

ИЗУЧЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ СОСУДИСТОГО АНАТОМИЧЕСКОГО ПАТТЕРНА ПОЧЕЧНЫХ ТРАНСПЛАНТАТОВ

К. С. Белюк¹, Э. В. Мозилевец¹, О. С. Дулько¹, Я. М. Жук², А. Я. Пышко², О. С. Сорока²,
А. М. Камарец², Е. А. Стасюкевич², Н. С. Белюк¹

¹Гродненский государственный медицинский университет, Гродно, Беларусь

²Гродненская университетская клиника, Гродно, Беларусь

Введение. В 2022 году во всем мире было проведено 102 149 трансплантаций почек. При этом по разным данным в 3,3–47% случаев были обнаружены индивидуальные сосудистые вариации внеорганных сосудов почки. Исследования, посвященные морфологии сосудов почки, немногочисленны. Единое мнение о частоте встречаемости множественных почечных сосудов отсутствует.

Цель исследования – оценить частоту встречаемости вариаций сосудистой анатомии почечных трансплантатов.

Материал и методы. Проведен анализ сосудистой анатомии 287 почечных трансплантатов с целью выявления артериальной, венозной или сочетанной артериально-венозной сосудистой вариации.

Результаты. Индивидуальная сосудистая вариация была выявлена в 77 (26,8%) случаях. Из них вариации артериального сосудистого русла обнаружены в 64 (22,3% от общего количества донорских почек) случаях, венозного – в 4 (1,4%), артериально-венозного – в 9 (3,1%). Наиболее часто встречалась дополнительная нижнеполюсная артерия – в 31 донорской почке (40,3% от общего числа вариаций).

Выводы. Индивидуальная сосудистая вариация почечных трансплантатов, выявленная в 26,8% случаях, затрудняет выполнение операций, направленных на адекватную реваскуляризацию органа при трансплантации, и может стать причиной развития серьезных осложнений, что в свою очередь требует определения четких показаний к выполнению вида реконструкции в зависимости от сосудистой вариации.

Ключевые слова: трансплантация почки, сосудистая вариация, почечный трансплантат, почечные сосуды, нижнеполюсная артерия

Для цитирования: Изучение индивидуальных особенностей сосудистого анатомического паттерна почечных трансплантатов / К. С. Белюк, Э. В. Мозилевец, О. С. Дулько, Я. М. Жук, А. Я. Пышко, О. С. Сорока, А. М. Камарец, Е. А. Стасюкевич, Н. С. Белюк // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2026. Т. 24, № 2. С. 163-167. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2026-24-2-163-167>

Введение

Трансплантация почки является стандартом лечения терминальной стадии хронической болезни почек, тем самым обеспечивая высокое качество жизни, а также ее максимальную продолжительность и социальную реабилитацию реципиентов [1].

Согласно данным World Journal of Transplantation в 2022 году в мире было проведено 102 149 трансплантаций почек, что сделало почки наиболее часто трансплантируемым органом. По оценкам, около 4 миллионов человек нуждалось в заместительной почечной терапии. При этом на программный гемодиализ, который является основным методом заместительной почечной терапии, приходилось 69% случаев, что подчеркивает большую актуальность данной проблемы и ставит ее в число приоритетных и социально значимых [2].

В большинстве случаев кровоснабжение почки осуществляется одиночной почечной артерией и веной, однако такое положение встречается далеко не всегда. По данным литературы, у 3,3–47% людей отмечаются индивидуальные сосудистые вариации, что затрудняет выполнение операций, направленных на адекватную реваскуляризацию органа при трансплантации. Среди дополнительных артерий чаще можно встретить добавочные почечные артерии

(в 20,2–30% случаях) [3]. Считается, что добавочные почечные артерии – это артерии, идущие от аорты и ее ветвей и попадающие в почку через ворота, тем самым обеспечивая дополнительный кровоснабжением. Полусные артерии, входящие в почку вне ее ворот в верхней или нижней полюс, наблюдаются несколько реже: примерно в 7–11,1% случаев [4]. Раннюю бифуркацию почечной артерии можно встретить в 8–17% почек. [5]

Согласно подсчетам некоторых авторов в 17,3–30,3% случаев встречаются два ствола почечных артерий с одной стороны, в 1,35–10,9% случаев – две артерии с двух сторон или три артерии с одной стороны, очень редко, в 0,35% случаев – три артерии с двух сторон, четыре или пять артерий с одной стороны [6–9]. Подковообразная почка обнаруживается в 2% случаев и получает кровоснабжение от множественных почечных артерий [7].

Исследования, посвященные морфологии вен почек, немногочисленны, в основном противоречивы, проводятся редко и являются дополнением к описанию артериальной системы почек. Сосудистые вариации почечных вен обнаруживаются в 6,3–17% случаев [7, 8]. В основном находят множественные почечные вены справа: две почечные вены (в 26–29% случаев) или три почечные вены (в 5–9,7% случаев), реже слева

(до 5%) [7]. Добавочные почечные вены могут впадать как в нижнюю полую вену, так и в общие подвздошные вены. Позадиаортальная левая почечная вена встречается в 0,8–7% случаев, а кольцевидная левая почечная вена в 0,3–5% случаев. Двойные нижние полые вены обнаруживаются редко – в 0,6–2,3% или в единичных случаях. Частота обнаружения добавочных почечных артерий и вен не совпадает [10]. Единое мнение о частоте встречаемости множественных почечных сосудов отсутствует.

Цель исследования – оценить частоту встречаемости вариаций сосудистой анатомии почечных трансплантатов.

Материал и методы

За 10-летний опыт работы отделения трансплантации органов и тканей, пластической и эндокринной хирургии на базе УЗ «Гродненская университетская клиника» с 1 января 2013 по 1 января 2023 г. было осуществлено 287 гетеротопических трансплантаций трупных почек.

Перед непосредственным выполнением гетеротопической трансплантации трупной почки производилась обработка почечного трансплантата на отдельном столе или «за сценой», в лотке со стерильным льдом (back-table preparation), что является важным этапом в процессе трансплантации.

Проводили визуальную ревизию трансплантата, оценку присутствия у него капсулы, сохраненных артериальной и венозной площадок, мочеточника, определяли количество, качество и целостность почечных сосудов и мочеточника. Далее выполняли мобилизацию ствола артериальных сосудов и вены трансплантата. Работа в данной зоне выполнялась с большей осторожностью, так как имела вероятность повредить добавочные артерии и вены при наличии индивидуальной сосудистой вариации. Наличие и характер нетипичной анатомии почки фиксировался для последующего анализа.

Использовалась описательная статистика с представлением данных в виде абсолютных и относительных единиц.

Результаты и обсуждение

Индивидуальная сосудистая вариация была выявлена в 77 (26,8%) случаях от общего количества трансплантатов (287 – 100%).

Как видно из таблицы 1, у 64 (83,1% от общего числа сосудистых вариаций) трансплантатов имела артериальная сосудистая вариация. Из них добавочная нижнеполосная артерия (НПА) была выявлена в 31 трансплантате, добавочная верхнеполосная артерия (ВПА) была визуализирована в 17 случаях, удвоение основного ствола почечной артерии (ПА) обнаружено в 6 почках. У 7 донорских органов были выявлены добавочные ВПА и НПА, две добавочные ВПА у 1 трансплантата, удвоение ствола ПА и добавочная ВПА в 2 почках (рисунок 1).

У 4 (5,2% от общего числа сосудистых вариаций) трансплантатов выявлена венозная сосудистая вариация: два венозных ствола в 3 случаях (рисунок 2) и три венозных ствола в 1 почке.

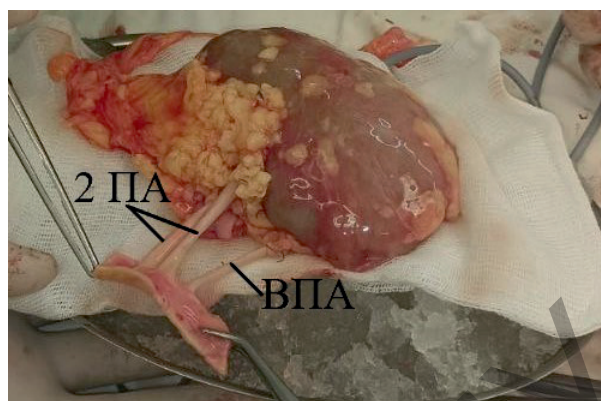


Рисунок 1 – Артериальная сосудистая вариация в почечном трансплантате (2 ПА + 1 ВПА)

Figure 1. – Arterial vascular variation in the renal graft (2 renal arteries + 1 superior renal artery)

Таблица 1 – Артериальные сосудистые вариации в почечном трансплантате

Table 1 – Arterial vascular variations in the renal graft

Артериальные сосудистые вариации у 64 (83,1%) почечных трансплантатов			
Один дополнительный артериальный ствол	Количество	Два дополнительных артериальных ствола	Количество
1 ПА + 1 НПА	31	1 ПА + 2 ВПА	1
1 ПА + 1 ВПА	17	1 ПА + 1 НПА + 1 ВПА	7
2 ПА	6	2 ПА + 1 ВПА	2



Рисунок 2 – Удвоение венозного ствола

Figure 2. – Duplication of the venous trunk

Сочетанная артериально-венозная сосудистая вариация наблюдалась в 9 (11,7% от общего числа сосудистых вариаций) трансплантатах и представлена в таблице 2.

Согласно данным из таблицы 2: в 2 случаях наблюдались добавочные НПА и ВПА, а также три венозных ствола; в 3 почках имелись добавочная НПА и два венозных ствола; в 2 трансплантатах выявлены добавочные ВПА и НПА и два венозных ствола; в 1 почке отмечено две ПА, добавочная ВПА, добавочная НПА и два венозных ствола (рисунок 3); в 1 случае добавочная НПА и три венозных ствола.

Таблица 2 – Сочетанная артериально-венозная сосудистая вариация в почечном трансплантате
Table 2 – Combined arterial-venous vascular variation in the renal graft

Артериальные и венозные сосудистые вариации у 9 (11,7%) почечных трансплантатов	
Вид вариации	Количество
1 ПА + 1 НПА + 1 ВПА + 3 вены	2
1 ПА + 1 НПА + 2 вены	3
1 ПА + 1 НПА + 1 ВПА + 2 вены	2
2 ПА + 1 ВПА + 1 НПА + 2 вены	1
1 ПА + 1 НПА + 3 вены	1

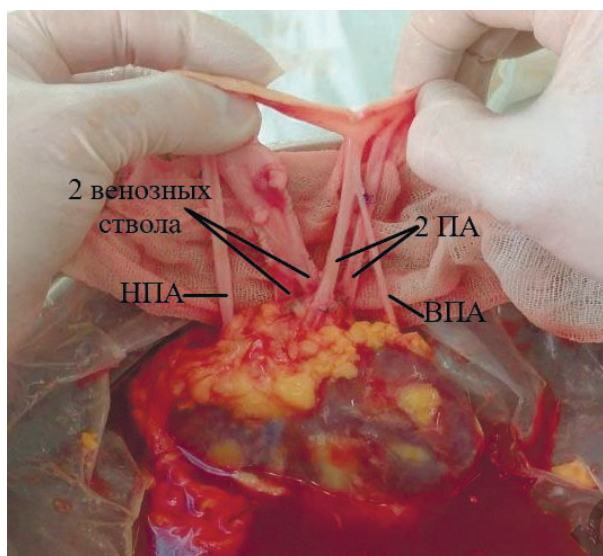


Рисунок 3 – Сочетанная артериально-венозная сосудистая вариация (2 ПА + 1 ВПА + 1 НПА + 2 вены) в почечном трансплантате

Figure 3 – Combined arterial-venous vascular variation (2 renal arteries + 1 superior renal artery + 1 inferior renal artery + 2 veins) in a renal transplant

Жизнеспособность и последующее функционирование пересаженной почки во многом зависят от ее адекватного кровоснабжения. На сегодняшний день на страницах медицинской печати

Литература

1. Healthcare costs after kidney transplantation compared to dialysis based on propensity score methods and real world longitudinal register data from Sweden / Y. Zhang, U. G. Gerdtam, H. Rydell [et al.] // Scientific reports. – 2023. – Vol. 13, № 1. – Art. 10730. – doi: 10.1038/s41598-023-37814-6. – edn: WWLOOF.
2. Global transplantation: Lessons from organ transplantation organizations worldwide / S. Symeou, E. Avramidou, V. Papalois, G. Tsoulfas // World journal of transplantation. – 2025. – Vol. 15, № 1. – Art. 99683. – doi: 10.5500/wjt.v15.i1.99683. – edn: VVHZSQ.
3. Парфенович, М. Б. Вариантная анатомия почечных артерий / М. Б. Парфенович // Проблемы здоровья и экологии. – 2012. – № 4. – С. 23-27. – doi: 10.51523/2708-6011.2012-9-4-4. – edn: UNFIHB.
4. Prevalence and patterns of renal vascular variations among potential kidney donors: a Computed Tomography

в большинстве случаев описаны хирургические методы восстановления кровоснабжения трансплантата почки при одиночных почечных артериях и вене. Тем не менее подобное положение вещей наблюдается далеко не всегда [11].

Согласно полученным данным, наиболее часто встречалась вариантная анатомия именно артериальных сосудов (22,3% от общего количества донорских почек). Значительно реже сочетанная артериально-венозная (3,1%) и венозная сосудистые вариации (1,4%).

Из дополнительных сосудов артериального русла более распространены НПА – обнаружены в 31 донорской почке, что составляет 40,3% от общего числа вариаций. Несколько реже наблюдались ВПА – 22,1% и удвоение ствола ПА – 7,8%. Два дополнительных артериальных сосуда было найдено в 10 почках: 2 ВПА 1,3%, 1 ВПА + 1 НПА 9,1%, добавочный ствол ПА + 1 ВПА 2,6%.

Что касается сочетанной артериально-венозной вариации, то были обнаружены следующие комбинации: 2 артерии + 2 вены (3,9% от общего числа сосудистых вариаций), 2 артерии + 3 вены (1,3%), 3 артерии + 2 вены (2,6%), 3 артерии + 3 вены (2,6%), 4 артерии + 2 вены (1,3%).

Вариации только венозной системы почки были представлены двумя видами: два венозных ствола (3,9%) и три венозных ствола (1,3%).

Выводы

Добавочные почечные сосуды были выявлены примерно в четверти донорских почек. Дополнительные внеорганные артерии почки значительно чаще встречаются, чем венозные или смешанные сосудистые вариации. Преимущественно это дополнительная артерия, идущая к нижнему полюсу почки. Нетипичная анатомия сосудов почки затрудняет выполнение операции, направленных на адекватную реваскуляризацию органа при трансплантации, и может стать причиной развития серьезных осложнений, что в свою очередь требует определения четких показаний к выполнению вида реконструкции в зависимости от сосудистой вариации.

Angiography (CTA) study in Sudan / S. Osman, E. Abdalla, L. Ali [et al.] // BMC Nephrology. – 2025. – Vol. 26, № 1. – Art. 167. – doi: 10.1186/s12882-025-04094-3. – edn: PUOYKN.

5. Normal Anatomy and Variants of Renal Vasculature with Multidetector Computed Tomography in a Tertiary Care Hospital: A Descriptive Cross-sectional Study / P. R. Regmi, I. Amatya, P. Kayastha [et al.] // Journal of the Nepal Medical Association. – 2020. – Vol. 58, № 231. – P. 911-914. – doi: 10.31729/jnma.5615. – edn: CLZULY.
6. Multiple Renal Vessels: The Anatomical Variants with Clinical Implications in Renal Interventions and Hypertension / S. R. Bolla, Z. Ispolov, G. Nusserova [et al.] // Annals of African medicine. – 2025. – Sept. 9. – doi: 10.4103/aam.aam_207_25.
7. Каплунова, О. А. Вариантная анатомия почечных артерий и вен / О. А. Каплунова // Медицинский вестник Юга России. – 2012. – № 3. – С. 33-37. – edn: PDEGTH.

8. The Renal Vasculature: What the Radiologist Needs to Know / A. Leckie, M. J. Tao, S. Narayanasamy [et al.] // *Radiographics*. – 2022. – Vol. 42, № 2. – P. E80. – doi: 10.1148/rg.229003.
9. Мурушиди, М. Ю. Оценка анатомии добавочных почечных артерий по данным компьютерной томографии / М. Ю. Мурушиди, А. В. Колсанов, А. В. Толстов // *Вестник медицинского института «Реавиз»: реабилитация, врач и здоровье*. – 2020. – № 3. – С. 15-21. – edn: VGGUGN.
10. Renal Vascular and Ureteral Anatomic Variations in 1859 Potential Living Renal Donors / S. K. Cicek, S. Ergun, O. Akinci, M. Sariyar // *Transplantation proceedings*. – 2021. – Vol. 53, № 7. – P. 2153-2156. – doi: 10.1016/j.transproceed.2021.07.030.
11. Влияние вариантной сосудистой анатомии трансплантата на исходы пересадки почки / Э. В. Могилевец, И. Г. Жук, А. Н. Грищенко // *Журнал Гродненского государственного медицинского университета*. – 2024. – Т. 22, № 6. – С. 507-511. – doi: 10.25298/2221-8785-2024-22-6-507-511. – edn: YPIKOW.

References

1. Zhang Y, Gerdtham UG, Rydell H, Lundgren T, Jarl J. Healthcare costs after kidney transplantation compared to dialysis based on propensity score methods and real world longitudinal register data from Sweden. *Scientific reports*. 2023;13(1):10730. doi:10.1038/s41598-023-37814-6.
2. Symeou S, Avramidou E, Papalois V, Tsoulfas G. Global transplantation: Lessons from organ transplantation organizations worldwide. *World journal of transplantation*. 2025;15(1):99683. doi:10.5500/wjt.v15.i1.99683.
3. Parfenovich MB. Variant anatomy of renal artery. *Health and Ecology Issues*. 2012;4(34):23-27. doi: 10.51523/2708-6011.2012-9-4-4. edn: UNFIHB. (Russian).
4. Osman S, AbdAlla E, Ali L, MohamedAli H, Taha B, Elmahdi TSA, Mohammed S. Prevalence and patterns of renal vascular variations among potential kidney donors: a Computed Tomography Angiography (CTA) study in Sudan. *BMC Nephrology*. 2025;26(1):167. doi: 10.1186/s12882-025-04094-3.
5. Regmi PR, Amatya I, Kayastha P, Paudel S, Suwal S, Ghimire RK. Normal Anatomy and Variants of Renal Vasculature with Multidetector Computed Tomography in a Tertiary Care Hospital: A Descriptive Cross-sectional Study. *Journal of the Nepal Medical Association*. 2020;58(231):911-914. doi: 10.31729/jnma.5615.
6. Bolla SR, Ispolov Z, Nusserova G, Tazhibay M, Jumadilova D. Multiple Renal Vessels: The Anatomical Variants with Clinical Implications in Renal Interventions and Hypertension. *Annals of African medicine*. 2025;Sep.9. doi: 10.4103/aam.aam_207_25.
7. Kaplunova OA. Alternative anatomy of renal arteries and veins. *Medical Herald of the South of Russia*. 2012;3:33-37. edn: PDEGTH. (Russian).
8. Leckie A, Tao MJ, Narayanasamy S, Khalili K, Schieda N, Krishna S. The Renal Vasculature: What the Radiologist Needs to Know. *Radiographics*. 2022;42(2):E80. doi: 10.1148/rg.229003.
9. Murushidi MYu, Kolsanov AV, Tolstov AV. Assessment of additional renal arteries using computed tomography. *Bulletin of the Medical Institute "Reaviz": Rehabilitation, Doctor and Health*. 2020;3:15-21. edn: VGGUGN. (Russian).
10. Cicek SK, Ergun S, Akinci O, Sariyar M. Renal Vascular and Ureteral Anatomic Variations in 1859 Potential Living Renal Donors. *Transplantation proceedings*. 2021;53(7):2153-2156. doi: 10.1016/j.transproceed.2021.07.030.
11. Mahiliavets EV, Zhuk IG, Grishchenko AN. Influence of variant vascular anatomy of the graft on the outcomes of kidney transplantation. *Journal of the Grodno State Medical University*. 2025;22(6):507-11. doi: 10.25298/2221-8785-2024-22-6-507-511. edn: YPIKOW. (Russian).

STUDIES OF INDIVIDUAL VASCULAR ANATOMY PATTERNS IN KIDNEY TRANSPLANTS

**K. S. Belyuk¹, E. V. Mahiliavets¹, O. S. Dulko¹, Y. M. Zhuk², A. Y. Pyshko², O. S. Soroka²,
A. M. Kamarec², E. A. Stasyukevich², N. S. Belyuk¹**

¹Grodno State Medical University, Grodno, Belarus

²Grodno University Clinic, Grodno, Belarus

Background. In 2022, the number of kidney transplants performed worldwide totaled 102,149. According to various sources, individual vascular variations of the kidney's extra-organ vessels were detected in 3.3-47% of cases. Studies on renal vascular morphology are limited. There is no consensus on the prevalence of multiple renal vessels.

Objective. To evaluate the prevalence of vascular anatomical variations in kidney transplants.

Material and Methods. The vascular anatomy of 287 renal transplants was analyzed to identify arterial, venous, or combined arterial-venous vascular variations.

Results. Individual vascular variation was detected in 77 (26.8%) cases. Of these, variations in the arterial vascular bed were found in 64 (22.3% of the total number of donor kidneys), in the venous vascular bed – in 4 (1.4%), in the arterial-venous vascular bed – in 9 (3.1%). The most common variation was the presence of an additional inferior polar artery (IPA) in 31 donor kidneys (40.3% of the total number of variations).

Conclusion. Individual vascular variation of renal transplants, which was detected in 26.8% of cases, makes it difficult to perform surgeries aimed at adequate organ revascularization during transplantation and can lead to serious complications. This necessitates clear indications for the specific type of reconstruction, depending on the vascular variation.

Keywords: kidney transplantation, vascular variation, renal transplant, renal vessels, inferior polar artery.

For citation: Belyuk KS, Mahiliavets EV, Dulko OS, Zhuk YM, Pyshko AY, Soroka OS, Kamarec AM, Stasyukevich EA, Belyuk NS. *Studies of individual vascular anatomy patterns in kidney transplants. Journal of the Grodno State Medical University.* 2026;24(2):163-167. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2026-24-2-163-167>

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

*Белюк Константин Сергеевич / Belyuk Kanstantsin, e-mail: BelyukKS@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-8861-6835

Могилевец Эдуард Владиславович / Mahiliavets Eduard, ORCID: 0000-0001-7542-0980

Дулько Ольга Сергеевна / Dulko Olga, ORCID: 0009-0005-1768-5602

Жук Ярослав Михайлович / Zhuk Yaroslav, ORCID: 0000-0003-9165-8917

Пышко Александр Яковлевич / Pyshko Alexander, ORCID: 0000-0003-4152-2721

Сорока Олег Станиславович / Soroka Aleh, ORCID: 0000-0002-7145-4072

Камарец Александр Михайлович / Kamarets Alexander, ORCID: 0009-0005-8819-0404

Стасюкевич Евгений Александрович / Stasiukievich Yauheni, ORCID: 0009-0005-8819-0404

Белюк Наталья Станиславовна / Belyuk Natallia, ORCID: 0000-0002-0594-5463

* – автор, ответственный за переписку / *corresponding author*

Поступила / Received: 13.01.2026

Принята к публикации / Accepted for publication: 18.03.2026