

[DOI:10.26104/NNTIK.2023.65.56.036](https://doi.org/10.26104/NNTIK.2023.65.56.036)

Баказова Н.К., Калиев Р.Р., Жумагазиев Т.С.

**БӨЙРӨК ТРАНСПЛАНТАЦИЯЛАНГАН РЕЦИПИЕНТТЕРДЕГИ
КАН ТАМЫР ООРУЛАРЫН БААЛООДО УЛЬТРА ҮН
ДИАГНОСТИКАСЫНЫН РОЛУ (адабиятка сереп)**

Баказова Н.К., Калиев Р.Р., Жумагазиев Т.С.

**РОЛЬ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ В ОЦЕНКЕ
СОСУДИСТЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ У РЕЦИПИЕНТОВ С ПОЧЕЧНЫМ
ТРАНСПЛАНТАТОМ (обзор литературы)**

N. Bakazova, R. Kaliev, T. Zhumagaziev

**THE ROLE OF ULTRASOUND DIAGNOSTICS IN THE
ASSESSMENT OF VASCULAR COMPLICATIONS IN RENAL
TRANSPLANT RECIPIENTS (literature review)**

УДК: 616.61-089.843-06-073.43

Бул серептөө макаласында трансплантациядан кийинки мезгилде реципиенттерде бөйрөк ичиндеги гемодинамикалык бузулуларды эрте диагностикалоо үчүн бөйрөк тамырларынын доплердик УЗИнин мүмкүнчүлүктөрү талкууланат. Бөйрөк трансплантациясынын кан тамыр тармагын баалоо үчүн заманбап доплердик УЗИ индикаторлорун колдонуу менен чет өлкөлүк жана ата мекендик илимий изилдөөлөрдүн натыйжалары баяндалат. Адабий кароонун натыйжалары каршылык индекстеринин жогорку диагностикалык маанисин жана бөйрөк трансплантациясынын ар кандай мезгилиндеги кан тамыр ооруларын баалоо үчүн ылдамдык чараларын сүрөттөйт. Индексстерге каршылык көрсөтүү жана ылдамдык чаралары бөйрөк трансплантацияланган бейтаптарда бөйрөк дисфункциясынын биомаркерлери менен жогорку корреляциялык байланышка ээ болгон. Динамикалык көзөмөл доплердик трансплантациялардын бөйрөк артерияларынын абалы кан тамыр ооруларын болтурбоо үчүн алдын алуучу нефропротектордук терапияны өз убагында жүргүзүүгө өбөлгө түзөт жана жакшыртуу жалтысынан оорунун прогнозу.

Негизги сөздөр: бөйрөк, доплерография, индексстердин каршылыгы, бөйрөк трансплантациясы, ылдамдык көрсөткүчтөрү, ультра үн диагностикасы, кан тамыр оорулары.

В данной обзорной статье рассматриваются возможности ультразвуковой доплерографии почечных сосудов, ранней диагностики нарушений внутрипочечной гемодинамики у реципиентов в посттрансплантационном периоде. Описаны результаты зарубежных и отечественных научных исследований с использованием современных показателей доплерографии для оценки сосудистой сети ренального трансплантата. Результаты литературного обзора описывают высокую диагностическую значимость индексов сопротивления и скоростные показатели для оценки сосудистых осложнений в различном периоде почечных трансплантатов. Индексы сопротивления и скоростные показатели имели высокую корреляционную связь с биомаркерами дисфункции почек у больных с почечным трансплантатом. Динамический контроль состояния почечных артерий трансплантатов по данным доплерографии способствует своевременному проведению превентивной нефропротективной терапии во избежание сосудистых осложнений и улучшение прогноза болезни в целом.

Ключевые слова: почки, доплерография, индексы сопротивления, трансплантация почки, скоростные показатели, ультразвуковая диагностика, сосудистые заболевания.

This review article examines the possibilities of ultrasound dopplerography of renal vessels, early diagnosis of intrarenal hemodynamics disorders in recipients in the post-transplantation period. The results of foreign and domestic scientific studies using modern Doppler imaging indicators to assess the vascular network of a renal transplant are described. The results of the literature review describe the high diagnostic significance of resistance indices and speed indicators for assessing vascular complications in different periods of renal transplants. Resistance indices and velocity indices had a high correlation with biomarkers of renal dysfunction in patients with renal transplant. Dynamic monitoring of the condition of the renal arteries of transplants according to dopplerography contributes to the timely implementation of preventive nephroprotective therapy in order to avoid vascular complications and improve the prognosis of the disease as a whole.

Key words: kidneys, dopplerography, indexes resistance, kidney transplantation, speed indicators, ultrasound diagnostics, vascular diseases.

Актуальность. Ежегодно в мире проводится около 69 000 операций по пересадке почек [1]. По данным исследований Garg N. and etc. в Соединенных Штатах Америки, одно-, трех- и пятилетняя выживаемость трансплантатов составляют 91%, 82% и 72% соответственно [2]. В настоящее время в Кыргызской Республике на 2022 год количество, состоящих на учете в посттрансплантационном периоде насчитывают около 444 человек, с сентября 2023 года состоит на учете уже 588 человек. Как известно, операция пересадки ренального трансплантата считается методом выбора и единственным радикальным способом лечения пациентов с терминальной стадией почечной недостаточности [3]. Однако, несмотря на развитие в области трансплантологии, а также доступность новых классов иммуносупрессоров, многие аллотрансплантаты имеют различные сосудистые и паренхиматозные осложнения [4,5]. Учитывая высокую частоту сосудистых осложнений среди реципиентов в посттрансплантационном периоде, цель нашего исследования – анализировать диагностическую значимость определения резистивного индекса, а также скоростных показателей почечных артерий (ПА) в диагностике

функции трансплантата по данным научной литературы.

Основными сосудистыми осложнениями являются стеноз ПА или вены, расслоение подвздошной, ПА и другие. Стеноз пересаженной ПА составляет 75% от всех сосудистых осложнений, которые выявляются через 3-24 месяца после хирургического вмешательства [6]. Ультразвуковое доплеровское сканирование сосудистой сети трансплантата, показал высокую диагностическую значимость для оценки риска и прогноза почечной дисфункции [7,8]. Однако не всегда удается четко визуализировать гемодинамику почечных сосудов из-за наличия извитости, скручивания или изгиба артерий трансплантата [9]. У реципиентов при ятрогенном стенозе, как следствие хирургического вмешательства, сужение сосуда находится в самом месте анастомоза [10]. При ультразвуковом доплеровском исследовании (УЗДГ) важно визуализировать скоростные показатели, индекс сопротивления (RI – индекс резистивность) на всех уровнях почечных разветвлений, которые в норме колеблются до 0,70 и немного выше, чем у здоровых нетрансплантационных почек [11], а также необходимо оценить их взаимосвязь с гистологическими и биохимическими маркерами дисфункции почек [12]. Как известно, RI зависит от пульсового давления, жесткости аорты и центральных гемодинамических факторов, таким образом внутривисочечная гемодинамика отражает внутреннее состояние аллотрансплантата [13,14]. Так по данным Radermacher J., et al. где проводилось поперечное исследование, была обнаружена зависимость повышения внутривисочечного RI после трансплантации почки с хроническим гистологическим повреждением почечных аллотрансплантатов и повышенным риском отторжения трансплантата или смерти реципиента [15]. Аналогичная работа была проведена Тарзамни М.К. и соавторами с участием 244 пациентов после трансплантации почки, где оценивали доплеровские индексы почечных сосудов и их взаимосвязь с креатинином сыворотки крови. В результате у этих пациентов частота стеноза ПА составила 9,5%, а уровень сывороточного креатинина оказался значительно выше, по сравнению с пациентами без стеноза (2.21 ± 1.83 мг/дл и 1.49 ± 1.0 мг/дл соответственно; $P < 0,05$), также была обнаружена значимая корреляционная связь между доплеровскими индексами RI и PI (пульсационный индекс) с уровнем сывороточного креатинина крови ($P = 0,05$ и $0,001$ соответственно) [16].

Помимо показателя RI, диагностическим критерием стеноза ПА считается локальное ускорение кровотока в 2,5 раза превышающее пред- или постстенозическую скорость (например, пиковая систолическая скорость (ПСВ) 250-270 против 80-120 см/с) являю-

щиеся прямым критерием стеноза трансплантационной ПА. А ПСВ более 250 см/сек предсказывает значительный стеноз с высокой чувствительностью и специфичностью [17,18]. Однако некоторые авторы описывают, что порог ПСВ для стеноза ПА может варьироваться в зависимости от типа анастомоза (конец в бок или конец в конец), между ПА и подвздошными сосудами. Они также утверждают, что лучший доплеровский критерий для диагностики стеноза трансплантата ПА независимо от типа анастомоза, представляет собой стенозированную ПА ПСВ, которая в 13 раз выше, чем междолевой артерии [19]. Кроме того, также имеются неспецифичные критерии стеноза, при которой регистрируется очень низкий внутривисочечный RI ($< 0,05$) и волна тардус-парвус (волна имеющий медленный подъем до систолического пика «тардус» и уменьшенная систолическая амплитуда «парвус» в дистальном отделе ПА [20].

Наглядное исследование с расчетом линейного скоростного показателя и RI на всех уровнях почечных разветвлений было продемонстрировано из работы Иманкулова С.Б. и соавт. где авторы оценивали УЗДГ внутривисочечного кровотока трансплантата в раннем послеоперационном периоде с участием 16 пациентов. В результате в 14 случаях внутривисочечный кровоток расценивался как удовлетворительный, ПА и вена проходима, кровоток линейного типа, скоростные показатели и RI в пределах нормы. У двоих пациентов на уровне ствола ПА определялся турбулентный кровоток с повышением индекса сопротивления RI более 0,8 и максимальной скорости кровотока (V_{max}) - 3.2м/с что указывает на наличие выраженного сужения на уровне проксимального анастомоза [21].

О наличии взаимосвязи RI с функциональным состоянием почек также было продемонстрировано у пациентов после ТП, в исследовании Галеев Р.Ш. и соавт. где было проведено 872 УЗИ почечных трансплантатов, у 137 пациентов. В результате, в группе пациентов, наблюдавшихся до 90 суток было выявлено 26 (19%) случаев острой реакции отторжения ренального трансплантата. Получена значимая корреляционная связь между спектральными показателями доплерографии ($p < 0,05$) с креатинином сыворотки крови. Среди пациентов, показатель RI превышавший более 0,8, регистрировался рост креатинина крови, уменьшение суточного диуреза и требовалось проведение гемодиализа. Однако у пациентов с наблюдением более 90 суток данная закономерность обнаружена не была [22]. Результаты данных работ авторов не вызывает сомнения о значимости RI в диагностике субклинической формы дисфункции ТП, однако существует ряд работ, показывающие высокую диагностическую значимость скоростных показателей при ТП, без значимых изменений RI.

В работе Якименко В.В., изучалась УЗДГ кровотока у пациентов с дисфункцией почечного трансплантата в отдаленные сроки после ТП. В результате на уровне междолевых артерий не было выявлено зависимости между уровнем креатинина сыворотки крови и индексов сопротивления ПА у пациентов со сниженной функцией трансплантата. При этом, показатель усредненный по времени, максимальная скорость кровотока (ТАМХ) на уровне междолевых артерий практически у 80,0% пациентов с хроническим повреждением трансплантата превышала референсных значений, несмотря на нормальный уровень сывороточного креатинина крови [23].

Несмотря на ключевую роль УЗИ в диагностике сосудистых осложнений у пациентов с трансплантацией, роль данного способа диагностики паренхиматозных осложнений до конца не изучена. Также учитывая полиэтиологический характер возникновения, окончательный диагноз выясняется после выполнения биопсии почки и гистологической оценки [24]. По результатам работы Roja Najirou и соавт, где оценивалась доплерография у 45 пациентов с ренальным трансплантатом, сравнивали гистологически различные модели трансплантированной почки. Среди пациентов: 16 человек перенесли острый тубулярный некроз, а у 29 – отторжение трансплантата. Результаты УЗДПГ показали значительное различие максимальной скорости кровотока между двумя группами на уровне подвздошной и междолевой артерий ($<0,05$). На основе анализа площади под ROC-кривой (receiver operating characteristic) показана высокая диагностическая ценность подвздошных артерий ПСВ, позволяющая отличить острый тубулярный некроз от отторжения трансплантата с чувствительностью 82,8% и специфичностью 56,2% [25].

Таким образом, ультразвуковая доплерография почечных сосудов позволит спрогнозировать риск развития дисфункции трансплантата в раннем и позднем посттрансплантационном периоде. С помощью данного исследования также возможно провести персонализированную стратегию ведения пациента и снизить риск возникновения отторжения трансплантата.

Литература:

1. Viklicky O., Novotny M., Hruby P. Future developments in kidney transplantation. *Curr. Opin. Organ Transplant.* 2020;25: P.92-98. doi: 10.1097/MOT.0000000000000722.
2. Garg N., Poggio E.D., Mandelbrot D. The Evaluation of Kidney Function in Living Kidney Donor Candidates. *Kidney* 360. 2021; 2(9): P. 1523-1530. doi: 10.34067/KID.0003052021.
3. Бикбов Б.Т., Томилина Н.А. Заместительная терапия больных с хронической почечной недостаточностью методами перитонеального диализа и трансплантации почки в Российской Федерации в 1998-2011 г. // *Нефрология и диализ.* 2014;16(2): С. 192-227.
4. Alvarado F., Cervantes C.E., Crews D.C., et. al. Examining post-donation outcomes in Hispanic/Latinx living kidney donors in the United States: A systematic review. *Am J Transplant.* 2022. Vol. 22, Issue 7. P. 1737-1753 doi.org/10.1111/ajt.17017
5. Reyna-Sepulveda F., Ponce-Escobedo A., Guevara C. A., et al. Outcomes and Surgical Complications in Kidney Transplantation. *Int J Organ Transplant Med.* 2017;8(2): P. 78-84. PMID: PMC5549004
6. Mangray M., Vella J.P. Hypertension after kidney transplant. *Am J Kidney Dis* 2011; 57: P. 331–341. doi.org/10.1053/j.ajkd.2010.10.048
7. Lubas A., Wojtecka A., Smoszna J. et al. Hemodynamic characteristics and the occurrence of renal biopsy-related arteriovenous fistulas in native kidneys // *Int Urol Nephrol.* - 2016. - Vol. 48. №10. - P. 1667-1673. doi: 10.1007/s11255-016-1411-z.
8. Wong C.S., McNicholas N., Healy D., et al. A systematic review of preoperative duplex ultrasonography and arteriovenous fistula formation // *J Vasc Surg.* - 2013. - №57. - P. 1129-1133. doi: 10.1016/j.jvs.2012.11.094.
9. Chua G.C., Snowden S., Patel U. Kinks of the transplant renal artery without accompanying intraarterial pressure gradient do not require correction: five-year outcome study. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2004; 27. - P.643-650. doi.org/10.1007/s00270-003-0156-0
10. Salehipour M. Vascular complications following 1500 consecutive living and cadaveric donor renal transplantations: a single center study // *Saudi J. Kidney Dis. Transpl.* - 2009. - Vol. 20 - № 4. - P. 570-572. PMID: 195874 95
11. McArthur C., Geddes C.C., Baxter G. Early measurement of pulsatility and resistive indexes: correlation with long-term renal transplant function. *Radiology.* 2011;259(1): P. 278-285. doi.org/10.1148/radiol.10101329
12. Briet M., Boutouyrie P., Laurent S., et al. Arterial stiffness and pulse pressure in CKD and ESRD // *Kidney Int.* - 2012. - Vol. 82. - P. 388-400. doi: 10.1038/ki.2012.131.
13. Ohta Y., Fujii K., Arima H., et al. Increased renal resistive index in atherosclerosis and diabetic nephropathy assessed by Doppler sonography. *J Hypertens* 2005; 23: P.1905-1911. doi: 10.1097/01.hjh.0000181323.441 62.01.
14. Heine G.H., Gerhart M.K., Ulrich C., et al. Renal Doppler resistance indices are associated with systemic atherosclerosis in kidney transplant recipients. *Kidney Int* 2005; 68: P. 878-885. doi: 10.1111/j.1523-1755.2005.00470. x.
15. Radermacher J., Mengel M., Ellis S., et al. The renal arterial resistance index and renal allograft survival. *N Engl J Med* 2003; 349:115-24.
16. Tarzamni M.K., Argani H., Nurifar M., Nezami N. Vascular complication and Doppler ultrasonographic finding after renal transplantation. *Transplant* (4): P.1098-1102. doi: 10.1016/j.transproceed.2007.02.004.
17. Akbar S.A., Jafri S.Z., Amendola M.A., et al. Complications of renal transplantation. *Radiographics.* 2005. 25(5): P.1335-1356. doi:10.1148/rg.255045133
18. Granata A., Clementi S., Londrino F., et al. Renal transplant vascular complications: the role of Doppler ultrasound. *J Ultrasound.* 18(2): 2015. P.101-107. doi:10.1007/s40477-014-0085-6
19. Gao J., Li J.C., Xiao M.S., et al. Color duplex sonography in severe transplant renal artery stenosis: a comparison of end-to-end and end-to-side arterial anastomoses. *Clin Imaging* 33: 2009. P.116-122. doi: 10.1016/j.clinimag.2008.08.020.

20. Li J.C., Ji Z.G., Cai S., et al. Evaluation of severe transplant renal artery stenosis with Doppler sonography. *J Clin Ultrasound* 33: 2015. P.261-269. doi: 10.1002/jcu.20129
21. Иманкулов С.Б., Оскенбаева К.К., Ибадильдина А.Х. Ультразвуковая визуализация в оценке трансплантата в раннем послеоперационном периоде // *Клиническая медицина Казахстана*. 2014. №S1-1. С. 50-51.
22. Галеев Ш.Р., Гафурова Э.Р. Роль ультразвукового исследования в комплексной оценке функционального состояния трансплантированной почки // *Вестник современной клинической медицины*. 2009. - №3. - С. 5-7.
23. Якименко В.В. Допплерографические характеристики кровотока по сосудам почечного трансплантата у пациентов с поздней дисфункцией трансплантированной почки. *Медицинские науки. Украинский журнал медицины, биологии та спорту – Том 3, №5 (14)*. - С. 180-186.
24. Федулкина В.А., Вагазин А.В., Кильдюшевский А.В. и др. Протокольная биопсия почечного аллотрансплантата как критерий эффективности экстракорпоральной фотохимиотерапии // *Нефрология*. - М., 2016. - №6. - С. 57-66.
25. Roja H., Seyed M.B., Mostafa G. and et al. Comparison the Diagnostic Value of Doppler Ultrasonography to Biopsy, in Evaluation of Post-transplant Complications and Kidney Function. *Journal of Organ Transplantation*. Vol – 1. Issue 2. P. 21-27. DOI: 10.14302/issn.2576-9359.jot-22-4303.