

*Минимально инвазивные технологии при заболеваниях печени,
желчных протоков и поджелудочной железы*
Minimally invasive techniques for liver, bile ducts and pancreas diseases

ISSN 1995-5464 (Print); ISSN 2408-9524 (Online)

<https://doi.org/10.16931/1995-5464.2021-3-46-51>

Новые возможности прямого перфузионного исследования артериального кровоснабжения печени после трансплантации

*Моисеенко А.В. *, Поликарпов А.А., Таразов П.Г., Козлов А.В.,
Тилеубергенов И.И., Гранов Д.А.*

*ФГБУ “Российский научный центр радиологии и хирургических технологий им. академика А.М. Гранова”
Министерства здравоохранения РФ; 197758, Санкт-Петербург, поселок Песочный, ул. Ленинградская,
д. 70, Российская Федерация*

Цель. Оценить возможности перфузионного исследования у пациентов с клиническим, лабораторным и рентгенологическим подозрением на недостаточность артериального кровоснабжения трансплантата печени.

Материал и методы. С 1998 по 2020 г. выполнено 246 трансплантаций печени. С 2015 г. (105 трансплантаций) артериальные изменения, ведущие к гипоперфузии органа, выявлены у 24 (23%) пациентов: синдром обкрадывания печени – у 8, тромбоз печеночной артерии – у 7, сочетание стеноза печеночной артерии и синдрома обкрадывания – у 6, стеноз печеночной артерии – у 3. Для коррекции выполняли рентгенэндоваскулярные вмешательства. Прямую перфузионную оценку кровоснабжения трансплантата выполнили у 8 больных.

Результаты. После эндоваскулярных процедур перфузионный показатель восстановился с 0,27 (0,13–0,45) до 0,62 (0,33–0,89); адекватный показатель $\geq 0,65$.

Заключение. Прямое перфузионное исследование печени позволяет вовремя выявить и объективизировать артериальную трофику трансплантата, что при своевременной и адекватной коррекции уменьшает риск развития билиарных ишемических осложнений.

Ключевые слова: *печень, трансплантация, артериальные осложнения, ангиография, рентгенэндоваскулярные вмешательства, перфузионное исследование*

Ссылка для цитирования: Моисеенко А.В., Поликарпов А.А., Таразов П.Г., Козлов А.В., Тилеубергенов И.И., Гранов Д.А. Новые возможности прямого перфузионного исследования артериального кровоснабжения печени после трансплантации. *Анналы хирургической гепатологии.* 2021; 26 (3): 46–51. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2021-3-46-51>.

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

New possibilities for testing direct arterial liver perfusion after liver transplantation

*Moiseenko A.V. *, Polikarpov A.A., Tarazov P.G., Kozlov A.V.,
Tileubergenov I.I., Granov D.A.*

FGBO “Granov Russian Scientific Center of Radiology and Surgical Technology” of the Ministry of Health of the Russian Federation; 70, Leningradskaya str., St. Petersburg, 197758, Russian Federation

The aim of the study was to show new promising possibilities of direct perfusion test for the transplanted liver.

Materials and methods. We have performed 246 liver transplantations (1998–2020). Since 2015 arterial complications were detected in 24 (23%) patients after 105 transplantations complicated by liver hypoperfusion: splenic artery steal syndrome ($n = 8$), hepatic artery thrombosis ($n = 7$), combination of hepatic artery stenosis and steal syndrome ($n = 6$), hepatic artery stenosis ($n = 3$). Endovascular interventions were performed in these cases for revascularization. Direct perfusion test was performed in 8 patients.

Results. The liver perfusion index increased from 0.27 (0.13–0.45) to 0.62 (0.33–0.89) after endovascular procedures. Sufficient perfusion was ≥ 0.65 .

Conclusion. Direct liver perfusion test makes possible to identify and objectify graft blood supply, timely and adequate correction, and reduces the risk of developing biliary ischemic complications.

Keywords: liver, transplantation, arterial complications, angiography, endovascular interventions, liver perfusion test

For citation: Moiseenko A.V., Polikarpov A.A., Tarazov P.G., Kozlov A.V., Tileubergenov I.I., Granov D.A. New possibilities for testing direct arterial liver perfusion after liver transplantation. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB surgery*. 2021; 26 (3): 46–51. (In Russian). <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2021-3-46-51>.

There is no conflict of interests.

● Введение

Гибель трансплантата после ортотопической трансплантации печени (ОТП) происходит в силу осложнений (ишемических, билиарных и септических), связанных с артериальной недостаточностью [1–4]. Для диагностики артериальных осложнений применяют прямую ангиографию, поскольку ее информативность в выявлении сосудистых изменений значительно больше, чем у других методов [5], а прямое перфузионное исследование органа значимо усиливает объективизацию полученных ангиограмм [6]. Возможность прямого перфузионного исследования заложена в базовый пакет современных ангиографических установок. Это исследование применяют для оценки адекватности артериальной эмболизации опухолей печени. Ряд авторов [7, 8] модернизировали метод перфузионного исследования для определения адекватности реваскуляризации сосудов нижних конечностей после эндоваскулярных вмешательств. В свою очередь необходимость объективизации кровоснабжения трансплантата в хирургии печени поспособствовала разработке метода ее прямого перфузионного исследования [9].

Цель работы – оценить возможности перфузионного исследования у пациентов с клиническим, лабораторным и рентгенологическим подозрением на недостаточность артериального кровоснабжения трансплантата печени.

● Материал и методы

С 1998 по 2020 г. в РНЦРХТ им. академика А.М. Гранова выполнено 246 ОТП. Артериальная

гипоперфузия была заподозрена и выявлена у 30 (12,2%) пациентов, из них только у 6 (2,4%) больных до 2015 г. Способ эксплантации, консервации, трансплантации и бригада хирургов не менялись. Подозрение на развитие посттрансплантационного синдрома, артериальной недостаточности появлялось при динамичном и стойком увеличении уровня АлАТ и АсАТ в сыворотке крови на фоне проводимой иммуносупрессивной терапии, уменьшении скорости артериального кровотока при УЗИ и отсутствии периферического артериального русла при МСКТ. Алгоритм диагностики в 2015 г. был изменен: всем пациентам с устойчивым подъемом активности АлАТ и АсАТ в течение 2 дней, помимо УЗИ и МСКТ, выполняли диагностическую ангиографию. Артериальные изменения выявлены или подтверждены у 24 (23%) из 105 перенесших ОТП. Перфузионное исследование выполнили 8 больным (рисунок, таблица, наблюдение №4). Адекватным перфузионным показателем (ROIAUC/REFAUC – отношение зон интереса к референсному показателю) считали значение $\geq 0,65$, референсное значение (магистральный, неизмененный кровоток – чревный ствол) равнялось 1,0 [6, 9]. Подробности техники диагностической ангиографии, инструментария и этапность вмешательств описаны ранее [10].

● Результаты

Осложнений при диагностической ангиографии и перфузионном исследовании не было. Выявлено 4 группы осложнений. Группа I – синдром обкрадывания печени селезеночной артерией – 8 (33%) наблюдений, группа II – тромбоз

Таблица. Сведения о пациентах с перфузионными нарушениями после ОТП и методах их коррекции

Table. Summary data of patients with perfusion disorders after orthotopic liver transplantation and methods of their correction

№ пациента	1	2	3	4	5	6	7	8
Возраст, лет	49	49	29	50	36	53	38	47
Осложнение	СО	СО	С + СО	С + СО	С + СО	С + СО	С + СО	СПА
Исходная перфузия	0,13	0,29	0,18	0,45	0,15	0,35	0,19	0,45
Вмешательство	Э	Э	Э + Ст	Э + Ст	Э + Ст	Э + Ст	Э + Ст	БП
Итоговая перфузия	0,65	0,89	0,53	0,61	0,33	0,81	0,45	0,70
Билиарные осложнения	–	–	ИСЖП	ИСЖП	ИСЖП	–	ИСЖП	–
Исход	Жив	Жив	Жив	РеОТП, жив	Умер	Жив	Умер	Жив
Срок наблюдения после ОТП, мес	75	8	49	35	4	11	5	20

Примечание: СО – синдром обкрадывания, С – стеноз, СПА – стеноз печеночной артерии, Э – эмболизация селезеночной артерии, Ст – стентирование, БП – баллонная пластика, РеОТП – ретрансплантация, ИСЖП – ишемические стриктуры желчных протоков.

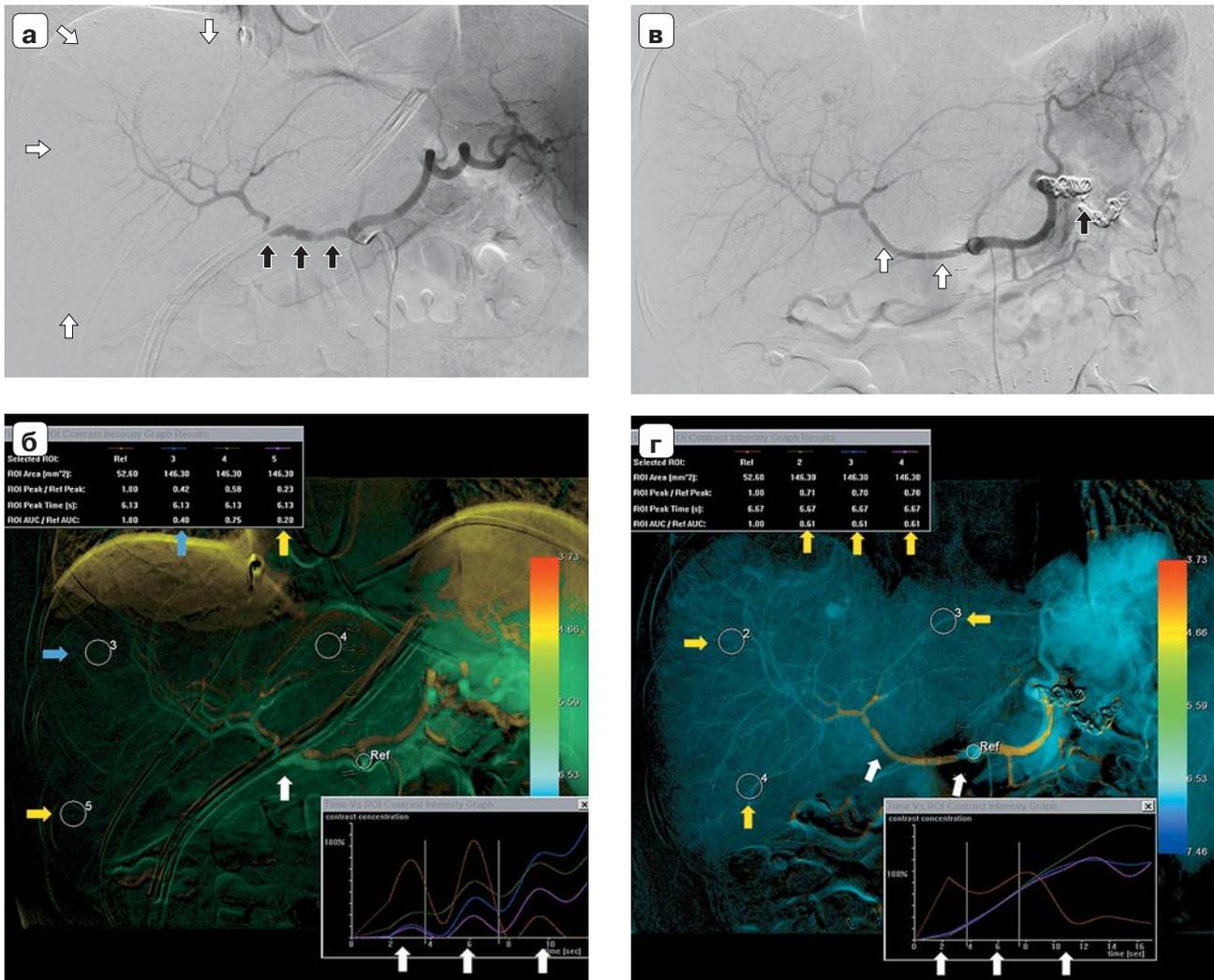


Рисунок. Клиническое наблюдение реципиента 50 лет (№4, см. таблицу). После завершения артериальной реконструкции и запуска кровотока выявлена субинтимальная диссекция. Объемная скорость кровотока (ОСК) уменьшена до 40 мл/мин. Выполнена ревизия артерии, перевязка желудочно-двенадцатиперстной артерии. ОСК увеличилась до 130 мл/мин. При УЗИ на следующие сутки печеночная артерия отчетливо не видна. Результаты обследования: **а** – целиакограмма через сутки после ОТП, видны многоуровневые гемодинамически значимые стенозы печеночной артерии (указаны черными стрелками), обеднение артериальной архитектоники трансплантата на сегментарном уровне (указано белыми стрелками); **б** – перфузионное исследование, подтверждено гемодинамически значимое сужение, субинтимальная диссекция и турбулентный кровоток в зоне анастомоза (указана белыми стрелками), выявлено значимое уменьшение перфузионного показателя в S_{VI} (указан желтыми стрелками) и S_{VII} (указан желтыми стрелками); **в** – контрольная целиакограмма, после стентирования зоны субинтимальной диссекции печеночной артерии (указана белыми стрелками) и эмболизации ствола селезеночной артерии (указана черной стрелкой) отмечено восстановление артериальной архитектоники во всех сегментах печени; **г** – перфузионное исследование после коррекции артериального кровоснабжения, гемодинамически значимых сужений, турбулентного кровотока нет (указано белыми стрелками), выравнивание перфузионного показателя в обеих долях печени (указано желтыми стрелками).

Fig. Clinical case of 50 y.o. male patient (№4, Table). A subintimal dissection was detected after completion arterial reconstruction and starting blood flow. The blood flow rate decreased to 40 ml/min. Revision of the artery and gastroduodenal artery ligation increased blood flow rate to 130 ml/min. On the next day, the hepatic artery was not clearly visualized on ultrasound examination. Examination results: **a** – celiacography, 1 day after liver transplantation. Multiple stenosis of the hepatic artery is determined (black arrows). Weaking arterial architectonics at the segments (white arrows); **б** – perfusion test confirmed significant stenosis, subintimal dissection and turbulent flow in the anastomotic area (white arrows), a decrease of the perfusion index in the S_{VI} (yellow arrows) and S_{VII} of the liver (yellow arrows) were determined; **в** – celiacography after stenting of the dissection zone (white arrows) and embolization of the splenic artery (black arrows). Arterial architectonics was restored in all liver segments; **г** – perfusion test after correction of arterial blood supply: significant stenosis and turbulent blood flow is not detected (white arrows). Perfusion index is rising in both lobes of the liver (yellow arrows).

печеночной артерии – 7 (29%) больных, группа III – сочетание синдрома обкрадывания печени селезеночной артерией и стеноза печеночной артерии – 6 (25%), группа IV – стеноз или кинкинг (патологическая извитость) печеночной артерии – 3 (13%) наблюдения. По результатам перфузионного исследования эндоваскулярная коррекция потребовалась всем 8 пациентам. В результате лечебных мероприятий – стентирования печеночной артерии и (или) эмболизации ствола селезеночной артерии – сегментарный перфузионный показатель был восстановлен с 0,27 (0,13–0,45) до 0,62 (0,33–0,89). У 4 из 8 пациентов этот показатель улучшился, но не превысил 0,61; в дальнейшем у них развились билиарные неанастомотические стриктуры класса В–D по Buis [11]. При достижении адекватного перфузионного показателя $\geq 0,65$ стриктуры не развивались (таблица).

● Обсуждение

Результатами исследования подтверждено, что прямая ангиография остается наилучшим методом диагностики сосудистых изменений после ОТП. Осложнения ангиографии маловероятны (<1%), и у оперированных пациентов их не было [12].

По мнению большинства авторов [13, 14], в основе формирования неанастомотических стриктур желчных протоков после ОТП лежит артериальная гипоперфузия на всех уровнях. Данные, получаемые при перфузионном исследовании, способствуют правильному выбору метода восстановления адекватного кровоснабжения трансплантата. При этом не устраненная в полном объеме артериальная недостаточность неминуемо приводит к развитию билиарных стриктур класса В–D по Buis, обрекая пациента на этапные дренирующие билиарные вмешательства. Собственные данные позволили проследить четкую взаимосвязь низкого перфузионного значения (<0,65) и дальнейшего развития билиарных стриктур.

● Заключение

Ангиография, усиленная прямым перфузионным исследованием, обеспечивает объективную оценку артериальной трофики печени, позволяет определить показания к рентгенэндоваскулярным вмешательствам и оценить их эффективность у больных после трансплантации.

Учитывая острую нехватку донорских органов, поиск превентивных методов диагностики и своевременного устранения сосудистых осложнений ОТП является крайне актуальным и способствует улучшению непосредственных результатов трансплантации, уменьшая риск повторных операций.

Участие авторов

Моисеенко А.В. – концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста, выполнение эндоваскулярных вмешательств.

Поликарпов А.А. – концепция и дизайн исследования, выполнение эндоваскулярных вмешательств, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Таразов П.Г. – концепция и дизайн исследования, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Козлов А.В. – сбор и обработка материала, выполнение эндоваскулярных вмешательств.

Тилеубергенов И.И. – концепция и дизайн исследования, утверждение окончательного варианта статьи.

Гранов Д.А. – концепция и дизайн исследования, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Authors participation

Moiseenko A.V. – concept and design of the study, collection and analysis of data, statistical analysis, writing text, endovascular interventions.

Polikarpov A.A. – concept and design of the study, endovascular interventions, editing, approval of the final version of all parts of article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Tarazov P.G. – concept and design of the study, editing, approval of the final version of all parts of article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Kozlov A.V. – collection and analysis of data, endovascular interventions.

Tileubergenov I.I. – concept and design of the study, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Granov D.A. – concept and design of the study, editing, approval of the final version of all parts of article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

● Список литературы

1. Pinto S., Reddy S.N., Horrow M.M., Ortiz J. Splenic artery syndrome after orthotopic liver transplantation: a review. *Int. J. Surg.* 2014; 12 (11): 1228–1234. <https://doi.org/10.1016/j.ijso.2014.09.012>
2. Fujiki M., Hashimoto K., Palaios E., Quintini C., Aucejo F.N., Uso T.D., Eghtesad B., Miller C.M. Probability, management, and long-term outcomes of biliary complications after hepatic artery thrombosis in liver transplant recipients. *Surgery.* 2017; 162 (5): 1101–1111. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2017.07.012>
3. Ingraham C., Montenegro M. Ischemic complications after liver transplantation. *Dig. Dis. Interv.* 2018; 2: 244–248. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1667343>
4. Lee I.J., Kim S.H., Lee S.D., Lee J.H., Kim H.B. Feasibility and midterm results of endovascular treatment of hepatic artery occlusion within 24 hours after living-donor liver transplantation.

- J. Vasc. Interv. Radiol.* 2017; 28 (2): 269–275. <https://doi.org/10.1016/j.jvir.2016.06.029>
5. Goldsmith L.E., Wiebke K., Seal J., Brinster C., Smith T.A., Bazan H.A., Sternbergh W.C. Complications after endovascular treatment of hepatic artery stenosis after liver transplantation. *J. Vasc. Surg.* 2017; 66 (5): 1488–1496. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2017.04.062>
 6. Моисеенко А.В., Поликарпов А.А., Таразов П.Г., Гранов Д.А. Первый опыт прямого перфузионного исследования трансплантата после ортотопической пересадки печени. Вестник трансплантологии и искусственных органов. 2020; 22 (3): 99–106. <https://doi.org/10.15825/1995-1191-2020-3-99-106>
 7. Verschuur A., Jebbink E.G., Lo-A-Njoe P.E., Weel V.V. Clinical validation of 2D perfusion angiography using SyngoiFlow software during peripheral arterial interventions. *Vascular.* 2020; 1708538120957480. <https://doi.org/10.1177/1708538120957480>
 8. Платонов С.А., Завацкий В.В., Киселев М.А., Авраменко А.И., Новицкий А.С., Алимхаджиев И.А., Кандыба Д.В., Савелло В.Е., Дуданов И.П. Оценка функционального состояния микроциркуляторного русла стопы у больных с критической ишемией нижних конечностей. *Ангиология и сосудистая хирургия.* 2017; 23 (2): 19–24.
 9. Моисеенко А.В., Поликарпов А.А., Таразов П.Г., Гранов Д.А. Способ инвазивного определения перфузии трансплантата. Патент России № 270496 от 23.10.2019 2019. Бюл. № 30.
 10. Моисеенко А.В., Поликарпов А.А., Таразов П.Г., Тилеубергенов И.И., Майстренко Д.Н., Гранов Д.А. Рентгенэндоваскулярные вмешательства в коррекции артериальных осложнений после ортотопической трансплантации печени. *Диагностическая и интервенционная радиология.* 2021; 15 (1): 51–58. <https://doi.org/10.25512/DIR.2021.15.1.05>
 11. Buis C.I., Verdonk R.C., Van der Jagt E.J., Hilst C.S., Slooff M.J., Haagsma E.B., Porte R.J. Nonanastomotic biliary strictures after liver transplantation, part 1: Radiological features and risk factors for early vs late presentation. *Liver Transpl.* 2007; 13 (5): 708–718. <https://doi.org/10.1002/lt.21166>
 12. Chen J., Weinstein J., Black S., Spain J., Brady P.S., Dowell J.D. Surgical and endovascular treatment of hepatic arterial complications following liver transplant. *Clin. Transplant.* 2014; 28 (12): 1305–1312. <https://doi.org/10.1111/ctr.12431>
 13. Seehofer D., Eurich D., Veltzke-Schlieker W., Neuhaus P. Biliary complications after liver transplantation: old problems and new challenges. *Am. J. Transpl.* 2013; 13 (2): 253–265. <https://doi.org/10.1111/ajt.12034>
 14. Prieto M., Gastaca M., Valdivieso A., Urbina J.O. Does low hepatic artery flow increase rate of biliary strictures in deceased donor liver transplantation? Letter. The author's reply Kim P.T., Fernandez H., Gupta A. et al. *Transplantation.* 2017; 101 (2): 332–340. <https://doi.org/10.1097/TP.0000000000001564>
- artery thrombosis in liver transplant recipients. *Surgery.* 2017; 162 (5): 1101–1111. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2017.07.012>
3. Ingraham C., Montenov M. Ischemic complications after liver transplantation. *Dig. Dis. Interv.* 2018; 2: 244–248. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1667343>
 4. Lee I.J., Kim S.H., Lee S.D., Lee J.H., Kim H.B. Feasibility and midterm results of endovascular treatment of hepatic artery occlusion within 24 hours after living-donor liver transplantation. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2017; 28 (2): 269–275. <https://doi.org/10.1016/j.jvir.2016.06.029>
 5. Goldsmith L.E., Wiebke K., Seal J., Brinster C., Smith T.A., Bazan H.A., Sternbergh W.C. Complications after endovascular treatment of hepatic artery stenosis after liver transplantation. *J. Vasc. Surg.* 2017; 66 (5): 1488–1496. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2017.04.062>
 6. Moiseenko A.V., Polikarpov A.A., Tarazov P.G., Granov D.A. Initial experience in direct graft perfusion assessment following orthotopic liver transplant. *Russian Journal of Transplantation and Artificial Organs.* 2020; 22 (3): 99–106. <https://doi.org/10.15825/1995-1191-2020-3-99-106> (In Russian)
 7. Verschuur A., Jebbink E.G., Lo-A-Njoe P.E., Weel V.V. Clinical validation of 2D perfusion angiography using SyngoiFlow software during peripheral arterial interventions. *Vascular.* 2020; 1708538120957480. <https://doi.org/10.1177/1708538120957480>
 8. Platonov S.A., Zavatskiy V.V., Kiselev M.A., Avramenko A.I., Novitskiy A.S., Alimhadjiev I.A., Kandyba D.V., Savello V.E., Dudanov I.P. Assessment of functional state of microvasculature bed of the foot in patients with lower limb critical ischemia. *Journal "Angiology and vascular surgery".* 2017; 23 (2): 19–24. (In Russian)
 9. Moiseenko A.V., Polikarpov A.A., Tarazov P.G., Granov D.A. *Sposob invazivnogo opredeleniya perfuzii transplantata* [Method for invasive graft perfusion determination]. Russian patent № 270496: 23.10.2019 2019. № 30. (In Russian)
 10. Moiseenko A.V., Polikarpov A.A., Tarazov P.G., Tileubergenov I.I., Maystrenko D.N., Granov D.A. Endovascular interventions in correction of arterial complications after orthotopic liver transplantation. *Diagnostic and interventional radiology.* 2021; 15 (1): 51–58. <https://doi.org/10.25512/DIR.2021.15.1.05> (In Russian)
 11. Buis C.I., Verdonk R.C., Van der Jagt E.J., Hilst C.S., Slooff M.J., Haagsma E.B., Porte R.J. Nonanastomotic biliary strictures after liver transplantation, part 1: Radiological features and risk factors for early vs late presentation. *Liver Transpl.* 2007; 13 (5): 708–718. <https://doi.org/10.1002/lt.21166>
 12. Chen J., Weinstein J., Black S., Spain J., Brady P.S., Dowell J.D. Surgical and endovascular treatment of hepatic arterial complications following liver transplant. *Clin. Transplant.* 2014; 28 (12): 1305–1312. <https://doi.org/10.1111/ctr.12431>
 13. Seehofer D., Eurich D., Veltzke-Schlieker W., Neuhaus P. Biliary complications after liver transplantation: old problems and new challenges. *Am. J. Transpl.* 2013; 13 (2): 253–265. <https://doi.org/10.1111/ajt.12034>
 14. Prieto M., Gastaca M., Valdivieso A., Urbina J.O. Does low hepatic artery flow increase rate of biliary strictures in deceased donor liver transplantation? Letter. The author's reply Kim P.T., Fernandez H., Gupta A. et al. *Transplantation.* 2017; 101 (2): 332–340. <https://doi.org/10.1097/TP.0000000000001564>

References

1. Pinto S., Reddy S.N., Horrow M.M., Ortiz J. Splenic artery syndrome after orthotopic liver transplantation: a review. *Int. J. Surg.* 2014; 12 (11): 1228–1234. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2014.09.012>
2. Fujiki M., Hashimoto K., Palaios E., Quintini C., Aucejo F.N., Uso T.D., Eghtesad B., Miller C.M. Probability, management, and long-term outcomes of biliary complications after hepatic

Сведения об авторах [Authors info]

Моисеенко Андрей Викторович – специалист по рентгенэндоваскулярным методам диагностики и лечения отделения ангиографии. <https://orcid.org/0000-0002-1011-4533>. E-mail: Med_moiseenko@mail.ru

Поликарпов Алексей Александрович – доктор мед. наук, специалист по рентгенэндоваскулярным методам диагностики и лечения отделения ангиографии. <https://orcid.org/0000-0002-7683-5042>. E-mail: Pol1110@mail.ru

Таразов Павел Гаделгараевич – доктор мед. наук, профессор, заведующий отделением ангиографии, заслуженный деятель науки РФ. <https://orcid.org/0000-0001-9190-116X>. E-mail: tarazovp@mail.ru

Козлов Алексей Владимирович – доктор мед. наук, специалист по рентгенэндоваскулярным методам диагностики и лечения отделения ангиографии. <https://orcid.org/0000-0002-6878-6762>. E-mail: Av_kozlov@mail.ru

Тилеубергенов Инхат Ибрагимович – канд. мед. наук, врач-хирург, руководитель группы трансплантационной хирургии. <https://orcid.org/0000-0002-8757-1361>. E-mail: inkhat@mail.ru

Гранов Дмитрий Анатольевич – доктор мед. наук, профессор, академик РАН, научный руководитель Центра. <https://orcid.org/0000-0002-8746-845>. E-mail: dmitriigranov@gmail.com

Для корреспонденции *: Моисеенко Андрей Викторович – 197758, Санкт-Петербург, ул. Ленинградская, д. 70, Российская Федерация. Тел.: +7-981-837-78-19. E-mail: med_moiseenko@mail.ru

Andrei V. Moiseenko – Interventional Radiologist, Department of Angiography. <https://orcid.org/0000-0002-1011-4533>. E-mail: Med_moiseenko@mail.ru

Alexey A. Polikarpov – Doct. of Sci. (Med.), Interventional Radiologist, Department of Angiography. <https://orcid.org/0000-0002-7683-5042>. E-mail: Pol1110@mail.ru

Pavel G. Tarazov – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Angiography. <https://orcid.org/0000-0001-9190-116X>. E-mail: tarazovp@mail.ru

Alexey V. Kozlov – Doct. of Sci. (Med.), Interventional Radiologist, Department of Angiography. <https://orcid.org/0000-0002-6878-6762>. E-mail: av_kozlov@mail.ru

Inkhat I. Tileubergenov – Cand. of Sci. (Med.), Surgeon, Head of the Department of Transplantology. <https://orcid.org/0000-0002-8757-1361>. E-mail: inkhat@mail.ru

Dmitrii A. Granov – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Scientific Director of the Center. <https://orcid.org/0000-0002-8746-845>. E-mail: dmitriigranov@gmail.com

For correspondence *: Andrei V. Moiseenko – 70, Leningradskaya str., St. Petersburg, 197758, Russian Federation. Phone: +7-981-837-78-19. E-mail: med_moiseenko@mail.ru

Статья поступила в редакцию журнала 19.05.2021.
Received 19 May 2021.

Принята к публикации 1.06.2021.
Accepted for publication 1 June 2021.