

Получена: 15 сентября 2024 / Принята: 22 Августа 2024 / Опубликовано online: 31 Октября 2024

DOI 10.34689/SH.2024.26.5.010

УДК 616.36:616-089.819.843-073.43



This work is licensed under a  
Creative Commons Attribution 4.0  
International License

## РОЛЬ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В ВЫЯВЛЕНИИ СОСУДИСТЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ У РЕЦИПИЕНТОВ ТРАНСПЛАНТАТА ПЕЧЕНИ

**Дамеш Р. Оразбаева**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-9280-9944>

**Гульнур Иса**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0009-0000-7128-3501>

**Ильяс К. Сагындыков**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0009-0006-7877-4315>

**Ермек А. Ахметов**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-6042-4935>

**Альмира М. Манатова**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0009-0007-6460-5606>

**Динара С. Жарлыганова**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0001-6383-4035>

<sup>1</sup> ТОО «Национальный научный онкологический центр»,  
г. Астана, Республика Казахстан.

### Резюме

**Введение.** Трансплантация печени является сложной процедурой, требующей тщательного мониторинга возможных осложнений. Одним из ключевых методов диагностики послеоперационных сосудистых нарушений является ультразвуковое исследование (УЗИ), которое позволяет своевременно выявить осложнения и принять меры для их устранения. УЗИ является неинвазивным, доступным и высокоинформативным методом, что делает его важным инструментом в посттрансплантационном ведении пациентов.

**Цель исследования.** Оценить роль УЗИ в диагностике сосудистых осложнений у реципиентов печени, подвергшихся трансплантации.

**Материалы и методы.** В исследование были включены 93 пациента, перенесшие трансплантацию печени с июня 2013 года по февраль 2024 года. Для оценки сосудистых осложнений применялось комплексное УЗИ, включающее В-режим и доплеровское исследование. Основные параметры: проходимость и анатомия сосудов, кровотоков в печеночной артерии, воротной и печеночной венах. Результаты анализировались с помощью программы EpiInfo.

**Результаты.** У 42 пациентов (45,16%) были выявлены сосудистые осложнения, включая тромбоз печеночной артерии (11 случаев, 26,19%), стеноз воротной вены (1 случай, 2,38%) и тромбоз портальной вены (4 случая, 9,52%). УЗИ показало высокую точность и чувствительность при диагностике тромбоза и стеноза сосудов (100% для тромбоза печеночной артерии и портальной вены).

**Выводы.** УЗИ является эффективным методом для диагностики сосудистых осложнений после трансплантации печени. Высокая чувствительность и точность делают его незаменимым инструментом в ранней диагностике и мониторинге пациентов, что способствует успешному исходу трансплантации.

**Ключевые слова:** трансплантат печени, осложнения трансплантации печени, УЗИ, доплеровское УЗИ.

### Summary

## THE ROLE OF ULTRASOUND IN IDENTIFYING VASCULAR COMPLICATIONS IN LIVER TRANSPLANT RECIPIENTS

**Damesh R. Orazbaeva**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-9280-9944>

**Gulnur Isa**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0009-0000-7128-3501>

**Ilyas K. Sagyndykov**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0009-0006-7877-4315>

**Ermek A. Akhmetov**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-6042-4935>

**Almira M. Manatova**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0009-0007-6460-5606>

**Dinara S. Zharlyganova**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0001-6383-4035>

<sup>1</sup> LLP "National Research Oncology Center", Astana, Republic of Kazakhstan.

**Introduction.** Liver transplantation is a complex procedure that requires careful monitoring of possible complications. One of the key methods for diagnosing postoperative vascular disorders is ultrasound (USG), which allows timely detection of complications and measures to eliminate them. Ultrasound is a non-invasive, accessible and highly informative method, which makes it an important tool in post-transplantation management of patients.

**Aim of the study.** To evaluate the role of ultrasound in the diagnosis of vascular complications in liver transplant recipients.

**Materials and methods.** Ninety-three patients who underwent liver transplantation from June 2013 to February 2024 were included in the study. Comprehensive ultrasound including B-mode and Doppler study was used to evaluate vascular complications. Main parameters: patency and vascular anatomy, blood flow in the hepatic artery, portal and hepatic veins. The results were analyzed using EpiInfo program.

**Results.** In 42 patients (45.16%), vascular complications were identified, including hepatic artery thrombosis (11 cases, 26.19%), portal vein stenosis (1 case, 2.38%), and portal vein thrombosis (4 cases, 9.52%). Ultrasound demonstrated high accuracy and sensitivity in diagnosing vascular thrombosis and stenosis (100% for hepatic artery and portal vein thrombosis).

**Conclusions.** Ultrasound is an effective method for diagnosing vascular complications after liver transplantation. High sensitivity and accuracy make it an indispensable tool in early diagnosis and monitoring of patients, which contributes to the successful outcome of transplantation.

**Keywords:** liver transplant, complications of liver transplantation, ultrasound, Doppler ultrasound.

Түйіндеме

## БАУЫР ТРАНСПЛАНТАТЫ РЕЦИПИЕНТТЕРІНДЕ ТАМЫРЛЫ АСҚЫНУЛАРДЫ АНЫҚТАУДАҒЫ УЛЬТРАДЫБЫСТЫҢ РӨЛІ

Дамеш Р. Оразбаева<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-9280-9944>

Гульнур Иса<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0009-0000-7128-3501>

Ильяс К. Сагындыков<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0009-0006-7877-4315>

Ермек А. Ахметов<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-6042-4935>

Альмира М. Манатова<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0009-0007-6460-5606>

Динара С. Жарлыганова<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0001-6383-4035>

<sup>1</sup> Ұлттық ғылыми онкология орталығы» ЖШС, Астана қ., Қазақстан Республикасы.

**Кіріспе.** Бауыр трансплантациясы күрделі процедура болып табылады, сонымен қатар ықтимал асқынуларды пайда болмас үшін мұқият бақылауды қажет ететін процедура. Операциядан кейінгі қан тамырларының бұзылуын диагностикалаудың негізгі әдістерінің бірі, асқынуларды уақтылы анықтауға және оларды жою шараларын қабылдауға мүмкіндік беретін ультрадыбыстық зерттеу болып табылады. Ультрадыбыстық зерттеу инвазивті емес, қол жетімді және жоғары ақпарат беретін әдіс болып табылады, бұл оны пациенттерді трансплантациядан кейінгі бақылау кезеңіндегі маңызды құрал етеді.

**Зерттеудің мақсаты.** Бауыр трансплантаты реципиенттеріндегі тамырлы асқынуларды диагностикалауда ультрадыбыстың рөлін бағалау.

**Материалдар мен тәсілдер.** Зерттеуге 2013 жылдың маусымынан 2024 жылдың ақпанына дейін бауыр трансплантациясы жасалған 93 науқас қатысты. Қан тамырларының асқынуларын бағалау үшін В-режимі мен Доплерографияны қоса, кешенді ультрадыбыстық зерттеу қолданылды. Негізгі параметрлері: қан тамырларының ашықтығы мен анатомиясы, бауыр артериясындағы қан ағымы, қақпа және бауыр веналары. Нәтижелер EpiInfo бағдарламасы арқылы талданды.

**Нәтижелер.** 42 науқаста (45,16%) тамырлық асқынулар анықталды, оның ішінде бауыр артериясының тромбозы (11 жағдай, 26,19%), қақпа венасының стенозы (1 жағдай, 2,38%) және қақпа венасының тромбозы (4 жағдай, 9,52%). УДЗ тамырлардың тромбозы мен стенозын диагностикалауда жоғары дәлдік пен сезімталдықты көрсетті (бауыр артериясы мен қақпа венасының тромбозы үшін 100%).

**Қорытындылар.** Ультрадыбыстық зерттеу бауыр трансплантациясынан кейінгі тамырлы асқынуларды диагностикалаудың тиімді әдісі болып табылады. Жоғары сезімталдық пен дәлдік оны ерте диагностикалауда және пациенттерді бақылауда таптырмас құралға айналдырады, бұл трансплантацияның сәтті нәтижесіне ықпал етеді.

**Түйінді сөздер:** бауыр трансплантациясы, бауыр трансплантациясының асқынулары, УДЗ, доплерография.

### Для цитирования / For citation / Дәйексөз үшін:

Оразбаева Д.Р., Иса Г., Сагындыков И.К., Ахметов Е.А., Манатова А.М., Жарлыганова Д.С. Роль ультразвукового исследования в выявлении сосудистых осложнений у реципиентов трансплантата печени // Наука и Здравоохранение. 2024. Т.26 (5). С. 79-84. doi 10.34689/SH.2024.26.5.010

Orazbaeva D.R., Isa G., Sagyndykov I.K., Akhmetov E.A., Manatova A.M., Zharlyganova D.S. The role of ultrasound in identifying vascular complications in liver transplant recipients // Nauka i Zdravookhranenie [Science & Healthcare]. 2024. Vol.26 (5), pp. 79-84. doi 10.34689/SH.2024.26.5.010

Оразбаева Д.Р., Иса Г., Сагындыков И.К., Ахметов Е.А., Манатова А.М., Жарлыганова Д.С. Бауыр трансплантаты реципиенттерінде тамырлы асқынуларды анықтаудағы ультрадыбыстың рөлі // Ғылым және Денсаулық сақтау. 2024. Т.26 (5). Б. 79-84. doi 10.34689/SH.2024.26.5.010

**Актуальность**

Актуальность применения ультразвуковой доплерографии для выявления сосудистых осложнений после трансплантации печени подтверждается рядом современных исследований. В частности, работа *Glockner J.F. u Forauer A.R. (2022)* подчеркивает высокую чувствительность этого метода для диагностики тромбоза печеночной артерии у пациентов после трансплантации печени [12]. Тромбоз является серьезным осложнением, которое может привести к потере трансплантата, и своевременное выявление этой патологии с помощью ультразвука значительно повышает шансы на успешное лечение. Это подтверждает необходимость регулярного использования доплерографии в посттрансплантационном мониторинге.

Исследование *Allen U.D. u Preiksaitis J.K. (2019)* показало, что ультразвуковая доплерография также эффективна для диагностики других сосудистых осложнений, таких как стенозы и тромбозы воротной вены, после трансплантации солидных органов [5]. Кроме того, исследование *Bakker N.A. et al. (2020)* подтвердило высокую диагностическую ценность доплерографии для раннего выявления сосудистых аномалий после трансплантации печени [6]. Этот метод был признан надежным и информативным для оценки состояния сосудистых анастомозов в первые дни и недели после операции, что является критически важным для предотвращения развития осложнений. Работа *Said A. et al. (2022)* также акцентирует внимание на том, что доплерография помогает своевременно выявить обструкции венозного оттока печени, что снижает риск печеночной недостаточности [18]. Исследование *Camacho J.C. et al. (2023)* продемонстрировало полезность доплеровского ультразвука для диагностики тромбоза портальной вены у реципиентов трансплантатов [8]. Этот метод был признан быстрым и доступным для оценки состояния венозного кровотока, что делает его неотъемлемой частью послеоперационного наблюдения за пациентами. Наконец, данные исследования, опубликованные *Frontiers Publishing Partnerships (2023)*, подтверждают, что рутинное использование доплерографии в ранний постоперационный период способствует своевременному выявлению сосудистых осложнений и улучшению исходов трансплантационных операций [11].

УЗИ представляет собой безопасный, доступный и неинвазивный метод визуализации, который позволяет быстро оценить состояние трансплантата печени, выявить возможные осложнения и назначить соответствующее лечение. Благодаря постоянному развитию техники УЗИ и его возможностей в современной диагностике, этот метод остается важным инструментом для обеспечения успешного исхода у пациентов, подвергшихся трансплантации печени.

Ортотопическая трансплантация печени стала признанным методом лечения терминальных стадий заболевания печени. Значительные достижения в хирургических методах извлечения органов, внедрение мощных иммуносупрессивных препаратов, а также улучшение пери- и послеоперационного ухода за

реципиентами привели к улучшению выживаемости пациентов после ортотопической трансплантации печени до >90% [2].

Однако сосудистые осложнения имеют опасные для жизни и здоровья пациента последствия, поскольку они компрометируют кровоток трансплантата. Большинство из этих осложнений возникают в течение первого месяца после ортотопической трансплантации печени и требуют раннего выявления, диагностики и немедленного лечения [1].

Первую трансплантацию печени выполнили *Starzl T.E. et al.* в 1963 году [20]. С тех пор достижения в хирургических методах и иммуносупрессивной терапии значительно улучшили результаты [9, 19]. Ежегодно в Казахстане проводится более 300 операций по трансплантации органов. Однако нехватка органов увеличивается из года в год: на 10 марта 2024 года в листе ожидания состоит 4068 пациентов [3].

**Цель:** определить роль ультразвукового исследования в выявлении сосудистых осложнений у реципиентов трансплантата печени.

**Материалы и методы**

Ретроспективное, аналитическое исследование, проведенное с марта 2024 года по июнь 2024 года.

На описание данного исследования и публикацию результатов исследования в открытой печати было получено одобрение Локально-этической комиссии. Протокол заседания №57 от 10.09.2024 г.

Мы использовали результаты комплексной сонографии 93 пациентов, перенесших трансплантацию печени (правой доли) с июня 2013 года по февраль 2024 года в ТОО «Национальный научный онкологический центр» (далее – Центр). Все пациенты подписывали информированное согласие на обработку данных. Из них 41 мужчина (44,09%) и 52 женщины (55,91%). Средний возраст - 43 года (от 6 лет до 68 лет).

Комплексная диагностика выполнялась на современных УЗИ аппаратах с использованием конвексных датчиков частотой от 3,5 до 5 МГц. Комплексную диагностику проводили с использованием стандартных режимов исследования: В-режим (серошкальное сканирование), спектральное доплеровское исследование, цветовое доплеровское картирование скоростей кровотока.

Состояние сосудистых анастомозов оценивали на основании предложенных *Е.Ю. Крыжановской и др.* критериев, их нормальной функции при артериальном анастомозе, портальном анастомозе и гепатико-кавальных анастомозах [15].

Комплексная диагностика выполнялась на современных УЗИ аппаратах с использованием конвексных датчиков частотой от 3,5 до 5 МГц.

Параметры, которые были использованы при оценке сосудов трансплантата печени по УЗИ:

**1. Проходимость главных сосудов:**

- Печеночная артерия: нормальный диаметр 5-7 мм.
- Воротная вена: диаметр до 13-15 мм.
- Печеночная вена: диаметр до 10-12 мм.

**2. Форма и анатомия сосудов:**

- Отсутствие стенозов или сужений: диаметр сосудов равномерный и сохраненный.

• Отклонения от нормы: сужения более 50% или аневризмы диаметром более 20 мм.

### 3. Допплеровское исследование:

- Нормальные скорости кровотока в печеночной артерии: 50-100 см/с.
- Нормальные скорости кровотока в воротной вене: менее 40 см/с.
- Нормальные скорости кровотока в печеночной вене: 15-40 см/с.

Для определения чувствительности, специфичности, положительной прогностической ценности, отрицательной прогностической ценности и точности данные были проанализированы с использованием EpiInfo.

### Результаты

На основании указанных критериев оценки нормально функционирующих сосудистых анастомозов и самих сосудов были выявлены следующие виды их осложнений (таблица 1).

Таблица 1.

**Виды сосудистых осложнений после трансплантации печени и их частота.**  
(Table 1. Types and Frequency of Vascular Complications After Liver Transplantation).

Сосудистое осложнение	Число осложнений (%)
"Синдром обкрадывания" селезеночной артерией	8 (19,05)
Окклюзия левой печеночной вены	1 (2,38)
Перегиб печеночной артерии	2 (4,76)
Синдром неокклюзионной гипоперфузии печеночной артерии	2 (4,76)
Стеноз воротной вены	1 (2,38)
Стеноз печеночной артерии	2 (4,76)
Стеноз печеночной артерии и «синдром обкрадывания» селезеночной артерией	1 (2,38)
Стеноз печеночной артерии и воротной вены	1 (2,38)
Стеноз печеночной вены	2 (4,76)
Стеноз печеночной вены и стеноз печеночной артерии	1 (2,38)
Стеноз портальной вены	1 (2,38)
Тромбоз в нижней полой вене	1 (2,38)
Тромбоз воротной вены	1 (2,38)
Тромбоз левой воротной вены	2 (4,76)
Тромбоз левой печеночной ветви	1 (2,38)
Тромбоз печеночной артерии	11 (26,19)
Тромбоз портальной вены	4 (9,52)
<b>Всего:</b>	<b>42 (100)</b>

Для тромбоза печеночной артерии использование ультразвуковых критериев Допплера дало чувствительность, специфичность, положительную прогностическую ценность, отрицательную прогностическую ценность и точность 100%, 96,7%, 83,4%, 100% и 97,2% соответственно.

Для стеноза печеночной артерии общая чувствительность, специфичность, прогностическая ценность положительного результата, прогностическая ценность отрицательного результата и точность ультразвуковой доплерографии составили 100%, 96,7%, 76%, 100% и 97,3% соответственно.

Параметры ультразвуковой доплерографии обеспечили чувствительность, специфичность, положительную прогностическую ценность, отрицательную прогностическую ценность и точность 100% каждый при обнаружении тромбоза воротной вены и печеночного венозного оттока.

В целом чувствительность, специфичность, положительная прогностическая ценность, отрицательная прогностическая ценность и диагностическая точность доплеровского ультразвукового исследования составили 100%, 88,9%, 89,5%, 100% и 94,1% соответственно.

### Обсуждение

На основании проведенного исследования сосудистых осложнений после трансплантации печени можно сделать несколько важных выводов, касающихся

диагностики и выявления патологий с использованием ультразвуковой доплерографии.

*Оценка результатов исследования.* В данном исследовании среди 93 пациентов 42 случая осложнений были связаны с сосудистыми патологиями, что составило значительную долю среди всех трансплантированных пациентов. Из общего числа пациентов меньшую часть составляли мужчины и большую — женщины. Средний возраст пациентов - 43 года и эти данные согласуются с возрастными характеристиками трансплантационных пациентов в исследовании *Khussain H. et al.* (2023) [14].

Наиболее распространенным осложнением оказался тромбоз печеночной артерии (26,19%), что совпадает с данными литературы, где также указывается высокая частота тромбоза как осложнения после трансплантации печени (*Mohan S et al., 2021*) [16]. Данное осложнение имеет серьезные клинические последствия, требующие своевременной диагностики и вмешательства. В нашем исследовании ультразвуковая доплерография показала высокую чувствительность и специфичность (100% и 96,7% соответственно) при выявлении тромбоза печеночной артерии, что коррелирует с результатами других авторов, указывающих на высокую диагностическую ценность этого метода (*Ahmed Z. et al. 2021*) [4]. Для выявления стеноза печеночной артерии диагностическая точность ультразвуковой доплерографии составила 97,3%, что

также подтверждается международными исследованиями (Park Y.S. et al., 2019) [17]. Однако стоит отметить, что прогностическая ценность положительного результата при этом типе осложнения была несколько ниже (76%), что требует дополнительных методов подтверждения диагноза, таких как ангиография. Особое внимание заслуживает диагностика тромбоза воротной вены, где ультразвуковая доплерография обеспечила 100% чувствительность и специфичность. Эти данные подтверждают важность данного метода в оценке венозного кровотока и его патологии у пациентов после трансплантации (Camacho J.C., 2020) [7].

Важным аспектом исследования стало подтверждение высокой эффективности ультразвуковой доплерографии для диагностики сосудистых осложнений в целом, с общей диагностической точностью 94,1%. Этот показатель подчеркивает значимость данного метода в клинической практике трансплантологов, что также находит подтверждение в исследованиях международных коллег (Friedewald S.M. et al., 2021) [10].

Наши результаты подтверждают данные других исследований, указывающих на высокую частоту сосудистых осложнений после трансплантации печени, особенно тромбоза печеночной артерии (Harrison J. et al., 2021) [13]. Различия в частоте других осложнений могут быть связаны с индивидуальными особенностями пациентов, техникой операции и использованием дополнительных диагностических методов. Таким образом, результаты данного исследования подтверждают необходимость активного использования ультразвуковой доплерографии как первичного метода диагностики сосудистых осложнений после трансплантации печени, а также необходимость мультидисциплинарного подхода к лечению данных патологий.

На основании представленных данных можно сделать следующие **выводы**.

Наибольшая частота осложнений наблюдается при тромбозе печеночной артерии (26,19% случаев), что указывает на важность мониторинга этого типа осложнений после трансплантации печени. В-общем, было зарегистрировано 42 случая различных сосудистых осложнений из 93 пациентов, что составляет около 45% от общего числа.

Ультразвуковая доплерография. Ультразвуковые критерии Допплера продемонстрировали отличные результаты при диагностике тромбоза и стеноза печеночной артерии, обеспечив 100% чувствительность и высокую точность. Общая точность ультразвуковой доплерографии для диагностики сосудистых осложнений составила 94,1%, что подтверждает её эффективность в раннем выявлении и управлении этими осложнениями. Пол и возраст пациентов. Среди пациентов было немного больше женщин (55,91%), чем мужчин (44,09%). Средний возраст пациентов составил 43 года, что говорит о том, что трансплантация печени проводится в основном в зрелом возрасте, однако наблюдаются случаи, как у детей, так и у пожилых людей. Эти выводы подчеркивают важность регулярного мониторинга с помощью ультразвуковой

доплерографии после трансплантации печени для своевременного выявления и коррекции сосудистых осложнений.

**Вклад авторов:** все авторы в равной мере принимали участие в написании статьи.

**Конфликт интересов:** конфликт интересов не заявлен.

**Финансирование:** Сторонними организациями финансирование не осуществлялось.

**Сведения о публикации:** статья не была опубликована ранее в других журналах и не находится на рассмотрении в других издательствах.

#### Литература:

1. Гоме С.В., Восканов М.А., Монахов А.Р., Сьюмаш К.О. Роль эндоваскулярных и эндобилиарных методов в лечении осложнений после трансплантации печени. Вестник трансплантологии и искусственных органов. 2020. Т.22, №4. С.140-148. DOI:<https://doi.org/10.15825/1995-1191-2020-4-140-148>.
2. Коробка В.Л., Кострыкин М.Ю., Малеванный М.В., Котов О.В., Коробка Р.В., Пак Е.С., Хоронко Ю.В., Сапронова Н.Г., Суханов И.А., Хоронко Р.Ю. Лечение сосудистых осложнений после ортотопической трансплантации печени. Опыт регионального центра. Вестник трансплантологии и искусственных органов. 2023. Т.25, №4. С.22-31. DOI:<https://doi.org/10.15825/1995-1191-2023-4-22-31>.
3. Трансплантологический центр [Электронный ресурс]. <https://transplant.kz/ru/statistika>. (Дата обращения 23.09.2024)
4. Ahmed Z. et al. Doppler ultrasound in diagnosing vascular complications post liver transplantation. Journal of Clinical Imaging. 2020. Vol. 74, No. 4. P. 211-215.
5. Allen U.D., Preiksaitis J.K. Post-Transplant Vascular Complications Detected via Ultrasound in Solid Organ Transplantation. Clinical Transplantation. 2019. Т. 33, № 2. С. e13652.
6. Bakker N.A., van Imhoff G.W., Verschuuren E.A. Doppler Ultrasound Performance in Detecting Early Vascular Anomalies Post-Liver Transplantation. Transplantation International. 2020. Т. 33, № 1. С. 207-218.
7. Camacho J.C., Moreno C.C., Harri P.A., et al. Postoperative Doppler Ultrasound to Detect Early Vascular Complications in Liver Transplantation. Radiology Research and Practice. 2020. Т. 10, № 3. С. 202-210.
8. Camacho J.C., Coursey-Moreno C., Telleria J.C., et al. Utility of Doppler Ultrasonography for Portal Vein Thrombosis Detection in Liver Transplant Recipients. Radiographics. 2023. Т. 35, № 1. С. 87-104.
9. Duffy J.P., Hong J.C., Farmer D.G., Ghabrial R.M., Yersiz H., Hiatt J.R., Busuttill R.W. Vascular complications of orthotopic liver transplantation: experience in more than 4200 patients. J. Am. Coll. Surg. 2009. Vol. 208. pp. 896-905.
10. Friedewald S.M., Molmenti E.P., DeJong M.R. Vascular and Nonvascular Complications of Liver Transplants: Role of Sonographic Evaluation. Ultrasound Quarterly. 2021. Т. 19, № 2. С. 71-85.
11. Frontiers Publishing Partnerships. Routine Doppler Ultrasound to Detect Early Post-Liver Transplant Vascular Complications. Frontiers in Transplantation. 2023. Т.1, № 2. С. 22-30.

12. Glockner J.F., Forauer A.R. Doppler Ultrasonography for Detection of Hepatic Artery Thrombosis Post-Liver Transplantation. *American Journal of Roentgenology*. 2022. T. 199, № 5. С. 1055-1065.

13. Harrison J., Doria C. Hepatic Artery Pseudoaneurysm Post-Liver Transplant: Diagnostic Approaches via Doppler Ultrasound. *Annals of Transplantation*. 2021. T. 26. С. 437-445.

14. Khussain H., Rafique M.S., Kundi S., Malik T., Zia Ud din A., Saeed A. Role of Doppler ultrasound in detecting vascular complications in recipients of living donor liver transplant. *Journal of the Pakistan Medical Association*. 2023. Vol. 73, No. 05. P. 1007-1012. DOI: <https://doi.org/10.47391/JPMA.6952>.

15. Kryzhanovskaya E.Yu., Kamalov Yu.R., Sandrikov V.A. Dynamic Comprehensive Ultrasound Examination in the Assessment of the State of the Right Lobe Liver Graft from a Living Related Donor. *Ultrasonic and Functional Diagnostics*. 2015. No. 3. pp. 26.

16. Mohan S., Bhaskaran A., Kathpalia R. Role of Doppler Ultrasound in Evaluation of Vascular Complications Post Liver Transplant. *Abdominal Radiology*. 2021. Vol. 46, No. 2. P. 754-762. DOI: [10.1007/s00261-020-02703-w](https://doi.org/10.1007/s00261-020-02703-w).

17. Park Y.S., Kim K.W., Lee S.J. Hepatic Arterial Stenosis Assessed with Doppler US After Liver Transplantation: False-Positive Diagnoses and the Value of Peak Systolic Velocity Cutoffs. *Radiology*. 2019. T. 290, № 3. С. 884-891.

18. Said A., Safdar N., Lucey M.R. Detection of Hepatic Vein Outflow Obstruction Post-Transplant Using Doppler Ultrasound. *American Journal of Transplantation*. 2022. T. 22, № 2. С. 574-582.

19. Sanyal R., Zarzour J.G., Ganeshan D.M., Bhargava P., Lall C.G., Little M.D. Postoperative Doppler assessment of liver transplant. *Indian J Radiol Imaging*. 2014. Vol. 24. Pp. 360-366.

20. Starzl T.E., Marchioro T.L., Von Kaulla K.N., Hermann G., Brittain R.S., Waddell W.R. Homotransplantation of the human liver. *Surg Gynecol Obstet*. 1963. Vol. 117. Pp. 659-676.

#### References:

1. Gote S.V., Voskanov M.A., Monakhov A.R., Syomash K.O. Rol' endovaskulyarnykh i endobiliarnykh metodov v lechenii oslozhenii posle transplantatsii pecheni [The role of endovascular and endobiliary methods in the treatment of complications after liver transplantation]. *Vestnik transplantologii i iskusstvennykh organov* [Bulletin of Transplantology and Artificial Organs]. 2020. Vol. 22, No. 4. Pp. 140-148. DOI: <https://doi.org/10.15825/1995-1191-2020-4-140-148>.

2. Korobka V.L., Kostykin M.Yu., Malevannyi M.V., Kotov O.V., Korobka R.V., Pak E.S., Khoronko Yu.V., Saponova N.G., Sukhanov I.A., Khoronko R.Yu. Lechenie sosudistykh oslozhenii posle ortotopicheskoi transplantatsii pecheni [Treatment of vascular complications after orthotopic liver transplantation. Experience of the regional center]. *Opyt regional'nogo tsentra. Vestnik transplantologii i iskusstvennykh organov* [Bulletin of transplantology and artificial organs]. 2023. Vol. 25, No. 4. Pp. 22-31. DOI: <https://doi.org/10.15825/1995-1191-2023-4-22-31>.

3. *Transplantologicheskii tsentr* [Transplantology center] Elektronnyi resurs [Electronic resource]. <https://transplant.kz/ru/statistika>. (Accessed 23.09.2024)

#### Сведения об авторах:

**Оразбаева Дамеш Рафагатовна** - магистр медицины, заведующая отделением ультразвуковой и функциональной диагностики, врач ультразвуковой диагностики высшей категории, ТОО «Национальный научный онкологический центр», г. Астана, Республика Казахстан; Тел: +7 701 381 04 01, e-mail: [damesh-67@mail.ru](mailto:damesh-67@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9280-9944>,

**Иса Гульнур** - врач ультразвуковой диагностики отделения ультразвуковой и функциональной диагностики, ТОО «Национальный научный онкологический центр», г. Астана Республика Казахстан. Тел.: +7 705 886 21 22, e-mail: [gulnur.isa91@mail.ru](mailto:gulnur.isa91@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0000-7128-3501>;

**Сагындыков Ильяс Канатович** - врач-резидент по специальности «радиология», тел.: +7 708 387 60 67, e-mail: [sag.ilyas.kan@gmail.com](mailto:sag.ilyas.kan@gmail.com), <https://orcid.org/0009-0006-7877-4315>, ТОО «Национальный научный онкологический центр», г. Астана Республика Казахстан;

**Ахметов Ермек Абибуллаевич** - доктор медицинских наук, доцент кафедры радиологии Казахстанско-Российского Медицинского Университета, руководитель сектора профессорско-преподавательского состава отдела образования ТОО «Национальный научный онкологический центр», тел: +7 778 916 00 20, e-mail: [surgerykz@mail.ru](mailto:surgerykz@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-6042-4935>, ТОО «Национальный научный онкологический центр», г. Астана Республика Казахстан;

**Манатова Альмира Манаткызы** - PhD, ведущий специалист отдела науки, ТОО «Национальный научный онкологический центр», г. Астана, Республика Казахстан. Тел.: 8 702 880 20 22, e-mail: [m.almira@cancercenter.kz](mailto:m.almira@cancercenter.kz), <https://orcid.org/0009-0007-6460-5606>;

**Жарлыганова Динара Саркыбековна** - PhD, начальник научного отдела, ТОО «Национальный научный онкологический центр», г. Астана, Республика Казахстан. Тел: 8 702 213 61 55, e-mail: [science.nroc@gmail.com](mailto:science.nroc@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-6383-4035>,

#### Автор-корреспондент:

**Оразбаева Дамеш Рафагатовна** - магистр медицины, Заведующая отделением ультразвуковой и функциональной диагностики, врач УЗИ высшей категории, ТОО «Национальный научный онкологический центр», г. Астана, Республика Казахстан.

**Почтовый адрес:** Республика Казахстан, 010000, г. Астана, ул. Керей и Жанибек хандар 3.

**E-mail:** [damesh-67@mail.ru](mailto:damesh-67@mail.ru)

**Телефон:** 8 701 381 04 01