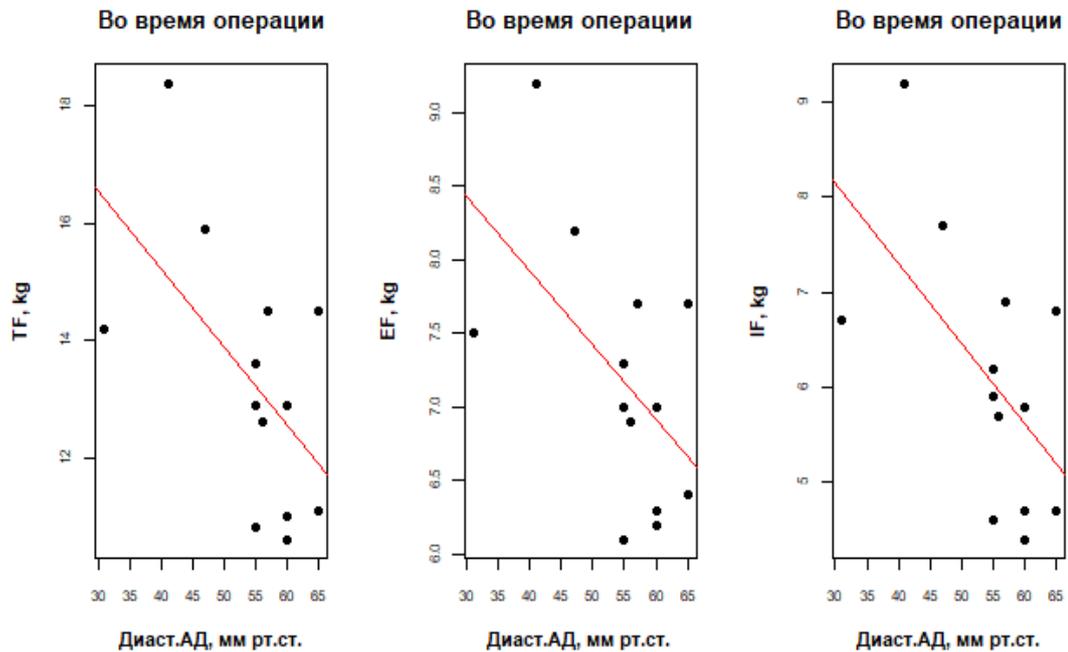


Рисунок 7 – Диаграммы рассеяния, отражающие обратную взаимосвязь между объемами водных секторов и диастолическим АД во время операции у детей 3-7 лет

3.2. ВЛИЯНИЕ ПРЕДОПЕРАЦИОННОЙ ИНФУЗИИ НА ВОДНЫЕ СЕКТОРА ОРГАНИЗМА

В таблице 9 представлены показатели сердечно-сосудистой системы и метаболического статуса в зависимости от используемого раствора в предоперационном периоде.

Статистически значимые различия между группами были выявлены по уровню ЧСС, диастолического и среднего АД на I и II этапах исследования и глюкозы – на IV этапе исследования.

Таблица 9 – Влияние предоперационной инфузии на показатели сердечно-сосудистой системы и гомеостаза

Показатель	Этап	I группа	II группа	P
ЧСС	I этап	90,8 ± 6,0 ^b	82,7 ± 4,0 ^b	0,0002
	II этап	88,6 ± 8,3 ^d	79,9 ± 6,3 ^d	0,001
	III этап	78,0 ± 8,7	72,8 ± 9,0	0,080
	IV этап	83,9 ± 9,8	78,3 ± 8,3	0,064
P		0,002	<0,0001	–
Систолическое АД	I этап	107,2 ± 6,7 ^b	109,6 ± 4,9 ^b	0,213
	II этап	110,9 ± 6,9 ^d	114,5 ± 6,1 ^{d,e}	0,093
	III этап	97,9 ± 9,4 ^f	94,1 ± 9,0 ^f	0,212
	IV этап	109,9 ± 6,2	108,0 ± 6,3	0,428
P		<0,0001	<0,0001	---
Диастолическое АД	I этап	60,3 ± 2,4	62,7 ± 4,0 ^{a,b}	0,040
	II этап	63,5 ± 6,8 ^d	69,5 ± 8,5 ^{d,e}	0,024
	III этап	55,1 ± 9,1 ^f	54,4 ± 7,9 ^f	0,804
	IV этап	62,8 ± 6,7	64,8 ± 4,6	0,272
P		0,002	<0,0001	---
Среднее АД	I этап	76,0 ± 3,1 ^{b,c}	78,3 ± 3,4 ^{a,b}	0,032
	II этап	79,3 ± 5,8 ^d	84,5 ± 7,3 ^{d,e}	0,022
	III этап	69,4 ± 8,5 ^f	67,7 ± 7,6 ^f	0,515
	IV этап	78,4 ± 5,1	79,2 ± 4,4	0,599
P		<0,0001	<0,0001	---
Натрий	I этап	141,2 ± 2,1	140,7 ± 2,0	0,448
	IV этап	139,8 ± 1,5	139,2 ± 3,0	0,475
P		0,035	0,094	---
Калий	I этап	4,46 ± 0,55	4,32 ± 0,57	0,440
	IV этап	4,22 ± 0,64	4,29 ± 0,57	0,647
P		0,112	0,823	---
Кальций	I этап	2,41 ± 0,38	2,34 ± 0,42	0,588
	IV этап	2,22 ± 0,38	2,04 ± 0,73	0,379
P		0,080	0,170	---
Хлор	I этап	104,5 ± 1,8	104,0 ± 1,7	0,402
	IV этап	105,3 ± 2,1	105,0 ± 2,1	0,721
P		0,297	0,029	
Глюкоза	I этап	5,09 ± 0,40	5,38 ± 0,69	0,134
	IV этап	5,60 ± 1,12	6,87 ± 2,20	0,044
P		0,132	0,009	
Общий белок	I этап	76,2 ± 6,5	73,6 ± 5,0	0,171
	IV этап	68,9 ± 6,7	64,4 ± 6,6	0,051
P		0,0006	0,0002	
Альбумин	IV этап	40,8 [38,0; 43,0]	38,9 [34,0; 40,0]	0,114
Мочевина	IV этап	3,15 [3,40; 4,75]	3,7 [3,10; 4,50]	0,244

Различие средних статистически значимо: a – между этапами I – II; b – между этапами I – III; c – между этапами I – IV; d – между этапами II – III; e – между этапами II – IV; f – между этапами III – IV.

При внутригрупповом анализе показателей выявлены статистически значимые различия по всем параметрам на всех этапах исследования, за исключением уровней натрия во второй группе, хлора и глюкозы – в первой группе. Статистически значимых различий в показателях систолического АД между группами на всех этапах выявлено не было. На I и II этапах исследования была выявлена статистически значимая разница между группами в уровнях диастолического и среднего артериального давления. На II и III этапах статистически значимых отличий между группами выявлено не было, однако, у детей II группы обращают на себя внимание более низкие показатели на III этапе с увеличением к последнему (IV) этапу исследования. Внутригрупповые различия всех показателей (ЧСС, систолическое, диастолическое и среднее АД) были значимыми в обеих группах.

Из лабораторных показателей статистически значимая разница была выявлена только в уровне глюкозы на IV этапе. У детей II группы она была несколько выше референсных значений. В группе детей, у которых использовали раствор Рингера, уровень гликемии был более стабильным, а увеличение концентрации глюкозы до верхней границы нормы в первые сутки после операции можно объяснить операционным стрессом [2].

Таблица 10 – Влияние предоперационной инфузии на показатели водных секторов с учётом длительности голодания перед операцией

Водный сектор	Этап исследования	I группа (отказ от пищи <12 ч) N = 15	II группа (отказ от пищи ≥12 ч) N = 24	P
Общая вода организма, кг	I этап	33,1 [27,4 – 36,1]	26,8 [23,2 – 31,1]	0,03
	II этап	33,3 [27,7 – 36,5]	27,2 [23,9 – 31,2]	0,03
	III этап	33,4 [28,5 – 36,5]	28,0 [23,8 – 32,7]	0,03
	IV этап	33,0 [27,8 – 36,0]	27,1 [23,7 – 31,6]	0,07
Внеклеточная жидкость, кг	I этап	14,1 [12,0 – 15,1]	11,9 [10,6 – 13,3]	0,03
	II этап	14,1 [12,2 – 15,2]	12,0 [10,8 – 13,4]	0,03
	III этап	14,1 [12,5 – 15,3]	12,4 [10,9 – 14,0]	0,05
	IV этап	14,1 [12,2 – 15,2]	12,1 [10,9 – 13,5]	0,08
Внутри- клеточная жидкость, кг	I этап	19,0 [15,4 – 21,0]	15,0 [12,7 – 17,6]	0,03
	II этап	19,3 [15,5 – 21,3]	15,2 [13,1 – 17,9]	0,03
	III этап	19,3 [16,0 – 21,3]	15,6 [13,0 – 18,5]	0,03
	IV этап	18,9 [15,6 – 21,0]	15,1 [12,9 – 18,5]	0,07

В таблице 10 представлено распределение жидкости по водным секторам организма в зависимости от длительности предоперационного голодания, независимо от характеристик раствора. Длительный отказ от приема жидкости (более 12 часов) сопровождается статистически значимым уменьшением общей, вне- и внутриклеточной воды организма на первых трёх этапах исследования. На четвертом этапе межгрупповые различия нивелировались, хотя у детей II группы показатели воды во всех водных секторах были более низкими.

При оценке показателей водных секторов в зависимости от используемого раствора без учёта длительности предоперационного голодания статистически значимых различий между группами не выявлено, в то время как внутри групп показатели имели статистически значимые различия (таблица 11). Сразу после окончания инфузии (II этап) и хирургического вмешательства (III этап) отмечалось увеличение показателей всех водных секторов организма, в то время как на следующие сутки после операции содержание жидкости не имело статистически значимых различий и было сопоставимо с показателями до операции. Значения фазового угла были в пределах референсных значений – таблица 11 [Frykholm P., et al., 2022].

РЕЗЮМЕ

1. Длительность предоперационного голодания более двенадцати часов у детей среднего школьного возраста сопровождается статистически значимым уменьшением показателей всех водных секторов организма.

2. Применение в предоперационном периоде полиионного раствора, содержащего малат и декстрозу («Стерофундин Г5»), ассоциировано с увеличением уровня глюкозы в крови через 24 часа после операции.

3. Использование в предоперационном периоде исследуемых полиионных растворов и инфузионных сред, содержащих декстрозу и малат, не

оказывает негативного влияния на показатели водно-электролитного баланса, что позволяет рекомендовать данные растворы для использования у детей, нуждающихся в плановых хирургических вмешательствах при длительности предоперационного голодания более 12 часов.

Таблица 11 – Показатели водных секторов организма в зависимости от используемого раствора

I группа (полиионный раствор – раствор Рингера)				
Показатель / Этап	I	II	III	IV
Общая вода организма, кг	30,9 [24,5 – 34,8]	31,0 [24,7 – 35,4] ^a	32,5 [25,3 – 35,9]	31,6 [23,5 – 36,0]
Внеклеточная жидкость, кг	13,2 [11,2 – 14,6]	13,2 [11,3 – 15,1] ^a	13,8 [11,4 – 15,2] ^a	13,4 [10,8 – 15,2]
Внутриклеточная жидкость, кг	17,6 [13,3 – 20,2]	17,7 [13,4 – 20,3] ^a	18,4 [13,9 – 20,5]	18,0 [12,7 – 21,0]
Фазовый угол	6,2 [6,1 – 7,1]	6,7 [6,1 – 7,2] ^a	6,1 [5,7 – 6,9] ^{a,б}	6,2 [6,0 – 7,2]
II группа (полиионный раствор, содержащий декстрозу и малат – «Стерофундин Г5»)				
Показатель / Этап	I	II	III	IV
Общая вода организма, кг	29,2 [24,3 – 32,7]	29,4 [24,7 – 33,2] ^a	29,2 [24,3 – 33,3] ^a	28,8 [24,4 – 33,0]
Внеклеточная жидкость, кг	12,8 [10,8 – 13,8]	12,8 [11,1 – 14,0] ^a	12,9 [11,0 – 14,1] ^a	12,8 [11,0 – 14,1]
Внутриклеточная жидкость, кг	16,3 [13,4 – 18,9]	16,5 [13,5 – 19,1] ^a	16,3 [13,3 – 19,2] ^a	16,2 [13,4 – 18,9]
Фазовый угол	6,4 [5,6 – 6,8]	6,6 [6,0 – 7,0]	6,2 [5,7 – 6,8] ^б	6,4 [6,0 – 7,0]

^a – различия статистически значимы по сравнению с I этапом ($p < 0,005$); различия статистически значимы по сравнению со II этапом ($p < 0,005$)

3.3. ОСТАТОЧНЫЙ ОБЪЁМ ЖЕЛУДКА ПЕРЕД ПЛАНОВЫМИ ХИРУРГИЧЕСКИМИ ВМЕШАТЕЛЬСТВАМИ У ДЕТЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ПРЕДОПЕРАЦИОННОГО ГОЛОДАНИЯ

При анализе особенностей течения анестезии ни у одного ребенка, вошедшего в исследование, осложнений анестезии и операции, включая аспирацию желудочного содержимого, зарегистрировано не было.

Перед хирургическим вмешательством различия медиан показателей клинического и биохимического анализов крови между группами не достигли статистической значимости, за исключением уровня глюкозы.

У детей 1 группы медиана уровня глюкозы составила 4,5 (4,2 – 4,6) ммоль/л, что было значимо выше, чем у пациентов II группы 4,1 (3,9 – 4,5) (p=0,014), но не выходило за пределы референсных значений (рисунок 8).

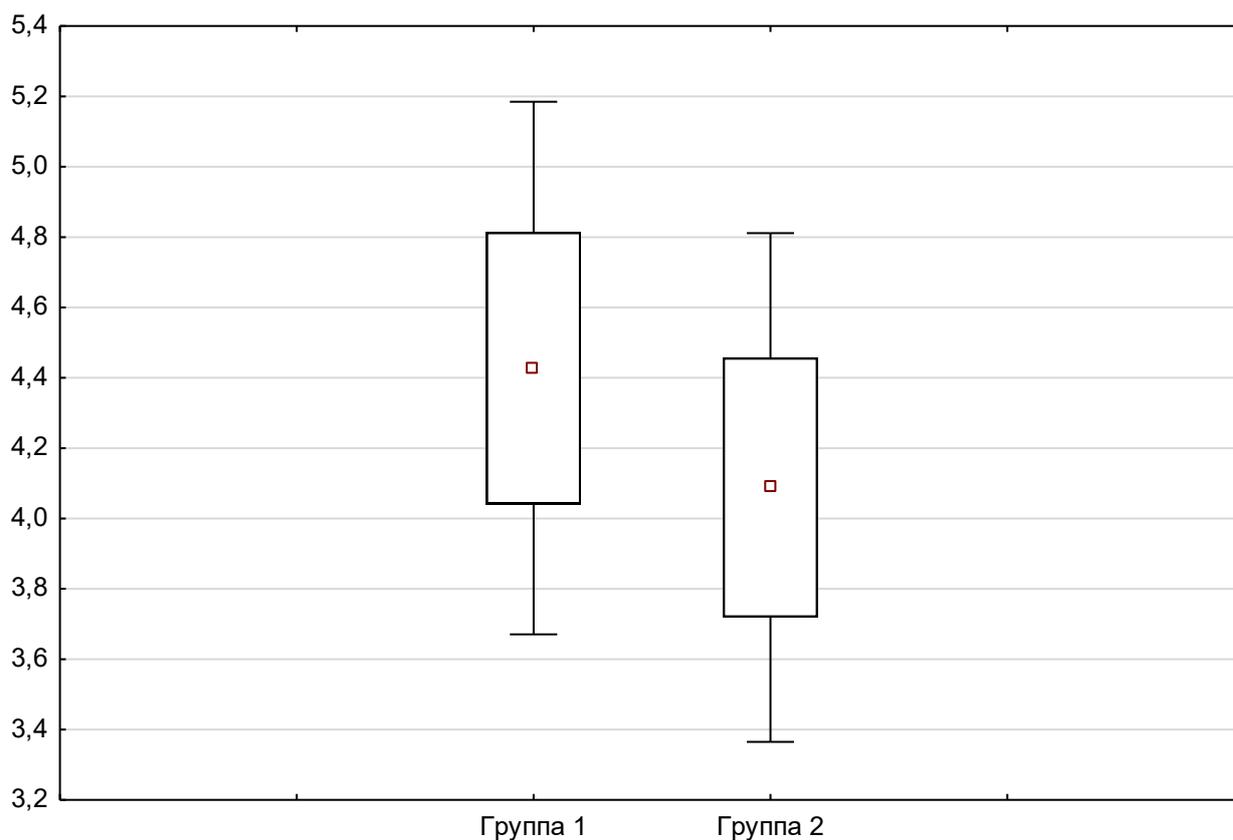


Рисунок 8 – Концентрация глюкозы в крови в зависимости от длительности предоперационного голодания.

Медиана остаточного объема желудка у пациентов, которые не получали твердую пищу и прозрачную жидкость за 12 часов до операции составила 0,34 (0,28 – 0,39) мл/кг, что статистически значимо не отличалось от группы детей, которым за 2 часа до операции давали выпить жидкость в объеме 4 мл/кг 0,36 (0,31 – 0,4) мл/кг ($p = 0,766$). Обращает на себя внимание наличие статистически значимой разницы в оценке жажды по визуально-аналоговой шкале (таблица 12). У детей первой группы медиана этой оценки составила 3 (3-4,75) балла, против 1 (0-1,5) балла у детей второй группы ($p=0,000$).

У 3 (%) детей, не получавших пищу и прозрачную жидкость за 12 часов до операции зарегистрирована послеоперационная тошнота и рвота, в то время как у пациентов, получающих жидкость, данное осложнение было только у одного ребенка, хотя различия были статистически незначимы (таблица 12).

Таблица 12 – Результаты ультразвукового исследования желудка и оценки интенсивности жажды по ВАШ

Характеристики	I группа (n = 18)	II группа (n = 17)	P
Переднезадний диаметр желудка, см ²	1,75 (1,46 – 1,86)	1,85 (1,54 – 2,17)	0,318
Краниокаудальный диаметр желудка, см ²	0,96 (0,74 – 1,06)	0,87 (0,78 – 1,07)	0,987
Площадь поперечного сечения антрального отдела желудка в положении на правом боку, см ²	1,37 (0,86 – 1,89)	1,41 (0,84 – 1,52)	0,792
Остаточный объем желудка, мл	13,66 (9,23 – 19,27)	12,83 (8,85 – 18,09)	0,468
Остаточный объем желудка, мл/кг	0,34 (0,28 – 0,39)	0,36 (0,31 – 0,4)	0,766
Содержимое антрального отдела желудка, степень 0	15 (83,3%)	15 (88,2%)	0,807
Содержимое антрального отдела желудка, степень 1	3 (16,7%)	2 (11,8%)	0,807
Частота послеоперационной тошноты и рвоты	3 (16,6%)	1 (5,8%)	0,323
Оценка жажды по ВАШ	3 (3-4,75)	1 (0-1,5)	0,000

В раннем послеоперационном периоде у детей второй группы отмечено статистически значимое увеличение частоты сердечных сокращений ($p = 0,021$) по сравнению с показателями пациентов I группы. Межгрупповых различий по

уровню систолического и диастолического артериального давлений выявлено не было (таблица 13).

Таблица 13 – Показатели ЧСС и АД сразу после операции и анестезии

Характеристики	I группа	II группа	P
ЧСС после операции, ударов/минуту	80,0 (75,0 – 85,0)	86,0 (80,0 – 94,0)	0,021
Систолическое АД после операции, мм рт. ст.	106,0 (100,0 – 110,0)	100,0 (100,0 – 109,5)	0,011
Диастолическое АД до операции, мм рт. ст.	60,0 (58,0 – 60,0)	60,0 (55,75 – 60,0)	0,668

РЕЗЮМЕ

1. Уменьшение времени голодания перед операцией до двух часов не приводит к увеличению остаточного объема желудка по сравнению с двенадцатичасовым голоданием, что является веским доказательством безопасности использования современных рекомендаций по предоперационному голоданию, направленных на уменьшение периода отказа от приема прозрачных жидкостей.

2. Употребление пресной воды в объёме 4 мл/кг за два часа до операции – безопасная альтернатива длительного голодания, обеспечивающая комфорт пациента без увеличения риска аспирации желудочного содержимого.

ГЛАВА 4

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Безопасность пациентов является первоочередной задачей анестезиологии вообще и педиатрической анестезиологии в частности. Благодаря использованию современных средств для анестезии, совершенствованию методов мониторинга, а также оптимизации ведения периоперационного периода риск развития осложнений стал минимален. Интраоперационная летальность у детей существенно снизилась и остается низкой последние десятилетия [Hauser N.D. et al., 2023].

Внедрение концепции раннего восстановления после плановых хирургических вмешательств послужило основанием для изменения парадигмы в анестезиологии: от выживаемости после операции и предотвращения нежелательных реакций и побочных эффектов, существовавших ранее, к комфорту и улучшению качества жизни ребенка, нуждающегося в стационарном лечении [Гордеев В.И. и соавт., 2001].

Такой подход определил новые требования к мониторингу для оптимизации эффективности ведения периоперационного периода путем контроля функционирования различных систем и органов пациента. В идеальном варианте мониторинг должен быть непрерывным, неинвазивным и точным [van Wijk J.J. et al., 2020]. В этом контексте важными составляющими мониторинга являются контроль состояния ребенка, которому планируется и будет выполняться оперативное вмешательство и назначается предоперационное голодание.

Рекомендации по голоданию у детей направлены на снижение риска лёгочной аспирации и обеспечение безопасного и эффективного проведения анестезии.

При оценке длительности отказа от твёрдой пищи и жидкости перед операцией установлено, что она значительно больше рекомендуемой и, в большинстве случаев, превышает десять часов, что полностью сопоставимо с данными других авторов [Brunet-Wood K. et al., 2016; Aroonpruksakul N. et al., 2023; Zhang E. et al., 2023].

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 двенадцати 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 сна у детей составляет десять-двенадцать часов, то становится понятным, почему такое время отказа от твёрдой пищи и жидкости относительно легко переносится большинством пациентов и не сопровождается очевидными негативными последствиями [Воронцов И.М. и соавт., 2010]. 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 [Зайчик А.Ш. и соавт., 2007].

Увеличение объёма всех водных секторов организма в интраоперационном периоде, вероятнее всего, обусловлено проведением инфузионной терапии и гиперсекрецией антидиуретического гормона на фоне хирургического стресса, что сопоставимо с данными других авторов [Tsukamoto M. et al., 2017; Lee H. et al., 2023; Betti C. et al., 2024].

В частности, M. Tsukamoto et al., (2017), продемонстрировали, что через три 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 шести часов, отмечалось статистически значимое увеличение объёма внутриклеточной жидкости, в первую очередь за счёт объёма циркулирующей крови и интерстициальной жидкости, в то время как объём внутриклеточной жидкости при этом снизился, хотя это и не было статистически значимым.

Аналогичные данные были получены Betti C. et al., (2024), которые установили, что введение инфузионных растворов во время операции сопровождается увеличением объёмов общей воды организма и внеклеточной жидкости, что явилось статистически значимым, хотя объём внутриклеточной жидкости оставался без изменений. Выявлена значимая положительная корреляционная зависимость между объёмами 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.

Авторами других исследований также были получены доказательства того, что у соматически здоровых пациентов даже после длительного предоперационного голодания объём 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 [Jacob M. et al., 2008; Lee H. et al., 2023].

В тоже время нельзя не отметить, что, согласно обзору экспертов Cochrane Collaboration 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 [Jewer J.K. et al., 2019].

Особого внимания, по нашему мнению, заслуживает наличие сильной статистически значимой отрицательной корреляционной зависимости между всеми объёмами водных секторов и показателями диастолического артериального давления во время операции у детей 3-7 лет, то есть с уменьшением объёма 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 счёт 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 двенадцать часов, что явилось статистически значимым.

Одним из значимых результатов нашего исследования является то, что длительное предоперационное голодание (более 12 часов) у детей старше 12 лет сопряжено с относительно низкими показателями системного АД за тридцать минут 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.

Мы, считаем, что с целью прогнозирования рисков развития осложнений, обусловленных нарушением водного баланса в педиатрической анестезиологии-реаниматологии и для разработки рекомендаций по их профилактике и коррекции необходимо более широко использовать биоимпедансометрию, что подтверждается исследованиями Курлыкина А.В. и соавт. (2016).

Периоперационная инфузионная терапия является обязательным элементом анестезии у детей, однако вопрос о необходимости инфузии до операции с целью устранения негативных эффектов предоперационного голодания в плановой хирургии остаётся открытым [Бобовник С.В. и соавт., 2021; Brossier D.W. et al., 2022].

В последние годы были существенно пересмотрены сроки голодания и ограничения приема жидкости у детей перед плановыми операциями. Традиционный отказ от пищи и жидкости перед операцией, как важный компонент подготовки к хирургическому вмешательству, претерпел значительные изменения, что явилось причиной уменьшения продолжительности голодания, при этом его длительность зависит от характера пищи – твёрдая еда, непрозрачные или прозрачные жидкости [Frykholm P. et al., 2018; Thomas M. et al., 2018; Frykholm P. et al., 2022].

Большинство мировых экспертов в области педиатрической анестезиологии считают, что период голодания перед операцией должен быть минимальным, а прием прозрачной жидкости по некоторым данным возможен даже за 1 час до оперативного вмешательства [Lee H. et al., 2023].

В тоже время, имеются исследования, подтверждающие отсутствие неблагоприятного влияния предоперационного отказа от пищи и жидкости на водный обмен и показатели гемодинамики у детей [Bilgili B. et al., 2025].

При необходимости длительного предоперационного голодания нежелательных эффектов можно избежать путем проведения инфузии до начала операции. Выбор инфузионной среды, в периоперационном периоде у

детей является важной проблемой, в связи с тем, что некорректное назначение жидкости может привести к осложнениям, что, в свою очередь, повлечет увеличение затрат системы здравоохранения на устранение неблагоприятных последствий. Появляется все больше информации об эффективности и безопасности применения сбалансированных растворов, хотя оптимальный состав и объем инфузии, по-прежнему, являются дискуссионными. Выбор раствора для инфузионной терапии направлен на профилактику гипогликемии, кетоза, гипонатриемии, в тоже время нельзя допускать перегрузки натрием и хлором во избежание гиперхлоремического ацидоза [Бобовник С.В. и соавт., 2021; Sümpelmann R. et al., 2020; Lee H. et al., 2023; Roberts D.N. et al., 2023; Lindestam U. et al., 2024].

Оценка влияния предоперационной инфузии сбалансированного и несбалансированного кристаллоидных растворов на показатели водных секторов организма у детей в зависимости от длительности голодания до операции позволила выявить ряд закономерностей.

Установлено, что статистически значимые различия в показателях водных секторов организма в зависимости от раствора, используемого в предоперационном периоде, отсутствовали. Также не обнаружено значимых отклонений фазового угла, являющегося отражением распределения воды между вне- и внутриклеточными секторами, хотя, по данным других авторов, при использовании 0,9% раствора натрия хлорида в периоперационном периоде он значительно уменьшался [Лазарев В.В. и соавт., 2020]. Нами подобных изменений отмечено не было, что можно объяснить использованием полиионных сбалансированных растворов.

Известно, что у детей, особенно младшего возраста, риск интраоперационной гипогликемии выше из-за более высокой скорости метаболизма и меньшего запаса энергии. Длительное голодание перед операцией приводит к активации гликогенолиза в печени с последующим включением липолиза и бета-окисления с образованием кетоновых тел. В тоже

время избыток глюкозы может привести к гипергликемии, которая в свою очередь может стать причиной различных негативных последствий после операции, включая дисфункцию иммунной системы [Lindestam U. et al., 2024]. Современные рекомендации предполагают включение в состав периоперационной инфузионной терапии изотонических растворов, содержащих 1.0-2.5% глюкозу. Однако на сегодня недостаточно исследований, позволяющих рекомендовать растворы глюкозы с учетом длительности периоперационного голодания. В нашем исследовании включение в состав инфузионной терапии полиионного раствора, содержащего декстрозу и малат, не оказало неблагоприятного эффекта, что сопоставимо с результатами других исследований, рекомендующих включение глюкозы в состав периоперационной инфузионной терапии, в том числе для предупреждения электролитных нарушений [Van Eyck A. et al., 2023; Lindestam U. et al., 2024].

Внутригрупповое сравнение выявило статистически значимую разницу в 1 группе по уровню натрия (на IV этапе стал ниже), общего белка (на IV этапе стал ниже), а во 2 группе по уровню хлора (на IV этапе стал выше), глюкозы (на IV этапе стала выше) и общего белка (на IV этапе стал ниже). Таким образом, инфузия полиионного раствора сопровождается более стабильными лабораторными показателями и не приводит к повышению содержания хлора и глюкозы по сравнению с инфузией раствора, содержащего декстрозу и малат. В тоже время, необходимо отметить, что увеличение данных показателей не выходило за пределы референсных значений, а уровень хлора ни у одного ребенка не достигал 111 ммоль/л, что позволяет использовать растворы, содержащие декстрозу и малат, для коррекции нарушений водно-электролитного баланса в предоперационном периоде [Tan B. et al., 2023].

Известно, что гипонатриемия, может привести к отеку головного мозга, при этом, основным механизмом её развития является избыточная секреция антидиуретического гормона в ответ на хирургический стресс [Lindestam U. et al., 2024]. В нашем исследовании оба раствора демонстрируют стабильные

показатели натрия в референсных пределах, однако, обращает на себя внимание более низкий уровень натрия в 1 группе через сутки после операции, хотя содержание натрия в растворе Рингера выше по сравнению с раствором «Стерофундин Г-5» (147,2 ммоль и 140,0 ммоль соответственно). Авторами других исследований также были продемонстрированы преимущества применения полиионных сбалансированных растворов у детей, нуждающихся в плановых операциях, что позволяет рекомендовать их включение в инфузионную терапию [Лазарев В.В. и соавт., 2020; Sümpelmann R. et al., 2020; Roberts D.N. et al., 2023; Lindestam U. et al., 2024].

Отдельного обсуждения заслуживает то, что на III и IV этапах исследования у детей, получавших «Стерофундин Г-5» отмечались более низкие показатели диастолического и среднего АД, хотя это и не явилось статистически значимым. Вероятнее всего, тенденция к артериальной гипотензии у пациентов данной группы была обусловлена меньшим содержанием натрия и наличием глюкозы в растворе, что явилось причиной его максимально быстрого перемещения в интерстиций, практически сразу же после окончания инфузии, что и стало причиной отмеченных гемодинамических изменений.

О правомочности данной гипотезы свидетельствуют результаты других авторов, которые указывают, что острые реакции гемодинамики могут быть связаны как с изменениями осмолярности сыворотки крови, так и уровнем натрия в ней [Kanbay M. et al., 2018; Brian M.S. et al., 2018; Betti C. et al., 2024].

Согласно результатам исследования выявлены статистически значимые различия в показателях общей воды организма в обеих группах при внутригрупповом сравнении на разных этапах исследования. В обеих группах содержание общей воды в организме к IV этапу увеличилось, что демонстрирует отсутствие дефицита жидкости на фоне предоперационного отказа от пищи более 12 часов. Доля внеклеточной жидкости на IV этапе увеличилась или осталась на уровне I этапа во всех группах, при этом

статистически значимые различия отсутствовали, за исключением детей, где предоперационное голодание превышало 12 часов. Доля внутриклеточного сектора жидкости при внутригрупповом сравнении статистически значимо изменилась во 2 группе с отказом от пищи более 12 часов в сторону увеличения к IV этапу исследования. При межгрупповом сравнении статистически значимые отличия были только на I и II этапах в уровне общей и внутриклеточной воды организма.

Наши результаты согласуются с данными, которые опубликовали Bilgili B. et al., (2025). Они, используя в качестве суррогатного показателя внутрисосудистого объёма, такой динамический параметр как вариабельность сердечного индекса, не выявили взаимосвязи между продолжительностью предоперационного голодания и интраоперационным внутрисосудистым объёмом. Мы, согласны с мнением авторов, что вазодилатация, возникающая во время индукции анестезии, и компенсаторные механизмы детского возраста (поддержание сердечного выброса за счет увеличения ЧСС, так как ударный объем относительно постоянен из-за менее податливых желудочков), скорее всего, смягчают любые гемодинамические эффекты, связанные с голоданием.

Цель отказа от пищи и жидкости перед операцией – полное опорожнение желудка для минимизации риска регургитации желудочного содержимого в дыхательные пути. Несмотря на то, что существующие рекомендации по предоперационному голоданию разрешают прием прозрачных жидкостей за 1-2 часа до начала операции, в ряде случаев эти требования не соблюдаются, что обусловлено многолетними традициями и опытом предыдущих поколений, которые прочно вошли в рутинную клиническую практику, что затрудняет внедрение новых достижений. В тоже время, нельзя не отметить, что уже более чем пятнадцать лет назад установлено, что длительное голодание не способствует уменьшению объёма содержимого желудка, являясь лишь причиной дискомфорта, обусловленного жаждой и голодом [Brady M.C. et al., 2023].

Настоящее исследование позволило установить, что употребление прозрачной жидкости в объеме 4 мл/кг за два часа до анестезии не сопровождается увеличением риска аспирации желудочного содержимого, что сопоставимо с данными других авторов [Frykholm P., et al., 2025].

Учитывая, что оценка ООЖ в положении пациента лёжа на спине сопоставима с измерениями на правом боку, проведение ультразвукового исследования легко доступно и оправдано даже на этапе индукции анестезии, что позволит своевременно выявлять пациентов группы риска и предотвращать развитие тяжёлых осложнений [Van de Putte P. et al., 2014; Abdul Kadir M.Z. et al., 2022].

Ультразвуковое исследование антрального отдела желудка позволило не только количественно, но и качественно оценить объём содержимого желудка. Выпитая за два часа до анестезии и операции жидкость полностью эвакуировалась из желудка, о чем свидетельствует медиана ООЖ, которая у детей основной группы составила 0,36 (0,31 – 0,4) мл/кг, что было почти в три раза меньше критического значения 1,25 мл/кг. Также как и в исследовании Valencia A. et al. ни у одного из наших пациентов желудочное содержимое не визуализировалось в положении на спине и правом боку [Valencia A., et al., 2023].

Дети, которые пили прозрачную жидкость за 120 минут до операции, испытывали меньшую жажду по сравнению с теми, кто полностью отказывался от приёма жидкости и пищи в течение двенадцати часов, что подтверждается результатами ранее проведённых исследований [Dolgun E., et al., 2017; Al-Robeye A.M., et al., 2020].

В тоже время, в исследовании Sarhan K.A. et al., где дети получали прозрачную жидкость в объёме 3 мл/кг за два (I группа) и один час (II группа) до операции, значимых межгрупповых различий по частоте развития жажды выявлено не было. Это позволяет говорить о том, что отказ от жидкости в

течение двух часов не оказывает выраженного влияния на водный баланс организма и не сопровождается жаждой [Sarhan K.A., et al., 2023].

Различий по частоте тошноты и рвоты после операции в зависимости от длительности голодания нами не получено, что, вероятнее всего, связано с небольшим объёмом выборки и с тем, что в качестве источника жидкости мы использовали пресную воду, а не напитки, обогащённые углеводами, которые способствуют поддержанию более высокого уровня глюкозы в крови, что исключает развитие кетоза голодания, предотвращая, тем самым, тошноту и рвоту [Laird A., et al., 2023].

Однако, стоит отметить, что пресная вода, как источник жидкости, обладает несомненными преимуществами при её употреблении детьми перед плановыми оперативными вмешательствами, что связано с минимальным временем её эвакуации из желудка, в то время как время опорожнения желудка при использовании яблочного сока составляет 90–180 мин, а для оптически прозрачного напитка обогащенного белком Ensure Clear оно находится в диапазоне 90–240 мин (Abbott Nutrition, США) и 90–210 мин для 2% молока [Du T. et al., 2017].

Независимо от длительности отказа от твёрдой пищи и жидкости перед операцией, дети, поступающие с острой хирургической патологией, традиционно относятся к категории пациентов высокого риска в связи с высокой вероятностью регургитации и аспирации желудочного содержимого во время индукции анестезии [Tan Z. et al., 2016].

В большинстве современных источников в данной ситуации предлагают использовать быструю последовательную индукцию анестезии, целью которой является обеспечение адекватной оксигенации, увеличение напряжения кислорода в крови и создание оптимальных условий для интубации трахеи [Cools E. et al., 2023].

Предложено множество вариантов быстрой последовательной индукции анестезии в педиатрической практике, но чаще всего используют классический

вариант, предполагающий проведение преоксигенации, быстрое введение гипнотических препаратов и миорелаксантов, интубацию трахеи через 30-60 с и использование маневра Селлика во время ларингоскопии с целью предотвращения регургитации желудочного содержимого [Klucka J. et al., 2020, Duncan L. et al., 2022].

Продолжаются дискуссии относительно целесообразности установки желудочного зонда для декомпрессии желудка и эвакуации желудочного содержимого в экстренной хирургии и анестезиологии [Martin T.W. et al., 2014].

Salem M.R. et al., (2014) являются сторонниками постановки желудочного зонда с целью профилактики риска аспирации. Они предложили алгоритм действий анестезиолога, который основан на оценке предрасполагающих факторов риска и тяжести состояния пациента, цель которого – не только выбор метода индукции анестезии и интубации трахеи у взрослых пациентов с «полным» желудком, но и обоснование решения о необходимости использования назо- или орогастрального зонда.

Long M., et al., (2017) полагают, что от постановки желудочного зонда в рутинной практической деятельности у пациентов I и II классов по классификации ASA следует отказаться, если нет факторов риска аспирации желудочного содержимого или необходимости хирургической декомпрессии.

Мы, также как и большинство авторов, считаем, что установка орогастрального зонда с эвакуацией желудочного содержимого у детей перед плановыми хирургическими вмешательствами абсолютно оправдана при наличии хотя бы одного фактора риска развития аспирационного синдрома.

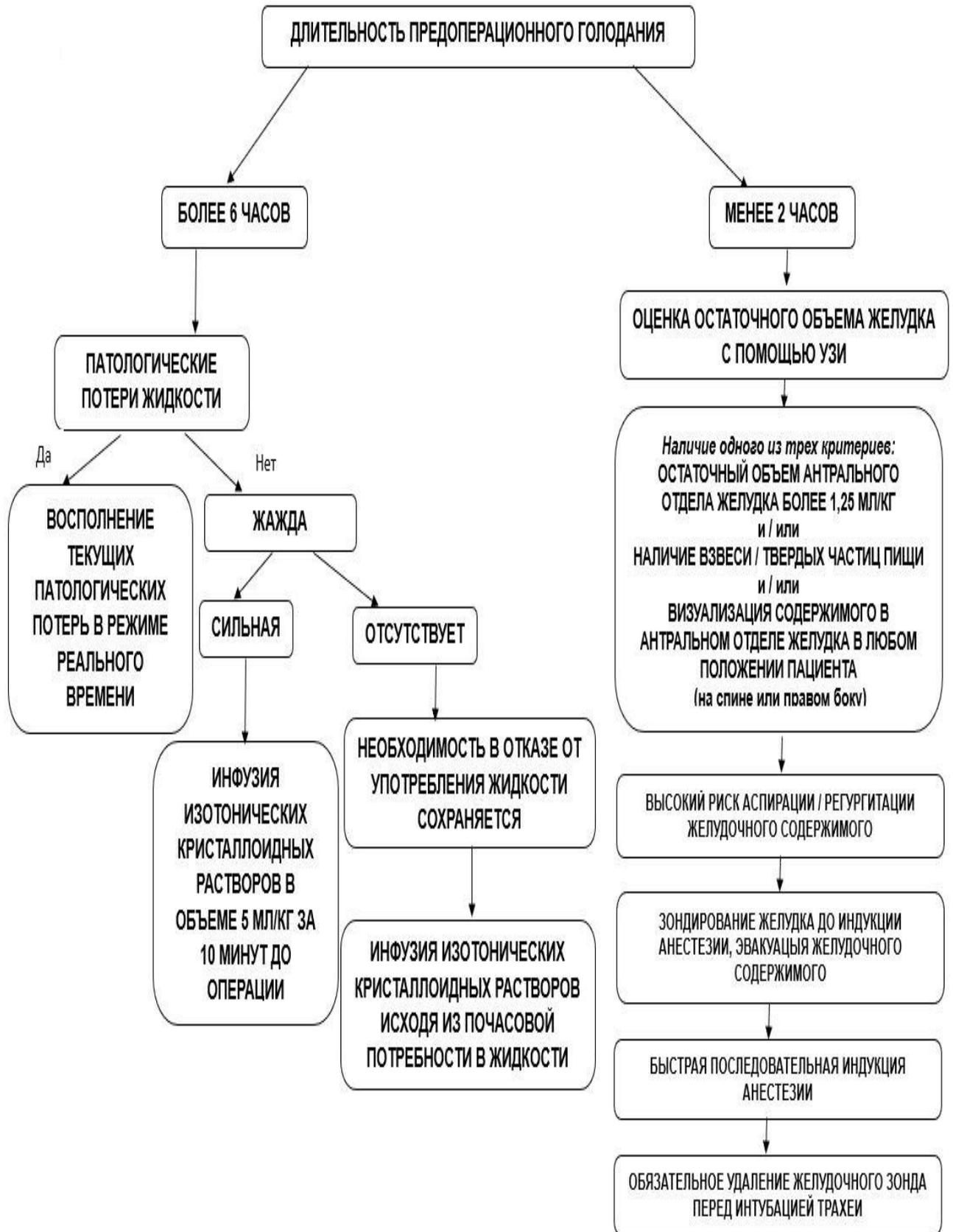


Рисунок 9 – Алгоритм предоперационной подготовки у детей при плановых хирургических вмешательствах в зависимости от длительности предоперационного голодания и остаточного объёма желудка

Полученные нами результаты и анализ литературы позволили разработать алгоритм предоперационной подготовки при плановых хирургических вмешательствах у детей в зависимости от длительности предоперационного голодания и остаточного объема желудка, который мы широко используем в клинической практике (рисунок 9).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В педиатрической, как и во взрослой плановой анестезиологии, с целью снижения риска регургитации и аспирации желудочного содержимого во время операции пациенту необходимо отказаться от приема пищи и жидкости перед общей анестезией.

За последние десятилетия произошли существенные изменения в рекомендациях по предоперационному голоданию, состоящие в смене долго существующей парадигмы, которая требовала полный отказ от приема пищи с вечера накануне оперативного вмешательства к применению более щадящих режимов, различающихся между собой изменением времени продолжительности полного голодания, видов и количества разрешённой пищи и жидкости.

Несмотря на то, что большинство национальных анестезиологических обществ и федераций установили четкие временные критерии отказа от пищи и жидкости перед оперативным вмешательством, эти рекомендации повсеместно нарушаются и время предоперационного голодания зачастую превышает 12 часов. Длительный отказ от пищи может привести к ряду осложнений, основными из которых являются гипотония во время индукции анестезии и гипогликемия. В свою очередь, прием пищи, особенно твердой, в короткий срок перед операцией приведет к регургитации и аспирации желудочного содержимого.

Все это в совокупности, помимо неукоснительного соблюдения рекомендаций по предоперационному голоданию, требует разработки комплекса мероприятий, направленных на раннее выявление пациентов группы риска по аспирации желудочного содержимого во время индукции в анестезию, и выполнение действий, способствующих нивелированию возможных осложнений, чему и было посвящено настоящее диссертационное исследование.

Результаты нашего исследования показали, что предоперационный отказ от твердой пищи в течение 12-15 часов не оказывает выраженного негативного влияния на содержание общей воды организма, внеклеточного и внутриклеточного секторов, но при этом увеличивает вероятность развития артериальной гипотензии во время индукции анестезии у детей старшего возраста.

Также нами установлено влияние предоперационной инфузии различными изотоническими кристаллоидными растворами, независимо от их состава в объеме 5 мл/кг на состояние водных секторов с учетом длительности отказа от пищи и жидкости у педиатрических пациентов, которое заключается в увеличении общей воды организма, внеклеточного и внутриклеточного секторов. Выявленное нами увеличение уровня глюкозы в крови у детей через 24 часа после операции, которым в предоперационном периоде вводили полиионный раствор, содержащий декстрозу и малат, требует дальнейшего изучения на больших выборках пациентов.

Уменьшение времени голодания перед операцией до двух часов не приводит к увеличению остаточного объема желудка по сравнению с двенадцатичасовым голоданием, что требует неукоснительного соблюдения сокращения длительности предоперационного голодания как минимум до двух часов.

Для принятия правильного тактического решения (отсрочить операцию, отменить или проводить ее), что в дальнейшем делать с ребенком, который нарушил режим предоперационного голодания, нам помогало ультразвуковое исследование желудка, проводимое непосредственно перед оперативным вмешательством.

Исходя из полученных нами результатов употребление питьевой воды в объеме 4 мл/кг за два часа до операции не вызывает осложнений и обеспечивает комфорт ребенку.

Предложенный нами алгоритм, направлен на стратификацию рисков возникновения различных осложнений и своевременного выполнения комплекса мероприятий, предотвращающих развитие регургитации и аспирации желудочного содержимого.

ВЫВОДЫ

1. Длительность голодания перед хирургическим вмешательством не оказывает существенного влияния на содержание жидкости во всех водных секторах организма, однако может стать причиной артериальной гипотензии на этапе индукции анестезии у детей старшего возраста. В раннем послеоперационном периоде у всех детей, независимо от возраста и длительности предоперационного голодания, отмечается увеличение объёма общей и внеклеточной воды организма.

2. Предоперационная инфузия исследованных изотонических кристаллоидных растворов в объёме 5 мл/кг за 30 минут до операции при длительности голодания более двенадцати часов сопровождается достоверным увеличением объёма всех водных секторов организма у детей.

3. Применение в предоперационном периоде исследованных полиионных растворов и инфузионных сред, содержащих дектразу и малат («Стерофундин Г-5») не оказывает негативного влияния на показатели водно-электролитного баланса, однако ассоциировано с увеличением уровня глюкозы в крови через 24 часа после операции.

4. Уменьшение времени голодания перед операцией до двух часов не приводит к увеличению остаточного объёма желудка по сравнению с двенадцатичасовым голоданием: (0,34 (0,28 – 0,39) против 0,36 (0,31 – 0,4) мл/кг, $p=0,766$).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Употребление пресной воды в объёме 4 мл/кг за два часа до операции – безопасная альтернатива длительного голодания, обеспечивающая комфорт пациента без увеличения риска аспирации желудочного содержимого.

2. С целью уменьшения риска аспирации желудочного содержимого при плановых хирургических вмешательствах у детей при длительности отказа от жидкости менее двух часов непосредственно перед индукцией анестезии оправдано ультразвуковое исследование желудка с целью оценки его остаточного объёма.

3. При длительном предоперационном голодании (более шести часов), наличии сильной жажды или клинических признаков дегидратации за тридцать минут до индукции анестезии целесообразно вводить солевые изотонические кристаллоидные растворы в объёме 5 мл/кг.

4. В связи с высокой вероятностью гипергликемии в периоперационном периоде, применение растворов глюкозы для инфузии перед операцией не оправдано за исключением новорожденных и детей с заболеваниями углеводного и жирового обменов.

5. У детей с отказом от приема жидкости менее двух или более шести часов до индукции анестезии целесообразно использовать разработанный алгоритм предоперационной подготовки, позволяющий исключить дегидратацию тяжёлой степени и предотвратить аспирацию желудочного содержимого.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Перспективным направлением для дальнейшего научного поиска, направленного на улучшение качества оказания анестезиологической помощи детям, нуждающимся в плановых хирургических вмешательствах, является определение минимальной длительности отказа от жидкости перед операцией, обеспечивающей безопасность пациента во время анестезии и выбор оптимального состава растворов для питья (соотношение электролитов и углеводов).

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АД	артериальное давление
БИА	биоимпедансный анализ
БИС	биоимпедансная спектроскопия
ВАШ	Визуально-аналоговая шкала
ДАД	диастолическое артериальное давление
САД	систолическое артериальное давление
ССС	сердечно сосудистая система
ООЖ	остаточный объем желудка
УЗИ	ультразвуковое исследование
ЧСС	частота сердечных сокращений
ASA	American society of anesthesiologists (Американская ассоциация анестезиологов)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адлер, А.В. Биоимпедансометрия в оценке баланса воды организма и гемодинамики при лапароскопических операциях у детей / А.В. Адлер, В.А. Михельсон, В.В. Лазарев // Анестезиология и реаниматология. – 2003. – №1. – С. 41-45.
2. Рекомендации по проведению инфузионно-трансфузионной терапии у детей во время хирургических операций / Ю.С. Александрович, Н.Ю. Воронцова, В.А. Гребенников В.А. [и др.] // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2018. – Т. 15, №2. – С. 68-84.
3. Александрович, Ю.С. Волемиическая поддержка при критических состояниях у детей: пособие для врачей / Ю.С. Александрович, К.В. Пшениснов – СПб.: СПбГПМУ, 2019.– 123 с.
4. Александрович, Ю.С. Предоперационная подготовка к анестезии у детей / Ю.С. Александрович, К.В. Пшениснов // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2020. – Т. 17, №3. – С. 79-94.
5. Периоперационная инфузионная терапия у взрослых / С.В. Бобовник, Е.С. Горобец, И.Б. Заболотских [и др.] // Анестезиология и реаниматология – 2021. – №4. – С. 17-33.
6. Воронцов, И.М. Пропедевтика детских болезней: учебник / И.М. Воронцов, А.В. Мазурин – СПб.: «Фолиант», 2010. – 1008 с.
7. Гордеев, В.И. Качество жизни (QOL) – новый инструмент оценки развития детей: Практ. пособие / В.И. Гордеев, Ю.С. Александрович. – СПб.: Речь, 2001. – 197 с.
8. Ермолаева К.Р. Оптимизация инфузионной терапии при хирургических вмешательствах и в раннем послеоперационном периоде у детей : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.01.20 / Ермолаева Кыдана Романовна – М., 2017. – 24 с.
9. Зайчик, А.Ш. Патохимия (эндокринно-метаболические нарушения) / А.Ш. Зайчик, А.П. Чурилов – СПб.: «ЭЛБИ-СПб», 2007. – 768 с.

10. Курлыкин, А.В. Импедансометрия в оценке анестезиологического риска у детей с острым лимфобластным лейкозом / А.В. Курлыкин, Г.Я. Цейтлин, Е.А. Спиридонова // *Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии*. – 2016. – №3. – С.51-57.
11. Водный баланс организма и гемодинамика на фоне инфузии кристаллоидных растворов при реконструктивных операциях у детей с челюстно-лицевой патологией / В.В. Лазарев, Л.Е. Цыпин, Г.В. Корниенко [и др.] // *Детская больница*. – 2010. – №4. – С. 38-41.
12. Оценка водных секторов организма методом интегральной биоимпедансной спектрометрии при рентгенохирургических вмешательствах у детей / В.В. Лазарев, В.А. Михельсон, С.В. Котова [и др.] // *Анестезиология и реаниматология*. – 2001. – №1. – С. 15-18.
13. Препарат стартовой инфузионной терапии в раннем послеоперационном периоде у детей: 0,9% раствор натрия хлорида или сбалансированный полиионный раствор / В.В. Лазарев, Ж.Д. Сулайманова, Л.Е. Цыпин [и др.] // *Анестезиология и реаниматология*. – 2020. – №3. – С. 52-58.
14. Нассер, М.М. Сравнительный анализ применения сбалансированного и физиологического растворов в интраоперационной инфузионной терапии у новорожденных / М.М. Нассер, Ю.И. Кучеров, Ю.В. Жиркова // *Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии*. – 2019. – Т. 9. – №2. – С. 41-49.
15. Николаев, Д.В. Лекции по биоимпедансному анализу состава тела человека / Д.В. Николаев, С.П. Щелыкалина. – М.: РИО ЦНИИОИЗ МЗ РФ, 2016. – 152 с.
16. Препарат стартовой инфузионной терапии в раннем послеоперационном периоде у детей: сукцинатсодержащий или малатсодержащий раствор / Ж.Д. Сулайманова, В.В. Лазарев, Л.Е. Цыпин [и др.] // *Вестник интенсивной терапии имени А.И. Салтанова*. – 2020. – №3. – С. 129-136.

17. Тарусов Б.Н. Способ определения регенеративной способности животных тканей / Б.Н. Тарусов – Авторское свидетельство СССР № 59666 от 03.09.1939.
18. Andersson, H. Reduced preoperative fasting in children / H. Andersson // Acta Universitatis Upsaliensis; 2019. Режим доступа: <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:uu:diva-394232>. Дата обращения: 26.02.2024
19. Andersson, H. Low incidence of pulmonary aspiration in children allowed intake of clear fluids until called to the operating suite / H. Andersson, B. Zarén, P. Frykholm // Paediatr Anaesth. – 2015. – Vol. 25, N 8. – P. 770-777.
20. Andersson, H. Preoperative fasting guidelines in pediatric anesthesia: are we ready for a change? / H. Andersson, A. Schmitz, P. Frykholm // Curr Opin Anaesthesiol. – 2018. – Vol. 31, N 3. – P. 342-348.
21. The actual duration of preoperative fasting in pediatric patients, and its effects on hunger and thirst: a prospective observational study / N. Aroonpruksakul, W. Punchuklang, K. Kasikan [et al.] // Transl Pediatr. – 2023. – Vol. 12, N 2. – P. 146-154.
22. Preoperative fasting time and its association with hypoglycemia during anesthesia in pediatric patients undergoing elective procedures at tikur anbessa specialized hospital, Addis Ababa, Ethiopia / H.E. Assen, A.M. Hassen, A. Abate [et al.] // Biomed Res Int. – 2021. – Vol. 14, N 2021. – P. 9166603.
23. Relationship between fasting times and emergence delirium in children undergoing magnetic resonance imaging under sedation / A.N. Balkaya, C. Yılmaz, Ç. Baytar [et al.] // Medicina (Kaunas). – 2022. – Vol. 58, N 12. – P. 1861.
24. Major adverse events and relationship to nil per os status in pediatric sedation/anesthesia outside the operating room: A report of the pediatric sedation research consortium / M.L. Beach, D.M. Cohen, S.M. Gallagher [et al.] // Anesthesiology. – 2016. – Vol. 124, N 1. – P. 80-8.

25. Real fasting times and incidence of pulmonary aspiration in children: Results of a German prospective multicenter observational study / C.E. Beck, D. Rudolph, K. Becke-Jakob [et al.] // *Paediatr Anaesth.* – 2019. – Vol. 29, N 10. – P. 1040-1045.
26. Fluids and body composition during anesthesia in children and adolescents: A pilot study / Betti C., Busi I., Cortesi C. [et al.] // *Eur J Pediatr.* – 2024. – Vol. 183, N 5. – P. 2251-2256.
27. Bilgili, B., Umuroğlu T. The impact of preoperative duration of fasting on the intravascular volume status of children older than 5 years of age: a prospective, observational study / B. Bilgili, T. Umuroğlu // *Turk J Anaesthesiol Reanim.* 2025.
28. Assessing fluid balance in critically ill pediatric patients / T. Bontant, B. Matrot, H. Abdoul [et al.] // *Eur J Pediatr.* – 2015. – Vol. 174, N1. – P. 133-7.
29. Ultrasound assessment of the prevalence of increased gastric contents and volume in elective pediatric patients: a prospective cohort study / L. Bouvet, N. Bellier, A.C. Gagey-Riegel [et al.] // *Paediatr Anaesth.* – 2018. – Vol. 28, N 10. – P. 906-913.
30. Preoperative fasting for preventing perioperative complications in children / M. Brady, S. Kinn, V. Ness [et al.] // *Cochrane Database Syst Rev.* – 2009. – Vol. 4. – CD005285.
31. The influence of acute elevations in plasma osmolality and serum sodium on sympathetic outflow and blood pressure responses to exercise / M.S. Brian, E.L. Matthews, J.C. Watso [et al.] // *J Neurophysiol.* – 2018. – Vol. 119, N4. – P. 1257-1265.
32. Metabolism Endocrinology and Nutrition section of the European Society of Pediatric and Neonatal Intensive Care (ESPNIC). ESPNIC clinical practice guidelines: intravenous maintenance fluid therapy in acute and critically ill children—a systematic review and meta-analysis / D.W. Brossier, L.N. Tume, A.R. Briant [et al.] // *Intensive Care Med.* – 2022. – Vol. 48, N 12. – P. 1691-1708.

33. Surgical fasting guidelines in children: Are we putting them into practice? / K. Brunet-Wood, M. Simons, A. Evasiuk [et al.] // *J Pediatr Surg.* – 2016. – Vol. 51, N 8. – P. 1298-302.
34. Metabolic and inflammatory benefits of reducing preoperative fasting time in pediatric surgery / C.A.L.B. Carvalho, A.A. Carvalho, A.D.G. Preza et al. // *Rev Col Bras Cir.* – 2020. – Vol. 47. – e20202353.
35. Cools, E. Rapid sequence induction in Paediatric Anaesthesia: A narrative review / E. Cools, W. Habre // *Trends in Anaesthesia and Critical Care.* – 2023. – Vol. 49. – P. 101215.
36. Validating the use of bioimpedance spectroscopy for assessment of fluid status in children / I. Dasgupta, D. Keane, E. Lindley [et al.] // *Pediatr Nephrol.* – 2018. – Vol. 33, N 9. – P. 1601-1607.
37. Even gold standard methods of body water measurement are not always in perfect agreement / I. Dasgupta, D. Keane, U. Moissl [et al.] // *Pediatr Nephrol.* 2019. – Vol. 34, N 1. – P. 185-186.
38. ACERTO guidelines of perioperative nutritional interventions in elective general surgery / J.E. de-Aguilar-Nascimento, A.B. Salomão, D.L. Waitzberg [et al.] // *Rev Col Bras Cir.* – 2017. – Vol. 44, No 6. – P. 633-648.
39. The metabolic response to stress and infection in critically ill children: the opportunity of an individualized approach / V. De Cosmi, G.P. Milani, A. Mazzocchi [et al.] // *Nutrients.* – 2017. – Vol. 18, N 9. – P. 1032.
40. Ultrasonographic evaluation of gastric content and volume in pediatric patients undergoing elective surgery: a prospective observational study / A. Demirel, Ş.E. Özgünay, Ş. Eminoglu [et al.] // *Children (Basel).* – 2023. – Vol. 10, No 9. – P. 1432.
41. Optimized preoperative fasting times decrease ketone body concentration and stabilize mean arterial blood pressure during induction of anesthesia in children younger than 36 months: a prospective observational cohort study / N. Dennhardt, C. Beck, D. Huber [et al.] // *Paediatr Anaesth.* – 2016. – Vol. 26, No 8. – P. 838-43.

42. Pro-Con Debate: 1- vs 2-hour fast for clear liquids before anesthesia in children / N. Disma, P. Frykholm, S.D. Cook-Sather [et al.] // *Anesth Analg.* – 2021. – Vol. 133. – N 3. – P. 581-591.
43. Guidelines to the practice of anesthesia – Revised Edition 2019 / G. Dobson, L. Chow, A. Flexman [et al.] // *Can J Anaesth.* – 2019. – Vol. 66, N 1. – P. 75-108.
44. Investigation of preoperative fasting times in children / E. Dolgun, M. Yavuz, B. Eroğlu [et al.] // *J Perianesth Nurs.* – 2017. – Vol. 32, N 2. – P. 121–4.
45. Perioperative fasting and feeding in adults, obstetric, paediatric and bariatric population: practice guidelines from the indian society of anaesthesiologists / P.A. Dongare, S.B. Bhaskar, S.S. Harsoor [et al.] // *Indian J Anaesth.* – 2020. – Vol. 64, N 7. – P. 556-584.
46. Duncan, L. Survey of paediatric rapid sequence induction in a department of anaesthesia / L. Duncan, M. Correia, P. Mogane // *Children (Basel).* – 2022. – Vol. 9, N 9. – P. 1416.
47. Eaddy, N. Perioperative management of fluids and electrolytes in children / N. Eaddy, C. Watene // *BJA Educ.* – 2023. – Vol. 23, N 7. – P. 273-278.
48. Bioimpedance spectroscopy for clinical assessment of fluid distribution and body cell mass / C. Earthman, D. Traugher, J. Dobratz [et al.] // *Nutr Clin Pract.* – 2007. – Vol. 22, N 4. – P. 389-405.
49. Gastric ultrasound assessment of two preoperative fasting regimens in pediatric patients: A randomized clinical trial / M.R. Elghamry, A.M. Elkeblawy, A.M. Alshawadfy [et al.] // *Acta Anaesthesiol Scand.* – 2025. – Vol. 69, N 1. – e14566.
50. Friesen, R.H. Duration of preoperative fast correlates with arterial blood pressure response to halothane in infants / R.H. Friesen, J.L. Wurl, R.M. Friesen // *Anesth Analg.* – 2002. – Vol. 95, N 6. – P. 1572-6.
51. Pre-operative fasting in children: A guideline from the European Society of Anaesthesiology and Intensive Care / P. Frykholm, N. Disma, H. Andersson [et al.] // *Eur J Anaesthesiol.* – 2022. – Vol. 39, N 1. – P. 4-25.

52. Preoperative fasting in children: review of existing guidelines and recent developments / P. Frykholm, E. Schindler, R. Sümpelmann [et al.] // *Br J Anaesth.* – 2018. – Vol. 120, N 3. – P. 469-474.
53. Water turnover of healthy children measured by deuterated water elimination / Fusch C, Hungerland, E, Scharrer, B. [et al.] // *Eur J Pediatr.* – 1993. – Vol. 152. – P. 110–114.
54. Gamble, J. 2023 Canadian Pediatric Anesthesia Society Statement on fasting for elective pediatric anesthesia / J. Gamble, D. Rosen // *Can J Anaesth.* – 2023. – Vol. 70, N 8. – P. 1295-1299.
55. Gawecka, A. Tolerance of, and metabolic effects of, preoperative oral carbohydrate administration in children – a preliminary report / A. Gawecka, M. Mierzevska-Schmidt // *Anaesthesiol Intensive Ther.* – 2014. – Vol. 46, N 2. – P. 61-4.
56. Dual energy X-ray absorptiometry and body composition: differences between devices and comparison with reference methods / L. Genton, D. Hans, U.G. Kyle [et al.] // *Nutrition.* – 2002. – N 18. – P. 66–70
57. Green, S.M. Pulmonary aspiration during procedural sedation: a comprehensive systematic review / S.M. Green, K.P. Mason, B.S. Krauss // *Br J Anaesth.* – 2017. – Vol. 118, N 3. – P. 344-354.
58. The impact of preoperative fasting duration on blood glucose and hemodynamics in children / P. Hajian, M. Shabani, E. Khanlarzadeh [et al.] // *J Diabetes Res.* – 2020. – Vol. 2020. – P. 6725152.
59. Himanshu, K. Preoperative fasting amounting to dehydration in pediatrics age group – an observational study / K. Himanshu, A. Boat, S. Singh // *Indian journal of applied research.* – 2022. – Vol. 12, Issue 11. – P. 46-48.
60. Anaesthesia related mortality data at a tertiary pediatric hospital in Western Australia / N.D. Hauser, A. Sommerfield, T.F.E. Drake-Brockman [et al.] // *Acta Anaesthesiol Scand.* – 2023. – Vol. 67, N 2. – P. 142-149.

61. Heymsfield, S.B. Advances in body composition: a 100-year journey / S.B. Heymsfield // *Int J Obes (Lond)*. – 2025. – Vol. 49, N 2. – P. 177-181.
62. Hoffer, E.C. Correlation of whole-body impedance with total body water volume / E.C. Hoffer, C.K. Meador, D.C. Simpson // *J Appl Physiol*. – 1969. – Vol. 27, N 4. – P. 531-4.
63. Quality improvement project to reduce pediatric clear liquid fasting times prior to anesthesia / R. Isserman, E. Elliott, R. Subramanyam [et al.] // *Paediatr Anaesth*. 2019. – Vol. 29, N 7. – P. 698-704.
64. Blood volume is normal after pre-operative overnight fasting / M. Jacob, D. Chappell, P. Conzen [et al.] // *Acta Anaesthesiol Scand*. – 2008. – Vol. 52, N 4. – P. 522-9.
65. Supplemental perioperative intravenous crystalloids for postoperative nausea and vomiting / J.K. Jewer, M.J. Wong, S.J. Bird [et al.] // *Cochrane Database Syst Rev*. – 2019. – Vol. 3, N 3. – CD012212.
66. 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 / G.P. Joshi, B.B. Abdelmalak, W.A. Weigel [et al.] // *Anesthesiology*. – 2023. – Vol. 138, N 2. – P. 132-151.
67. Kafrouni, H. Preoperative fasting guidelines in children: should they be revised? / H. Kafrouni, R.E. Ojaimi // *Case Rep Anesthesiol*. – 2018. – Vol. 2018. – P. 8278603.
68. Acute effects of salt on blood pressure are mediated by serum osmolality / M. Kanbay, G. Aslan, B. Afsar [et al.] // *J Clin Hypertens (Greenwich)*. – 2018. – Vol. 20, N 10. – P. 1447-1454.
69. Correlation between duration of preoperative fasting and emergence delirium in pediatric patients undergoing ophthalmic examination under anesthesia: a

prospective observational study / P. Khanna, K. Saini, R. Sinha [et al.] // *Paediatr Anaesth.* – 2018. – Vol. 28, N 6. – P. 547-551.

70. Rapid sequence induction: an international survey / J. Klucka, M. Kosinova, K. Zacharowski [et al.] // *Eur. J. Anaesthesiol.* – 2020. – Vol. 37, N 6. – P. 435e442.

71. Ketone bodies: from enemy to friend and guardian angel / H. Kolb, K. Kempf, M. Röhling et al. // *BMC Med.* – 2021. – Vol. 19, N 1. – P. 313.

72. Kyrou, I. Stress hormones: physiological stress and regulation of metabolism / I. Kyrou, C. Tsigos // *Curr Opin Pharmacol.* – 2009. – Vol. 9, N 6. – P. 787-93.

73. Lee, H. Pediatric perioperative fluid management / H. Lee, J.T. Kim // *Korean J Anesthesiol.* – 2023. – Vol. 76, N 6. – P. 519-530.

74. Leigh, M.D. Pediatric anesthesia / M.D. Leigh, M.K. Belton // New York, The MacMillan Company, 1948

75. Balanced electrolyte solution with 1% glucose as intraoperative maintenance fluid in infants: a prospective study of glucose, electrolyte, and acid-base homeostasis / U. Lindestam, A. Norberg, P. Frykholm [et al.] // *Br J Anaesth.* – 2025. – Vol. 134, N 5. – P. 1432-1439.

76. Preoperative fasting times for patients undergoing elective surgery at a pediatric hospital in shanghai: the big evidence-practice gap / Y. Li, Q. Lu, B. Wang [et al.] // *J Perianesth Nurs.* – 2021. – Vol. 36, N 5. – P. 559-563.

77. Long, M. Intraoperative gastric tube intubation: a summary of case studies and review of the literature / M. Long, M. Machan, L. Tollinche // *Open J Anesthesiol.* – 2017. – Vol. 7, N 3. – P. 43-62.

78. Maltby, J.R. Fasting from midnight--the history behind the dogma / J.R. Maltby // *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* – 2006. – Vol. 20, N 3. – P. 363-78.

79. Martin, T.W. The “other tube” in the airway: what do we know about it? / T.W. Martin, J.P. Aunspagh // *Anesthesia & Analgesia.* – 2014. – Vol. 118. – P. 501–503.

80. Development of commercial complex bio-impedance spectroscopic system for determining intracellular and extracellular water volumes. / J.R. Matthie, P.O.

Withers, M.D. Van Loan [et al.] // In: Proceedings of the 8th international conference on electrical bio-impedance. – 1992. – P. 203–5.

81. Total body water by BIA in children and young adults with normal and excessive weight / T.K. Mattoo, H. Lu, E. Ayers [et al.] // PLoS One. – 2020. –Vol. 15, N 10. – e0239212.

82. Eu- or hypoglycemic ketosis and ketoacidosis in children: a review / M. Meoli, S.A.G. Lava, G. Bronz [et al.] // *Pediatr Nephrol.* – 2024. – Vol. 39, N 4. – P. 1033-1040.

83. Mesbah, A. Preoperative fasting in children / A. Mesbah, M. Thomas // *BJA Education.* – 2017. – Vol. 17, Issue 10. – P. 346–350.

84. Total body water measurement in childhood / G.P. Milani, F. Paglialonga, S. Consolo [et al.] // *Pediatr Nephrol.* – 2019. – Vol. 34, N 1. – P. 183

85. Miller, M. Bromide space determination using anion-exchange chromatography for measurement of bromide / M. Miller, J. Cosgriff, G. Forbes // *Am J Clin Nutr.* – 1989. – N 50. – P. 168–71.

86. Miller, T.E. Perioperative fluid therapy for major surgery / T.E. Miller, P.S. Myles // *Anesthesiology.* – 2019. – Vol. 130, N 5. – P. 825-832.

87. The use of point of care gastric ultrasound and anesthesia management in pediatric patients with preoperative fasting non-adherence scheduled for elective surgical procedures: a retrospective study / M.D. Mecoli, K. Sahu, J.W. McSoley [et al.] // *BMC Anesthesiol.* – 2024. – Vol. 24, N 1. – P. 237.

88. Institute of Medicine (US) Committee on Military Nutrition Research. Emerging Technologies for Nutrition Research: Potential for Assessing Military Performance Capability. Carlson-Newberry S.J., Costello R.B., editors. Washington (DC): National Academies Press (US); 1997.

89. Phase angle as a prognostic indicator in critically ill children: A systematic review / L.D.A. Oliveira, J.C. Ventura, D.B. Hauschild [et al.]. // *Nutr Clin Pract.* 2024. – Vol. 39, N 2. – P. 385-395.

90. Body composition measurements in normal man: the potassium, sodium, sulfate and tritium spaces in 58 adults / R.N. Pierson, J. Wang, E.W. Colt [et al.]. // *J Chronic Dis.* – 1982. – N 35. – P. 419–28.
91. A comparative study of peri-operative fluid therapy with Ringer lactate and PlasmaLyte in children undergoing intra-abdominal surgery: a randomized control trial / A. Priyanka, U. Ganapathy, R. Choudhary [et al.] // *Cureus.* – 2023. – Vo. 15, N 5. – e39124.
92. Rawlani, S.S. The preoperative fasting conundrum: an audit of practice in a tertiary care children's hospital / S.S. Rawlani, N.M. Dave, P.P. Karnik // *Turk J Anaesthesiol Reanim.* – 2022. – Vol. 50, N 3. – P. 207-211.
93. Preoperative clear fluids fasting times in children: retrospective analysis of actual times and complications after the implementation of 1-h clear fasting / Z. Ricci, D. Colosimo, L. Saccarelli [et al.] // *J Anesth Analg Crit Care.* – 2024. – Vol. 4, N 1. – P. 12.
94. Preoperative fasting in noncardiac surgery in a tertiary pediatric center applying European guidelines: the difficulty of giving drink to the thirsty / Z. Ricci, D. Colosimo, F. Donati [et al.] // *J Anesth Analg Crit Care.* – 2025. – Vol. 5, N 1. – P. 27.
95. Perioperative water and electrolyte balance and water homeostasis regulation in children with acute surgery / D.N. Roberts, P. Vallén, M. Cronhjort [et al.] // *Pediatr Res.* – 2023. – Vol. 94, N 4. – P. 1373-1379. Erratum in: *Pediatr Res.* 2024. – Vol. 95, N 5. – P. 1382.
96. Gastric tubes and airway management in patients at risk of aspiration: history, current concepts, and proposal of an algorithm / M.R. Salem, A. Khorasani, S. Saatee [et al.] // *Anesth Analg.* – 2014. – Vol. 118, N 3. – P. 569-79.
97. Perioperative fluid therapy as a component of accelerated recovery after surgery (ERAS) in children / E. Satvaldieva, Sh. Shorakhmedov, M. Shakarova et al. // *International scientific journal.* – 2023. – Vol. 2, Issue 9. – P. 22-31.

98. Liberal fluid fasting: impact on gastric pH and residual volume in healthy children undergoing general anaesthesia for elective surgery / A.R. Schmidt, K.P. Buehler, C. Both et al. // *Br J Anaesth.* – 2018. – Vol. 121, N 3. – P. 647-655.
99. Gastric pH and residual volume after 1 and 2 h fasting time for clear fluids in children / A.R. Schmidt, P. Buehler, L. Seglias [et al.] // *Br J Anaesth.* – 2015. – Vol. 114, N 3. – P. 477-82.
100. Effect of different quantities of a sugared clear fluid on gastric emptying and residual volume in children: a crossover study using magnetic resonance imaging / A. Schmitz, C.J. Kellenberger, N. Lochbuehler [et al.] // *Br J Anaesth.* – 2012. – Vol. 108, N 4. – P. 644-7.
101. Gastric emptying after overnight fasting and clear fluid intake: a prospective investigation using serial magnetic resonance imaging in healthy children / A. Schmitz, C.J. Kellenberger, R. Liamlahi [et al.] // *Br J Anaesth.* – 2011. – Vol. 107, N 3. – P. 425-9.
102. Preoperative fluid fasting times and postinduction low blood pressure in children: a retrospective analysis / A.F. Simpaio, L. Wu, O. Nelson [et al.] // *Anesthesiology.* – 2020. – Vol. 133, N 3. – P. 523-533.
103. The measurement of total body water in the human subject by deuterium oxide dilution; with a consideration of the dynamics of deuterium distribution / P. Schloerb, B. Friis-Hansen, I. Edelmann [et al.] // *J Clin Invest.* – 1950. – N 29. – P. 1296–310.
104. Evaluation of between-methods agreement of extracellular water measurements in adults and children / A.M. Silva, S.B. Heymsfield, D. Gallagher [et al.] // *Am J Clin Nutr.* – 2008. – Vol. 88, N 2. – P. 315-23.
105. Efficacy of bioelectrical impedance analysis during the perioperative period in children / I.K. Song, D.H. Kim, E.H. Kim [et al.] // *J Clin Monit Comput.* – 2017. – Vol. 31, N 3. – P. 625-630.
106. Ultrasound assessment of gastric volume in the fasted pediatric patient undergoing upper gastrointestinal endoscopy: development of a predictive model

using endoscopically suctioned volumes / A.O. Spencer, A.M. Walker, A.K. Yeung [et al.] // *Paediatr Anaesth.* – 2015. – Vol. 25, N 3. – P. 301-8.

107. Perioperative intravenous fluid therapy in children: guidelines from the association of the scientific medical societies in Germany / R. Sümpelmann, K. Becke, S. Brenner [et al.] // *Paediatr Anaesth.* – 2017. – Vol. 27, N 1. – P. 10-18.

108. Perioperative fluid management in children: can we sum it all up now? / R. Sümpelmann, K. Becke, R. Zander [et al.] // *Curr Opin Anaesthesiol.* – 2019. – N 32. – P. 384-391.

109. Sümpelmann, R. Perioperative Infusionstherapie bei Kindern [Perioperative Infusion Therapy in Children] / R. Sümpelmann, R. Zander, L. Witt // *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther.* – 2020. – Vol. 55, N 5. – P. 324-333.

110. Tan, Z. Pulmonary aspiration under GA: a 13-year audit in a tertiary pediatric unit / Z. Tan, S.Y. Lee // *Paediatr Anaesth.* – 2016. – Vol. 26, N 5. – P. 547-52.

111. Comparison of fluid replacement with sterofundin iso[®] vs. deltajonin[®] in infants undergoing craniofacial surgery – a retrospective study / B. Tan, I. Schütte, M. Engel [et al.] // *J Clin Med.* – 2023. – Vol. 12, N 19. – P. 6404.

112. Consensus statement on clear fluids fasting for elective pediatric general anesthesia / M. Thomas, C. Morrison, R. Newton [et al.] // *Paediatr Anaesth.* – 2018. – Vol. 28, N 5. – P. 411-414.

113. Tsukamoto, M. Intraoperative fluid management in pediatric patients using bioelectrical impedance analysis during oral surgery / M. Tsukamoto, J. Hirokawa, T. Yokoyama // *Pediatric Anesthesia and Critical Care Journal.* – 2017. – Vol. 5, N 2. – P. 81-85.

114. Body composition helps to elucidate the different origins of low serum magnesium in children with obesity compared to children with type 1 diabetes / A. Van Eyck, K.J. Ledeganck, E. Vermeiren [et al.] // *Eur J Pediatr.* – 2023. – Vol. 182, N 8. – P. 3743-3753.

115. Current state of noninvasive, continuous monitoring modalities in pediatric anesthesiology / J.J. van Wijk, F. Weber, R.J. Stolker [et al.] // *Curr Opin Anaesthesiol.* – 2020. – Vol. 33, N 6. – P. 781-787.
116. Short anesthesia without intravenous fluid therapy in children: Results of a prospective non-interventional multicenter observational study / L. Vetter, R. Sümpelmann, D. Rudolph [et al.] // *Paediatr Anaesth.* – 2024. – Vol. 34, N 5. – P. 454-458.
117. Vutskits, L. Fluid fasting in children: solid science? / L. Vutskits, A. Davidson // *Anesthesiology.* – 2020. – Vol. 133, N 3. – P. 493-494.
118. Reducing fasting time before anesthesia for pediatric bronchoscopy: a quality improvement project / Q. Wang, L. Liu, S. Gao [et al.] // *J Perianesth Nurs.* – 2025. – S1089-9472(24)00535-5.
119. Preoperative fasting in children: review of existing guidelines and recent developments / P. Xrykholm, E. Schindler, R. Sümpelmann [et al.] // *Br J Anaesth.* 2018. – Vol. 120, N 3. – P. 469-474.
120. Ying, Y. Enhanced recovery after surgery strategy to shorten perioperative fasting in children undergoing non-gastrointestinal surgery: a prospective study / Y. Ying, H.Z. Xu, M.L. Han // *World J Clin Cases.* – 2022. – Vol. 10, N 16. – P. 5287-5296.
121. Adherence to pre-operative fasting guidelines and associated factors among pediatric surgical patients in selected public referral hospitals, Addis Ababa, Ethiopia: Cross sectional study / A.H. Yimer, L. Haddis, M. Abrar [et al.] // *Ann Med Surg (Lond).* – 2022. – Vol. 78. – P. 103813.
122. A review of pediatric fasting guidelines and strategies to help children manage preoperative fasting / E. Zhang, N. Hauser, A. Sommerfield [et al.] // *Paediatric Anaesthesia.* – 2023. – Vol. 33, N 12. – P. 1012-1019.
123. Optimizing pediatric preoperative fasting management: a survey of practices and real durations in Chinese hospitals / B. Zhang, S. Pan, J. Zheng [et al.] // *BMC Anesthesiol.* – 2025. – Vol. 25, N 1. – P. 204.

124. Zhou, S.G. Human body water composition measurement: methods and clinical application / S.G. Zhou, W. Chen // *Zhongguo Yi Xue Ke Xue Yuan Xue Bao.* – 2018. – Vol. 40, N 5. – P. 603-609.
125. Impact of liberal preoperative clear fluid fasting regimens on the risk of pulmonary aspiration in children (EUROFAST): an international prospective cohort study / P. Frykholm, A.R. Modiri, A. Klaucaue [et al.]. // *Br J Anaesth.* 2025. – Vol. 135, N 1. – P. 141-147.
126. Disma, N. Preoperative fasting in paediatric anaesthesia: a movie with a predicable ending / N. Disma, W. Habre // *Br J Anaesth.* – 2025. – Vol. 135, N 1. – P. 14-16.