

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТИНА ОСТРОГО ПОЧЕЧНОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ У ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА ПОСЛЕ КАРДИОХИРУРГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

ХАЙДАРОВ АЛИШЕР ЭРКИНОВИЧ, ORCID ID: 0009-0002-5903-8786, канд. мед. наук, заведующий отделением кардиоанестезиологии, кардиореанимации и искусственного кровообращения, ГУ «Республиканский специализированный научно-практический центр хирургии имени академика В. Вахидова», Узбекистан, г. Ташкент, ул. Кичик Халка Йули, 10; ассистент Кафедры хирургии и трансплантологии Ташкентского государственного стоматологического института, Узбекистан, Ташкент, ул. Махтумкули, 103. E-mail: akhaydarov@mail.ru

МАРДОНОВ ЖАМШИД НОРМУРOTOVИЧ, ORCID ID: 0000-0002-0673-5265, канд. мед. наук, руководитель отдела патогистологических, морфологических и научных исследований ГУ «Республиканский специализированный научно-практический центр хирургии имени академика В. Вахидова», Узбекистан, г. Ташкент, ул. Кичик Халка Йули, 10.; доцент Кафедры хирургии и трансплантологии Ташкентского государственного стоматологического института, Узбекистан, Ташкент, ул. Махтумкули, 103. E-mail: doctor_jamshid@inbox.ru

СОБИРОВ ДОНИЁР МУРОДЖОНОВИЧ, ORCID ID: 0009-0005-4903-7538, соискатель ученой степени канд. мед. наук, сотрудник отделения кардиоанестезиологии, кардиореанимации и искусственного кровообращения, ГУ «Республиканский специализированный научно-практический центр хирургии имени академика В. Вахидова», Узбекистан, г. Ташкент, ул. Кичик Халка Йули, 10. E-mail: doniyorism70@gmail.com

ХАЛИКУЛОВ ХУСАН ГАЗИХАНОВИЧ, ORCID ID: 0000-0001-7075-8798, канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения ишемической болезни сердца и её осложнений, ГУ «Республиканский специализированный научно-практический центр хирургии имени академика В. Вахидова», Узбекистан, г. Ташкент, ул. Кичик Халка Йули, 10.; доцент Кафедры хирургии и трансплантологии Ташкентского государственного стоматологического института, Узбекистан, Ташкент, ул. Махтумкули, 103. E-mail: hg27@mail.ru

ИРМАТОВ САРВАР ХИКМАТУЛЛАЕВИЧ, ORCID ID: 0000-0003-3023-4038, докт. мед. наук, главный врач станции переливания крови, ГУ «Республиканский специализированный научно-практический центр хирургии имени академика В. Вахидова», Узбекистан, г. Ташкент, ул. Кичик Халка Йули, 10. E-mail: ih_sarvarbek@mail.ru

Реферат. Введение. Наиболее часто встречающимся осложнением у детей раннего возраста после кардиохирургических операций является периоперативное острое почечное повреждение. Это состояние связано с высоким риском летальности и значительными морфологическими изменениями в почках, что требует комплексного и своевременного лечения. **Цель исследования** – улучшить результаты послеоперационного комбинированного лечения у детей раннего возраста с острым почечным повреждением путём оценки морфофункциональных структур почек, а также эффективности раннего перитонеального диализа. **Материал и методы.** Клинико-анатомический анализ проведён на материале 23 детей раннего возраста, умерших после кардиохирургических операций, включавших коррекцию врожденных пороков сердца. Морфологические исследования включали изучение истории болезни, патологоанатомические вскрытия и гистологическое исследование почечной ткани. **Результаты и их обсуждение.** Были зафиксированы гемодинамические нарушения на 1-е и 2-е сутки после операций, включая снижение часового диуреза и повышение уровня сывороточного креатинина. Основные морфологические изменения включали некроз нефроцитов извитых канальцев в 48,6% случаев и дистрофические изменения в 51,3% наблюдений, что сопровождалось полиорганной недостаточностью. **Заключение.** После применения кардиотропной и нефропротекторной терапии, включая ранний перитонеальный диализ, у части детей отмечалось восстановление нефронов с формированием клеточных цилиндров и фиксацией осмоллярного диализата в петле Генле.

Ключевые слова: острое почечное повреждение, дети раннего возраста, кардиохирургические операции, морфологические изменения, перитонеальный диализ.

Для ссылки: Хайдаров А.Э., Мардонов Ж.Н., Собиров Д.М., [и др.]. Морфологическая картина острого почечного повреждения у детей раннего возраста после кардиохирургических операций // Вестник современной клинической медицины. – 2024. – Т. 17, вып. 6. – С.65–70. DOI: 10.20969/VSKM.2024.17(6).65-70.

MORPHOLOGICAL PICTURE OF ACUTE KIDNEY INJURY IN YOUNG CHILDREN AFTER CARDIAC SURGERY

KHAYDAROV ALISHER E., ORCID ID: 0009-0002-5903-8786, Cand. sc. med., Head of the Department of Cardiac Anesthesiology, Cardiac Resuscitation and Artificial Circulation, Republican Specialized Scientific and Practical Center of Surgery named after Academician V. Vakhidov, 10 Kichik Khalka Yuli str., Tashkent, Uzbekistan; Assistant Professor at the Department of Surgery and Transplantology, Tashkent State Dental Institute, 103 Makhtumkuli str., Tashkent, Uzbekistan. E-mail: akhaydarov@mail.ru

MARDONOV JAMSHID N., ORCID ID: 0000-0002-0673-5265, Cand. sc. med., Head of the Department of Pathological Anatomy, Republican Specialized Scientific and Practical Center of Surgery named after Academician V. Vakhidov, 10 Kichik Khalka Yuli str., Tashkent, Uzbekistan; Associate Professor at the Department of Surgery and Transplantology, Tashkent State Dental Institute, 103 Makhtumkuli str., Tashkent, Uzbekistan. E-mail: doctor_jamshid@inbox.ru

SOBIROV DONIYOR M., ORCID ID: 0009-0005-4903-7538, Applicant for the degree of Cand. sc. med., Employee at the Department of Cardiac Anesthesiology, Cardiac Resuscitation and Artificial Circulation, Republican Specialized Scientific and Practical Center of Surgery named after Academician V. Vakhidov, 10 Kichik Khalka Yuli str., Tashkent, Uzbekistan. E-mail: doniyorism70@gmail.com

KHALIKULOV KHUSAN G., ORCID ID: 0000-0001-7075-8798, Cand. sc. med, Senior Researcher at the Department of Ischemic Heart Disease and Its Complications, Republican Specialized Scientific and Practical Center of Surgery named after Academician V. Vakhidov, 10 Kichik Khalka Yuli str., Tashkent, Uzbekistan. Associate Professor, Department of Surgery and Transplantology, Tashkent State Dental Institute, 103 Makhtumkuli str., Tashkent, Uzbekistan. E-mail: hg27@mail.ru

IRMATOV SARVAR KH., ORCID ID: 0000-0003-3023-4038, Dr. sc. med, Head of the Blood Transfusion Department, Republican Specialized Scientific and Practical Center for Surgery named after Academician V. Vakhidov, 10 Kichik Khalka Yuli str., Tashkent, Uzbekistan. E-mail: ih_sarvarbek@mail.ru

Abstract. Introduction. The most common complication in young children after cardiac surgery is perioperative acute kidney injury. This condition is associated with a high mortality risk and significant morphological changes in the kidneys, which require complex and timely treatment. **Aim:** To improve the outcomes of combined postoperative treatment in young children with acute kidney injury by assessing the morpho-functional structures of the kidneys, as well as the effectiveness of early peritoneal dialysis. **Materials and Methods:** Clinical and anatomical analysis was performed on the material of 23 young children who died after cardiac surgery that had included correction of congenital heart defects. Morphological studies included investigation of their medical histories, post-mortem examinations, and histological examinations of renal tissues. **Results and Discussion.** Hemodynamic disturbances were recorded on the 1st and 2nd days after surgery, including a decrease in hourly diuresis and an increase in serum creatinine levels. The main morphological changes included necrosis of convoluted tubule nephrocytes in 48.6% of cases and dystrophic changes in 51.3% of cases, which was accompanied by multiple organ failure. **Conclusions.** After the use of cardiotropic and nephroprotective therapy, including early peritoneal dialysis, some children showed restoration of nephrons with the formation of cellular cylinders and fixation of osmolar dialysate in the loop of Henle.

Keywords: acute kidney injury, young children, cardiac surgery, morphological changes, peritoneal dialysis.

For reference: Khaydarov AE, Mardonov JN, Sobirov DM, et al. Morphological picture of acute kidney injury in young children after cardiac surgery. The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine. 2024; 17 (6): 65-70.

DOI: 10.20969/VSKM.2024.17(6).65-70.

Введение. Острое почечное повреждение (ОПП) является распространенным и серьезным осложнением у детей раннего возраста, перенесших кардиохирургические операции с использованием искусственного кровообращения (ИК) [1, 2]. Согласно литературным данным, частота кардиохирургически-ассоциированного ОПП (КХА-ОПП) у детей достигает 22-64%, что значительно увеличивает риск госпитальной летальности до 30% [3, 4]. Поскольку почки у новорожденных и детей раннего возраста находятся в стадии развития, они особенно уязвимы к ишемическим повреждениям и токсическим воздействиям во время операций на сердце [5, 6].

Литературный анализ указывает на важность раннего начала заместительной почечной терапии (например, перитонеального диализа (ПД)) для предотвращения тяжелых повреждений почек и улучшения клинических исходов [7, 8]. Тем не менее, вопрос о наиболее эффективных сроках и методах проведения диализа остается открытым [9, 10, 11]. В связи с этим актуально исследование, направленное на оценку морфологических изменений почек у детей после кардиохирургических вмешательств и анализ влияния раннего ПД.

Цель исследования – оценить морфологические изменения почек у детей раннего возраста после кардиохирургических операций с применением ИК и проанализировать эффективность раннего перитонеального диализа для улучшения клинических исходов и предотвращения осложнений.

Материалы и методы. Проведен клинико-анатомический анализ данных 23 детей, умерших после кардиохирургических вмешательств по поводу врожденных пороков сердца (ВПС). Возраст детей варьировался от 10 дней до 36 месяцев. В исследовании изучались операции, включающие коррекцию транспозиции магистральных сосудов (ТМС),

атрезии легочной артерии (АЛА), тетрады Фалло (ТФ), тотального аномального дренажа легочных вен (ТАДЛВ), атриовентрикулярного канала (АВК), двойного отхождения магистральных сосудов от правого желудочка (ДОМС от ПЖ), дефект межжелудочковой перегородки с высокой легочной гипертензией (ДМЖП с ВЛГ), протезирование митрального клапана (ПМК) и комбинированные операции (КО).

Морфологическое исследование почек проводилось с использованием гематоксилин-эозинового окрашивания и других стандартных методов для оценки изменений в почечной ткани.

Результаты.

1. Клинические данные: в среднем операции длились 232,7±48,1 минут, время пребывания на искусственном кровообращении – 165,2±51,3 минут. После операции отмечалось значительное увеличение уровня сывороточного креатинина (СКр) и снижение скорости клубочковой фильтрации (СКФ) (табл. 1).

Характеристика оперированной кардиальной патологии представлены на рис. 1. Были выполнены коррекции ТМС у 3 детей, АЛА – у 2, ТФ – у 3,

Таблица 1

Динамика уровня креатинина и СКФ до и после операции

Table 1

Creatinine and GFR dynamics before and after surgery

Показатель	До операции	После операции
СКр (мкмоль/л)	35,5±2,4	49,4±5,3*
СКФ (мл/мин)	108,15±12,6	69,13±10,1*

Примечание: повышение уровня креатинина на 13,9 мкмоль/л и снижение СКФ на 39,02 мл/мин указывают на развитие почечной дисфункции (p < 0,05).

Note: An increase in creatinine by 13.9 μmol/L and a decrease in GFR by 39.02 ml/min indicate the development of renal dysfunction (p < 0.05).

ХАРАКТЕРИСТИКА ОПЕРИРОВАННОЙ КАРДИАЛЬНОЙ ПАТОЛОГИИ

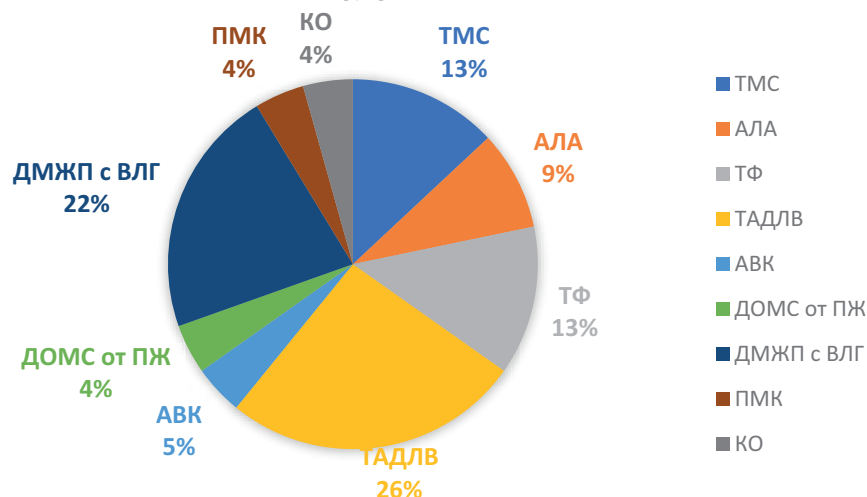


Рисунок 1. Характеристика оперированной кардиальной патологии
Figure 1. Characteristics of the operated cardiac pathology

ТАДЛВ – у 6, АВК – у 1, ДОМС от ПЖ – у 1, ДМЖП с ВЛГ – у 5, ПМК – у 1, КО – у 1.

2. Морфологические изменения почек: морфологические исследования выявили три основные группы повреждений:

Группа 1: Некроз эпителия проксимальных канальцев. В большинстве случаев повреждение почек проявлялось некрозом эпителия проксимальных канальцев, что связано с ишемией и токсическим воздействием препаратов. Этот тип повреждений наблюдался у 59,3% пациентов [5] (табл. 2).

На гистологических срезах почечной ткани видны признаки некроза эпителия проксимальных канальцев. Часть клеток полностью разрушена, наблюдаются обрывки клеточных структур, ядра либо отсутствуют, либо подверглись лизису. Такие изменения характерны для ишемического повреждения почек, вызванного длительным периодом гипоксии или гипоперфузии. Проксимальные канальцы повреждены в результате ишемии, вызванной гипоперфузией во время искусственного кровообращения (рис. 2).

Группа 2: Гидропическая дистрофия. У 40,7% детей развивалась гидропическая дистрофия нефроцитов, которая возникала в результате осмотического стресса при инфузионной терапии (табл. 2). Это состояние могло прогрессировать до колликвационного некроза, что усугубляло повреждение почек.

На гистологических срезах видны признаки набухания цитоплазмы нефроцитов с наличием прозрачных вакуолей. Гидропическая дистрофия является результатом осмотического дисбаланса, который часто наблюдается при массивных инфузиях после операций. Если причины осмотического стресса не устранены, состояние может перейти в некроз. Дистрофические изменения способствуют прогрессирующему нарушению функции почек, если не проводится своевременная коррекция водно-электролитного баланса (рис. 3).

Группа 3: Тубулорексис и формирование клеточных цилиндров. У 47,8% пациентов наблюдался разрыв канальцев (тубулорексис) и образование

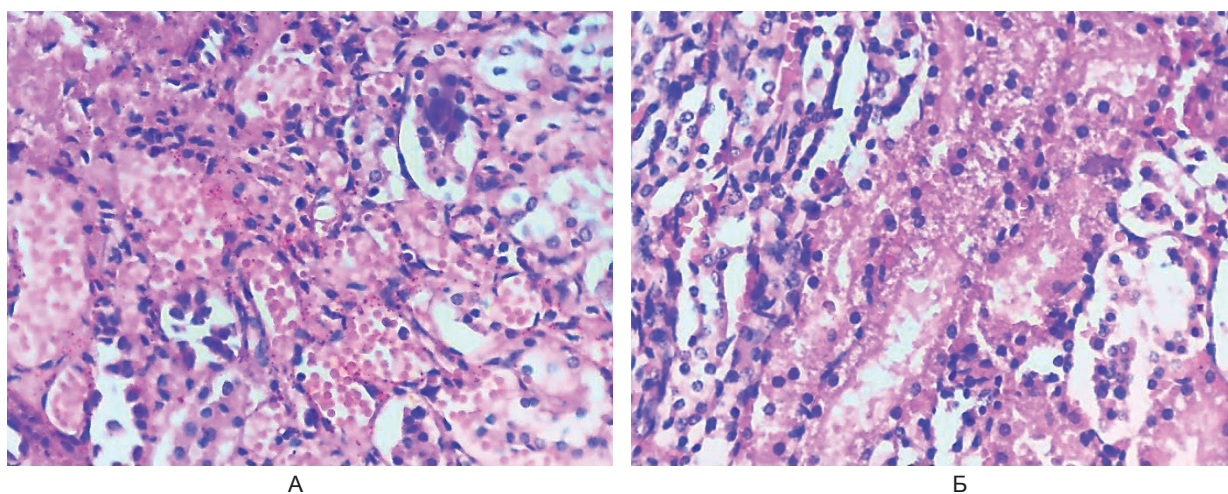
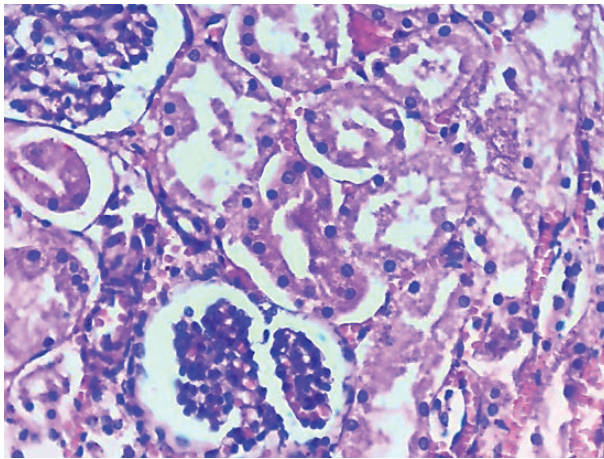
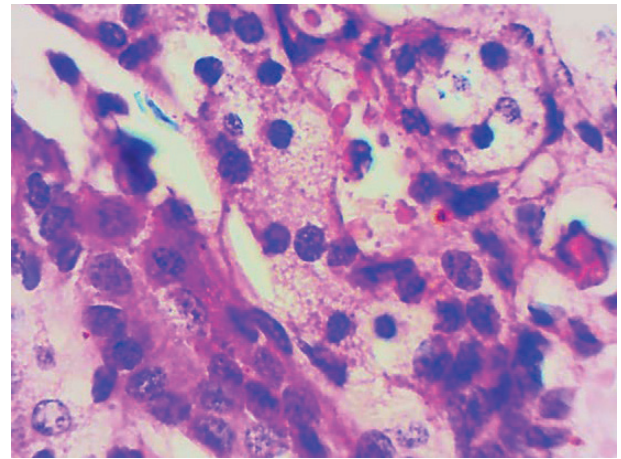


Рисунок 2. А и Б. Некроз эпителия проксимальных канальцев. СМ. Г-Э. 10x4
Figure 2. A and B. Necrosis of proximal tubule epithelium. LM. G-E. 10x4



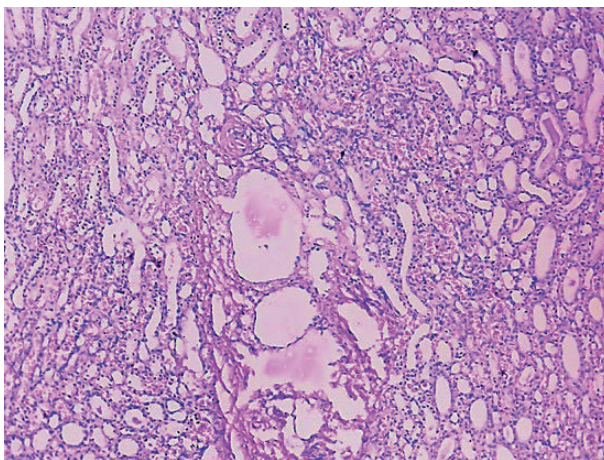
А. СМ. Г-Э. 10x4



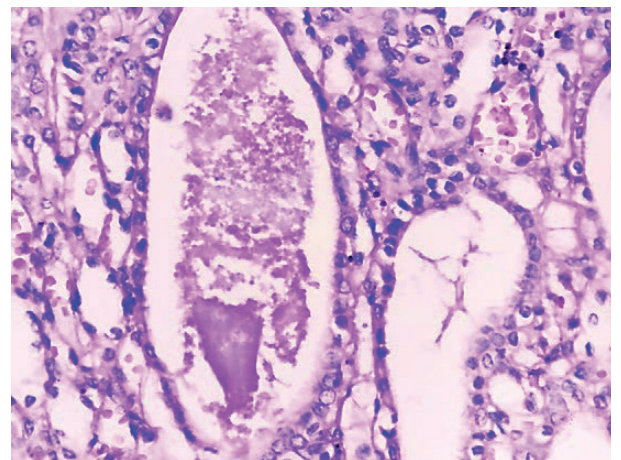
Б. СМ. Г-Э. 10x10

Рисунок 3. А и Б. Гидропическая дистрофия нефроцитов.

Figure 3. A and B. Hydropic dystrophy of nephrocytes.



А. СМ. Г-Э. 10x2



Б. СМ. Г-Э. 10x10

Рисунок 4. А и Б. Тубулорексис и формирование клеточных цилиндров.

Figure 4. A and B. Tubulorhexis and formation of cell cylinders.

Таблица 2

Морфологические изменения почек у детей с острым повреждением почек (ОПП)

Table 2

Morphological kidneys changes in children with acute kidney injury (AKI)

Группа	Патологические изменения	Количество (n=23)	Процент (%)
Группа 1	Некроз эпителия проксимальных канальцев	14	59,3
Группа 2	Гидропическая дистрофия, осмотический нефроз	9	40,7
Группа 3	Тубулорексис, формирование клеточных цилиндров	11***	47,8***

Примечание: наиболее частым повреждением был некроз проксимальных канальцев (59,3%), что свидетельствует о значительных ишемических повреждениях. Статистическая значимость различий между группами подтверждена критерием χ^2 ($p < 0,05$).

Note: The most common injury was proximal tubular necrosis (59.3%), indicating significant ischemic injury. The statistical significance of differences between groups was confirmed by the χ^2 criterion ($p < 0.05$).

клеточных цилиндров (табл.2). Эти изменения приводили к обструкции канальцев и тяжелому нарушению фильтрационной функции почек [2, 7].

При морфологическом исследовании был выявлен разрыв стенок канальцев (тубулорексис) с образованием цилиндров, состоящих из слущенных клеток и белковых масс в просвете канальцев. Эти цилиндры блокируют канальцы, что приводит к дальнейшей ишемии и повреждению окружающих тканей. Тубулорексис является признаком необра-

тимого повреждения почек, часто ассоциированного с тяжёлыми стадиями ОПП, и требует немедленного медицинского вмешательства (рис. 4).

3. Применение ПД: раннее начало перитонеального диализа (группа А) показало значительное снижение летальности (28,6%) по сравнению с поздним началом диализа (группа В), где летальность составила 62,5% ($p < 0,05$) (табл.3). Также в группе В наблюдались более выраженные морфологические изменения почек, включая тубулорексис и некроз канальцев.

Сравнение исходов у детей с ранним и поздним применением перитонеального диализа

Table 3

Comparison of outcomes in children with early and late use of peritoneal dialysis

Группа	Начало перитонеально-го диализа	Летальность	Морфологические изменения (тяжелые стадии)	Примечания
Группа А	1-е сутки	28,6%	36%	Раннее вмешательство улучшало исходы
Группа В	3-4 сутки	62,5%*	67%*	Позднее вмешательство повышало летальность

Примечание: Статистическая значимость различий между группами А и В по летальности и степени морфологических изменений ($p < 0.05$).

Note: Statistical significance of differences between groups A and B in mortality and the degree of morphological changes ($p < 0.05$).

Обсуждение.

Морфологические изменения почек, выявленные в ходе исследования, согласуются с литературными данными. По данным Kwiatkowska и соавторов [9], длительная ишемия при кардиохирургических операциях приводит к некрозу проксимальных канальцев, что наблюдалось у 59,3% пациентов в нашем исследовании. Гидропическая дистрофия и осмотический нефроз, обнаруженные у 40,7% детей, также являются типичными для состояния гипоперфузии и массивной инфузионной терапии [12].

Особое внимание заслуживает тубулорексис, обнаруженный у 47,8% пациентов, который привел к обструкции канальцев и тяжелому ухудшению фильтрационной функции почек. Данные исследования Lex DJ et al. [10] подтверждают, что тубулорексис является серьезным осложнением ОПП и значительно повышает риск летального исхода. Образование клеточных цилиндров в просветах канальцев усугубляло почечную недостаточность и затрудняло восстановление функции почек.

Применение ПД показало высокую эффективность в предотвращении прогрессирования ОПП, особенно при его раннем применении в первые сутки после операции. Согласно данным метаанализа Singh SP et al. [4], раннее применение ПД значительно снижает риск тяжелых морфологических повреждений и уменьшает летальность. В нашем исследовании раннее начало ПД привело к снижению летальности до 28,6%, тогда как в группе с поздним применением диализа этот показатель составил 62,5% ($p < 0,05$).

Таким образом, результаты нашего исследования подтверждают эффективность раннего ПД и необходимость его использования для предотвращения тяжелых морфологических изменений почек у детей после кардиохирургических операций.

Заключение.

Основные морфологические изменения почек у детей после кардиохирургических операций включают некроз эпителия проксимальных канальцев, гидропическую дистрофию и тубулорексис. Эти повреждения связаны с длительной ишемией, гипоперфузией и токсическим воздействием препаратов.

Раннее применение ПД в первые сутки после операции значительно улучшает клинические исходы, снижая летальность и степень морфологических

изменений. Позднее начало ПД (на 3-4 сутки) связано с ухудшением прогноза и более выраженными повреждениями почек.

Для предотвращения тяжелых осложнений у детей с КХ-ОПП необходимо раннее прогнозирование почечной дисфункции с использованием биомаркеров и своевременное начало заместительной почечной терапии.

Выводы.

КХА-ОПП у детей представляет собой серьезную угрозу, значительно увеличивающую уровень летальности.

Раннее вмешательство в виде ПД доказало свою эффективность в предотвращении прогрессирования ОПП и улучшении исходов, что подтверждается снижением летальности до 28,6% ($p < 0,05$) в группе с ранним ПД.

Морфологические исследования почек выявили серьезные повреждения (некрозы, тубулорексис), требующие незамедлительной терапии для предотвращения необратимых изменений.

Для снижения частоты тяжелых исходов важно проводить раннюю диагностику почечной дисфункции и корректировать терапию в зависимости от выявленных изменений.

ОПП у детей раннего возраста после кардиохирургических операций остается важной проблемой. В ходе нашего исследования выявлено, что основные морфологические изменения почек включают некроз эпителия, гидропическую дистрофию и тубулорексис, которые могут быть предотвращены ранним применением ПД. Наши результаты подчеркивают необходимость ранней диагностики и своевременного вмешательства для улучшения клинических исходов и снижения летальности у детей с КХ-ОПП.

Прозрачность исследования. Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать. Было получено письменное согласие пациента на использование его изображения в данной публикации.

Декларация о финансовых и других взаимоотношениях. Все авторы принимали участие в разработке концепции и дизайна исследования и в написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Авторы не получали гонорар за исследование.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Селиверстова А.А., Савенкова Н.Д., Хубулава Г.Г., [и др.]. Острое повреждение почек у новорожденных и детей грудного возраста с врожденными пороками сердца после кардиохирургических вмешательств // Нефрология. – 2017. – № 21 (3). – С.54–60. [Seliverstova AA, Savenkova ND, Khubulava GG, et al. Ostroye povrejdeniye pochek u novorojdennyh b detey grudnogo vozrasta s vrojdennymi porokami serdtsa posle kardiohirurgicheskikh vmeshatelstv [Acute kidney injury in newborns and infants with congenital heart defects after cardiac surgery]. Nephrologiya [Nephrology]. 2017; 21 (3): 54–60. (in Russ.)]. DOI: 10.24884/1561–6274–2017–3–54–60
2. Alam S, Shalini A, Hegde RG, et al. A comparative study of the risk stratification models for pediatric cardiac surgery. Egypt J Crit Care Med. 2018; 6 (1): 58. DOI: 10.1016/j.ejccm.2018.03.001
3. Смирнов А.В., Добронравов В.А., Румянцев А.Ш., Каюков И.Г. Острое повреждение почек. – Москва: Медицинское информационное агентство, 2015. – 483 с. [Smirnov AV, Dobronravov VA, Rumyantsev ASH, Kayukov IG. Ostroye povrejdeniye pochek [Acute kidney injury]. Moskva: Meditsinskoye informatsionnoye agenstvo [Moscow: Medical Information Agency]. 2015; 483 p. (In Russ.)].
4. Singh SP. Acute kidney injury after pediatric cardiac surgery. Ann Card Anesth. 2016; 19 (2): 306–313. DOI: 10.4103/0971–9784.179635
5. Криволапов Ю.А. (ред.). Макроскопическое исследование биопсийного и операционного материала: Руководство для врачей–патологоанатомов. – Москва: Практическая медицина, 2020. – 352 с. [Krivolapov YA, ed. Makroskopicheskoye issledovaniye biopsiynogo i operatsionnogo materiala: Rukovodstvo dlya vrachey–patologoanatomov [Gross examination and sampling of biopsy and surgical specimens: a guide for pathologists]. Moskva: Prakticheskaya meditsina [Moscow: Preventive medicine], 2020; 352 p. (In Russ.)].
6. Тусупбекова М.М. Клиническая патоморфология: учебное пособие. – Алматы: Эверо, 2012. – 184 с. [Tusupbekova MM. Klinicheskaya patomorfologiya: Uchebnoye posobiye [Clinical pathomorphology: Textbook]. Almaty: Evero [Almaty: Evero]. 2012; 184 p. (In Russ.)].
7. Selewski DT, Cornell TT, Heung M, et al. Validation of the KDIGO acute kidney injury criteria in a pediatric critical care population. Intensive Care Med. 2014; 40 (10): 1481–1488. DOI: 10.1007/s00134–014–3391–8
8. Westra HW, Hruban RH, Phelps TH, et al. Surgical pathology dissection: An illustrated guide; 2nd ed. New York: Springer. 2003; 278 p.
9. Kwiatkowska E, Kwiatkowski S, Dziedziejko V, et al. Renal Microcirculation Injury as the Main Cause of Ischemic Acute Kidney Injury Development. Biology. 2023; 12: 327. DOI: 10.3390/biology12020327
10. Lex DJ, Tóth R, Cserép Z, et al. A comparison of the systems for the identification of postoperative acute kidney injury in pediatric cardiac patients. Ann Thorac Surg. 2014; 97 (1): 202–210. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2013.09.014
11. Massoth C, Zarbock A, Meersch M. Acute Kidney Injury in Cardiac Surgery. Crit Care Clinics. 2021; 37 (2): 267–278. DOI: 10.1016/j.ccc.2020.11.009
12. Giulio R, Pietro G, Delfina P, et al. Acute Kidney Injury in Children: A Focus for the General Pediatrician. Children. 2024; 11 (8): 1004. DOI: 10.3390/children11081004