

ВЛИЯНИЕ ВИТАМИНОВ А И Е НА МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЧКИ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ГИДРОНЕФРОЗЕ В ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ



А. Г. Рогульский, В. И. Ковальчук, Е. Ч. Михальчук

Гродненский государственный медицинский университет, Гродно, Беларусь

Введение. Основным методом лечения врожденного гидронефроза является хирургический – устранение причины, вызвавшей обструкцию в пиелоуретральном сегменте, однако морфологические изменения диаметров почечных телец, сосудистых клубочков, а также диаметра канальцевых структур сохраняются и в послеоперационном периоде.

Цель – оценить эффективность послеоперационного применения витаминов А и Е в коррекции морфометрических параметров почечной ткани на модели обратимого гидронефроза у крыс.

Материал и методы. Исследование выполнено на 36 беспородных белых крысах (обоих полов) массой 150–200 г. Животные были разделены на 2 группы: контрольная (с моделированным односторонним обратимым гидронефрозом, $n=18$) и опытная группа ($n=18$). Крысам контрольной и опытной групп выполнялось моделирование одностороннего гидронефроза (справа).

Животным обеих групп на 14-е сутки выполнялось повторное хирургическое вмешательство, направленное на устранение неполной обструкции.

Животным опытной группы в послеоперационном периоде перорально по зонду 1 раз в сутки комплексно вводились витамины А и Е в форме раствора в дозе – витамин А (0,5 мг/кг), витамин Е (0,5 мг/кг) 1 раз в сутки на протяжении 3, 7 и 10-и суток.

Животных обеих групп выводили из эксперимента на 3, 7, 10-е сутки после хирургической коррекции гидронефроза, извлекали почку (правую), брали материал для гистологических исследований.

Результаты. В результате исследования выявлены статистически значимые изменения размеров почечных телец, сосудистых клубочков и канальцевых структур при сравнении с контрольной группой на 7-е и 10-е сутки после хирургической коррекции гидронефроза ($p<0,05$).

Выводы. К 10-м суткам в опытной группе зафиксирована наиболее благоприятная морфологическая картина: уменьшение диаметра почечных телец и канальцевых структур ($p<0,05$) по сравнению с контролем указывает на подавление склеротических процессов и улучшение трофики паренхимы, вероятно, реализуемое через мембраностабилизирующее действие токоферола и регенераторный потенциал ретинола.

Ключевые слова: гидронефроз, почка, нефрон, извитые канальцы, собирательные трубочки, крысы

Для цитирования: Рогульский, А. Г. Влияние витаминов А и Е на морфологические изменения почки при экспериментальном гидронефрозе в послеоперационном периоде / А. Г. Рогульский, В. И. Ковальчук, Е. Ч. Михальчук // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2026. Т. 24, № 3. С. 283-287. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2026-24-3-283-287>

Введение

Основным методом лечения врожденного гидронефроза является хирургический – устранение причины, вызвавшей обструкцию в пиелоуретральном сегменте, однако морфологические нарушения (атрофия канальцевого эпителия, склерозирование клубочков, расширение собирательных трубочек) могут прогрессировать даже после успешной операции, формируя основу для хронической болезни почек [1, 2]. После операций на пиелоуретральном сегменте важным является применение технологий (методов коррекции), направленных на профилактику нарушений уродинамики верхних и нижних мочевыводящих путей, стимуляцию репаративных процессов [3].

Витамин А участвует в регулировании и стимуляции роста и дифференцировке различных клеток, в поддержании структурной целостности эпителиальных клеток [4]. Витамин Е – антиоксидант, играет важную роль в сохранении структуры клеточных мембран, предохраняет от окисления мембранные белки, защищает от окисления двойные связи в молекулах каротина и витамина А, активизирует ферментативную

антиоксидантную защиту. Он проявляет также свойства антигипоксанта, стабилизируя митохондриальные мембраны и экономя потребление кислорода клетками. Витамин Е необходим для регенерации тканей, участвует в формировании коллагеновых и эластичных волокон межклеточного вещества, является эффективным иммуномодулятором, не токсичен, даже при значительных (в 10–20 раз больше суточной потребности) и длительных превышениях его дозировки [5].

В этой связи актуальность приобретает фармакологическая поддержка регенераторных процессов. Витамины А (ретинол), как фактор роста эпителия, и Е (токоферол), как мощный антиоксидант, являются патогенетически обоснованными кандидатами для терапии, направленной на минимизацию остаточных морфологических изменений в почке.

Цель работы – оценить эффективность послеоперационного применения витаминов А и Е в коррекции морфометрических параметров почечной ткани на модели обратимого гидронефроза у крыс.

Материал и методы

Исследование выполнено на 36 беспородных белых крысах (обоих полов) массой 150–200 г. Животные были разделены на 2 группы: контрольная (с моделированным односторонним обратимым гидронефрозом, $n=18$) и опытная группа ($n=18$). Крысам контрольной и опытной групп выполнялось моделирование одностороннего гидронефроза (справа) [2].

Животным обеих групп на 14-е сутки выполнялось повторное хирургическое вмешательство, направленное на устранение неполной обструкции путем удаления катетера из мочеточника и рассечения фиксирующего узла. Крысам опытной группы в послеоперационном периоде перорально по зонду 1 раз в сутки комплексно назначались витамины А и Е в форме раствора, в дозах – витамин А (0,5 мг/кг), витамин Е (0,5 мг/кг) 1 раз в сутки на протяжении 3, 7 и 10-и суток.

Животных обеих групп выводили из эксперимента на 3, 7, 10-е сутки после хирургической коррекции гидронефроза, извлекали почку (правую), брали материал для гистологических исследований [2]. Взятый материал после фиксации в жидкости Карнуа, заключали в парафин. Изготовленные серийные срезы толщиной 5 мкм окрашивали для морфологических исследований гематоксилином и эозином. В гистологических срезах почек экспериментальных животных определяли следующие параметры структур почечной паренхимы: диаметр почечных телец (ДПТ) и сосудистых клубочков (ДСК), диаметр проксимальных извитых канальцев (ДПрК), диаметр дистальных извитых канальцев (ДДК), диаметр собирательных трубок (ДСТ). Морфометрические исследования проводили с помощью системы компьютерного анализа изображений Bioscan NT 2.0 и микроскопа Axioscop 2 plus (Zeiss, Германия) ($\times 200$).

Для обработки результатов измерений были использованы программы StatSoft Statistica 10 и RStudio 2022. Описательные статистики численных показателей в группах представлены в виде медианы с 1-м и 3-м квартилями (Me (Q1; Q3)). Сравнение двух независимых групп выполнено при помощи непараметрического критерия Манна-Уитни. Пороговое значение уровня статистической значимости было принято равным 0,05.

Результаты и обсуждение

При изучении препаратов опытной группы животных на 3-и сутки (пероральное комплексное введение витаминов А и Е) обнаружены выраженные изменения паренхимы как коркового, так и мозгового вещества, характерные для почек животных с моделированным обструктивным гидронефрозом [5]. Так, в корковом веществе встречались морфологически измененные почечные тельца и сосудистые клубочки как с уменьшением количества структурных элементов, вплоть до запустевания клубочков, так и с пролиферацией мезангия различной степени выраженности, с фибропластическими изменениями и коллапсом гемокапилляров (рис. 1).

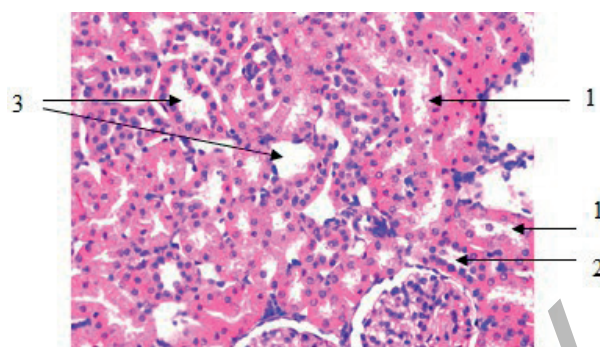


Рисунок 1 – Коровое вещество почек крыс после хирургической коррекции обструктивного гидронефроза на 3-и сутки перорального применения витаминов А и Е. Отмечается расширение просветов проксимальных (1) и дистальных (2) извитых канальцев, собирательных трубок (3). Окраска гематоксилином и эозином, $\times 200$

Figure 1. – The renal cortex of rats after surgical correction of obstructive hydronephrosis at the 3rd day of oral injection of vitamins A and E. Dilation of the lumens of the proximal (1) and distal (2) convoluted tubules and collecting ducts (3) is noted. Hematoxylin and eosin staining, $\times 200$

Относительно сохраненные клубочки гипертрофированы. Отмечена неспецифическая стромальная реакция, заключающаяся в полнокровии сосудов, очаговой лимфоидно-клеточной инфильтрации, склерозе и отеке интерстиция. Диаметр почечных телец (91,807 (86,832; 95,96) мкм) и сосудистых клубочков (75,874 (72,296; 82,336) мкм) ниже, чем у животных контрольной группы. Диаметры канальцевых структур: проксимальных (38,441 (34,899; 41,02) мкм), дистальных (25,741 (24,141; 28,583) мкм) канальцев и собирательных трубочек (32,47 (29,14; 34,597) мкм) оставались значительно расширенными, однако меньше, чем в контрольной группе. Также сохранялась выраженная атрофия эпителия канальцевых структур.

Изменения морфометрических показателей почечной ткани на 3-и сутки перорального применения витаминов А и Е представлены в таблице 1.

При изучении препаратов опытной группы животных на 7-е сутки (пероральное введение витаминов А и Е) сохранялись изменения почечной паренхимы, однако по сравнению с животными предыдущей группы выраженность их несколько снижалась. Так, в корковом веществе встречались морфологически измененные почечные тельца и сосудистые клубочки как с уменьшением количества структурных элементов, так и с пролиферативными изменениями мезангия разной степени выраженности. Часть сосудистых клубочков была гипертрофирована. Сохранялась неспецифическая стромальная реакция, заключающаяся в расширении перитубулярных капилляров, отеке интерстиция. Диаметр почечных телец и сосудистых клубочков составил 88,215 (78,364; 96,348) мкм и 71,264 (64,217; 78,236) мкм соответственно, что ниже, чем у животных контрольной группы. Сохраня-

Таблица 1 – Изменения морфометрических показателей почечной ткани после хирургической коррекции обструктивного гидронефроза на 3-и сутки перорального применения витаминов А и Е, Ме (Q1; Q3)

Table 1 – Morphometric parameters changes of renal tissue after surgical correction of obstructive hydronephrosis at the 3rd day of oral injection A and E vitamins, Me (Q1; Q3)

Показатель Группа	ДПТ (мкм)	ДСК (мкм)	ДПрК (мкм)	ДДК (мкм)	ДСТ (мкм)
Контроль, n=6	93,487 (92,354; 98,254)	78,264 (77,354; 80,264)	39,226 (37,954; 40,775)	25,661 (24,681; 28,765)	34,847 (32,846; 35,947)
Опыт, n=6	91,807 (86,832; 95,96)*	75,874 (72,296; 82,336)	38,441 (34,899; 41,02)	25,741 (24,141; 28,583)	32,47 (29,14; 34,597)*

Примечание – * – различия статистически значимы относительно контроля ($p < 0,05$).

лось расширение диаметров канальцевых структур: проксимальных (36,815 (34,219; 39,207)) мкм, дистальных (22,368 (21,164; 25,833)) мкм) канальцев и собирательных трубочек (30,081 (27,391; 32,418)) мкм). Наблюдалась атрофия эпителия проксимальных и дистальных канальцев, собирательных трубочек с выраженными явлениями макровакуолизации (рис. 2).

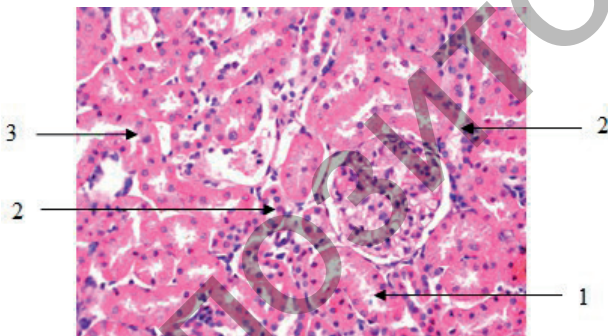


Рисунок 2 – Кортикальное вещество почек крыс после хирургической коррекции обструктивного гидронефроза на 7-е сутки перорального применения витаминов А и Е. Просветы проксимальных (1), дистальных (2) канальцев и собирательных трубок (3) уменьшаются, видны структурно-измененные сосудистые клубочки, выражена макровакуолизация эпителиоцитов проксимальных извитых канальцев.

Окраска гематоксилином и эозином, $\times 200$

Figure 2 – The renal cortex of rats after surgical correction of obstructive hydronephrosis at the 7th day of oral injection of vitamins A and E. The lumens of the proximal (1), distal (2) tubules and collecting ducts (3) are reduced, structurally altered vascular glomeruli are visible, and macrovacuolization of the epithelial cells of the proximal convoluted tubules is expressed. Staining with hematoxylin and eosin, $\times 200$

Изменения морфометрических показателей почечной ткани на 7-е сутки перорального применения витаминов А и Е представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Изменения морфометрических показателей почечной ткани после хирургической коррекции обструктивного гидронефроза на 7-е сутки перорального применения витаминов А и Е, Ме (Q1; Q3)

Table 2 – Morphometric parameters changes of renal tissue after surgical correction of obstructive hydronephrosis at the 7th day of oral injection A and E vitamins, Me (Q1; Q3)

Показатель Группа	ДПТ (мкм)	ДСК (мкм)	ДПрК (мкм)	ДДК (мкм)	ДСТ (мкм)
Контроль, n=6	91,258 (89,614; 94,182)	74,891 (73,481; 79,218)	38,792 (37,952; 40,129)	24,124 (22,781; 24,896)	33,108 (30,298; 34,591)
Опыт, n=6	88,215 (78,364; 96,348)	71,264 (64,217; 78,236)*	36,815 (34,219; 39,207)*	22,368 (21,164; 25,833)*	30,081 (27,391; 32,418)*

Примечание – * – различия статистически значимы относительно контроля ($p < 0,05$).

При изучении препаратов животных на 10-е сутки (пероральное введение витаминов А и Е) выявлено, что в корковом веществе уменьшалось количество структурно-измененных почечных телец и сосудистых клубочков, реже встречались явления гистиоцитарной инфильтрации. Сохранялось расширение просветов капилляров в сосудистых клубочках. Часть сосудистых клубочков была гипертрофирована. Сохранялась неспецифическая стромальная реакция, заключающаяся в несколько менее выраженном расширении перитубулярных капилляров, реже встречавшихся явлениях отека интерстициальной ткани и участков лимфоцитарной инфильтрации.

При изучении канальцевых структур нефронов почек этой группы животных, реже обнаруживались канальцы проксимальных отделов с атрофическими изменениями эпителия, диаметр их составил 31,295 (29,871; 35,116) мкм. Как в проксимальных, так и в дистальных канальцах обнаруживались явления макровакуолизации. Просветы дистальных канальцев (21,887 (19,23; 24,361) мкм) и собирательных трубочек (26,854 (24,876; 28,318) мкм) сохранялись умеренно расширенными, однако отмечалась положительная динамика (рис. 3).

Изменения морфометрических показателей почечной ткани на 10-е сутки перорального применения витаминов А и Е представлены в таблице 3.

В результате исследования выявлены статистически значимые изменения размеров почечных телец, сосудистых клубочков и канальцевых

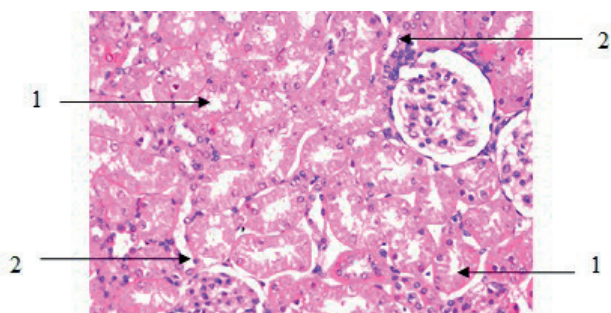


Рисунок 3 – Кортикальное вещество почек крыс после хирургической коррекции обструктивного гидронефроза на 10-е сутки перорального применения витаминов А и Е. Наблюдается макровакуолизация эпителиоцитов проксимальных извитых канальцев (1). Сохраняется умеренное расширение просветов как проксимальных (1), так и дистальных (2) извитых канальцев. Окраска гематоксилином и эозином, $\times 200$

Figure 3. – The renal cortex of rats after surgical correction of obstructive hydronephrosis at the 10th day of oral injection of vitamins A and E. Macrovacuolization of the epithelial cells of the proximal convoluted tubules is observed (1). Moderate dilation of the lumens of both the proximal (1) and distal (2) convoluted tubules persists. Staining with hematoxylin and eosin, $\times 200$

структур при сравнении с контрольной группой на 7-е и 10-е сутки после хирургической коррекции гидронефроза ($p < 0,05$). У животных на 10-е сутки после устранения причины обструкции (по сравнению с 3-ми и 7-ми сутками) обнаруживалось более значимое улучшение гистологической структуры почек, однако восстановления компонентов нефронов не наблюдалось.

Результаты экспериментального исследования подтверждают целесообразность включения витаминов А и Е в схему послеоперационного ведения при обструктивном гидронефрозе.

Выводы

1. Комплексное использование витаминов А и Е в послеоперационном периоде достоверно ускоряет процесс обратного развития гидронефротической трансформации. Морфометрический анализ выявил значимое ($p < 0,05$) уменьшение

Таблица 3 – Изменения морфометрических показателей почечной ткани после хирургической коррекции обструктивного гидронефроза на 10-е сутки перорального применения витаминов А и Е, Ме (Q1; Q3)

Table 3 – Morphometric parameters changes of renal tissue after surgical correction of obstructive hydronephrosis at the 10th day of oral injection of vitamins A and E, Me (Q1; Q3)

Показатель	ДПТ (мкм)	ДСК (мкм)	ДПРК (мкм)	ДДК (мкм)	ДСТ (мкм)
Группа					
Контроль, n=6	89,261 (87,248; 92,157)	72,391 (70,281; 75,982)	34,891 (33,207; 36,879)	22,581 (21,441; 24,814)	29,844 (28,745; 31,089)
Опыт, n=6	85,912 (78,218; 90,707)*	69,317 (62,847; 77,038)	31,295 (29,871; 35,116)*	21,887 (19,23; 24,361)*	26,854 (24,876; 28,318)*

Примечание – * – различия статистически значимы относительно контроля ($p < 0,05$).

просвета проксимальных и дистальных канальцев уже к 7-м суткам, что свидетельствует о снижении выраженности тубулоэктазии.

2. К 10-м суткам в опытной группе зафиксирована наиболее благоприятная морфологическая картина: уменьшение диаметра почечных телец и канальцевых структур ($p < 0,05$) по сравнению с контролем указывает на подавление склеротических процессов и улучшение трофики паренхимы, вероятно, реализуемое через мембраностабилизирующее действие токоферола и регенераторный потенциал ретинола.

3. Важным клинико-экспериментальным выводом является отсутствие полной нормализации гистологических показателей в исследуемые сроки. Это диктует необходимость дальнейших исследований для определения оптимальной длительности витаминотерапии и оценки отдаленных результатов репарации почечной ткани.

Литература

1. Аномалии органов мочевой системы у детей как предиктор развития хронического пиелонефрита / А. А. Комарова, Ю. Ю. Китаева, И. В. Антонова [и др.] // Медицина и образование в Сибири. – 2015. – № 5. – Ст. 36. – EDN: VDVAQD.
2. Ковальчук, В. И. Морфологические изменения почечной ткани после хирургической коррекции экспериментального гидронефроза / В. И. Ковальчук, А. Г. Роговский, Е. Ч. Михальчук : Конгресс Конфедерации детских хирургов Евразии, Международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии в детской хирургии», 19–20 сентября // Innovative Surgery on the Silk Road. – 2025. – Vol. 2, iss. 4. – P. 145–150.
3. Варианты хирургического лечения гидронефроза у детей / Б. И. Эсембаев, В. Н. Порожай, И. Ш. Усеналиев [и др.] // Здоровье матери и ребенка. – 2024. – Т. 16, № 2. – С. 72–77. – edn: GUALBD.
4. Ших, Е. В. Эссенциальная триада витаминов – А, С и D – для детей первого года жизни / Е. В. Ших, А. А. Махова, Е. И. Алексеева // Вопросы современной педиатрии (Москва). – 2019. – Т. 18, № 3. – С. 152–159. – doi: 10.15690/vsp.v18i3.2031. – edn: DNJMVH.
5. Дефицит витаминов и минералов у детей: современные методы профилактики / Д. М. Ирханова, М. Х. Махмудова, М. Н. Сайдалиева [и др.] // Colloquium-journal (Варшава). – 2024. – № 7 (200). – С. 49–55. doi: 10.24412/2520-6990-2024-7200-49-55.

References

1. Komarova AA, Kitayeva YuYu, Antonova IV, Kovaleva GA, Artyukova SI, Konoferechuk EV, Genyk LI, Antonov OA. Abnormalities of urinary organs at children as predictor of development of chronic pyelonephritis. *Journal of Siberian Medical Sciences*. 2015;5:36. (Russian).
2. Kovalchuk VI, Rogulsky AG, Mikhalechuk ECh. Morphological changes in renal tissue after surgical correction of experimental hydronephrosis. *Innovative Surgery on the Silk Road*. 2025;2(4):145–150. (Russian).
3. Esembaev BI, Poroshchai VN, Usenaliev IS, Toctorbaev KSh, Khasanakhunov TA. Surgical treatment options of hydronephrosis in children. *Maternal and child health*. 2024;16(2):72–77. edn: GUALBD. (Russian).
4. Shikh EV, Makhova AA, Alekseeva EI. Vitamins A, C and D – Essential Trio for Infants. *Current pediatrics (Moscow)*. 2019;18(3):152–159. doi: 10.15690/vsp.v18i3.2031. edn: dnjmvh. (Russian).
5. Irkhanova DM, Makhmudova MKh, Saidalieva MN, Baratrva RSh, Atadzanova DSh. Vitamins and minerals deficiency in children: modern methods of prevention. *Colloquium-journal (Warsaw)*. 2024;(7(200)):49–55. doi: 10.24412/2520-6990-2024-7200-49-55. (Russian).

EFFECT OF VITAMINS A AND E ON MORPHOLOGICAL CHANGES IN THE KIDNEY IN EXPERIMENTAL HYDRONEPHROSIS IN THE POSTOPERATIVE PERIOD

A. G. Rogulsky, V. I. Kovalchuk, E. Ch. Mikhalechuk
Grodno State Medical University, Grodno, Belarus

Many factors can cause congenital hydronephrosis, which is characterized by a chronic obstruction of urine outflow from the renal pelvis. The primary treatment for hydronephrosis is surgical removal of the underlying cause of obstruction in the pyelourethral segment. However, morphological changes in the diameters of the renal corpuscles, vascular glomeruli, and tubular structures persist in the postoperative period.

The objective is to evaluate the effectiveness of postoperative administration of vitamins A and E in correcting the morphometric parameters of renal tissue in a rat model of reversible hydronephrosis.

Material and methods. The study was performed on 36 outbred albino rats (both sexes) weighing 150–200g. The animals were divided into two groups: a control group (with simulated unilateral reversible hydronephrosis, $n=18$) and an experimental group ($n=18$). Rats in both groups underwent unilateral hydronephrosis (on the right side).

Animals in both groups underwent repeated surgery on the 14th day to correct incomplete obstruction.

During the postoperative period, the experimental group animals received a daily combined oral gavage of vitamin A and vitamin E solutions, each at a dose of 0.5 mg/kg, for 3, 7, and 10 days.

Animals of both groups were euthanized on the 3rd, 7th, and 10th day after surgical correction of hydronephrosis, the right kidney was removed, and sampled for histological examination.

Results. The study revealed statistically significant changes in the size of renal corpuscles, vascular glomeruli and tubular structures, when compared with the control group on the 7th and 10th day after surgical correction of hydronephrosis, $p<0.05$.

Conclusions. By the 10th day, the most favorable morphological picture was recorded in the experimental group: the diameter decrease of the renal corpuscles and tubular structures ($p<0.05$) compared to the control indicates the suppression of sclerotic processes and improved parenchymal trophism, probably mediated by the membrane-stabilizing effect of tocopherol and the regenerative potential of retinol.

Keywords: hydronephrosis, kidney, nephron, convoluted tubules, collecting ducts, rats.

For citation: Rogulsky AG, Kovalchuk VI, Mikhalechuk ECh. Effect of vitamins A and E on morphological changes in the kidney in experimental hydronephrosis in the postoperative period. *Journal of the Grodno State Medical University*. 2026;24(3):283–287. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2026-24-3-283-287>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study was performed without external funding.

Соответствие принципам этики. Исследование одобрено локальным этическим комитетом.

Conformity with the principles of ethics. The study was approved by the local ethics committee.

Об авторах / About the authors

*Рогульский Александр Геннадьевич / Rogulsky Alexander, e-mail: sasha_200692@mail.ru, ORCID: 0009-0009-4308-3727

Ковальчук Виктор Иванович / Kovalchuk Viktor, ORCID: 0000-0003-1205-7189

Михальчук Елена Чеславовна / Mikhalechuk Elena, ORCID: 0009-0003-5240-5763

* – автор, ответственный за переписку / corresponding author

Поступила / Received: 20.03.2026

Принята к публикации / Accepted for publication: 21.05.2026