

Отрицательная динамика индекса резистентности печеночной артерии как предиктор развития раннего тромбоза после трансплантации печени от посмертного донора

А.В. Шабунин^{1,2}, П.А. Дроздов^{✉1}, О.Н. Левина¹, Д.А. Макеев¹,
О.С. Журавель^{1,2}, Е.Ю. Астапович³

¹ ГБУЗ ГKB им. С.П. Боткина ДЗМ,
125284, Россия, Москва, 2-й Боткинский пр-д, д. 5;

² ФГБОУ ДПО РМАНПО МЗ РФ,
125993, Россия, Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1;

³ ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова МЗ РФ,
117997, Россия, Москва, ул. Островитянова, д. 1

✉ Автор, ответственный за переписку: Павел Алексеевич Дроздов, канд. мед. наук, заведующий отделением трансплантации органов и/или тканей человека ГKB им. С.П. Боткина ДЗМ, dc.drozdov@gmail.com

Аннотация

Цель. Оценить достоверность отрицательной динамики индекса резистентности печеночной артерии в качестве предиктора раннего тромбоза у реципиентов печеночного трансплантата от посмертного донора, определить факторы риска и выделить группу пациентов с повышенным риском данного осложнения.

Материал и методы. С июля 2018 года по август 2021 года в хирургической клинике ГKB им. С.П. Боткина выполнены 92 ортотопические трансплантации печени от посмертного донора. Все печеночные трансплантаты были взяты от доноров с констатированной смертью головного мозга. Контрольное ультразвуковое доплеровское исследование печеночных кровотоков у всех больных проводилось на 1-е, 3-и, 5-е, 7-е сутки, при необходимости – ежедневно. Индекс резистентности в артериях печеночного трансплантата считали нормальным при показателях от 0,55 до 0,79, высоким – от 0,8 до 0,89, крайне высоким – при значениях выше 0,9. В зависимости от показателя индекса резистентности в 1-е послеоперационные сутки и динамики его изменения в последующем мы разделили пациентов на три группы. В каждой группе мы проанализировали частоту тромбоза печеночной артерии и оценили влияние различных факторов риска на повышение индекса резистентности в 1-е сутки после операции и на его рост при динамическом наблюдении в раннем послеоперационном периоде.

Результаты. Из 92 трансплантаций печени в трех случаях нами зафиксирован тромбоз печеночной артерии (3,2%), не связанный с техническими трудностями артериальной реконструкции. Во всех трех случаях смертельных исходов не отмечено. У пациентов с нормальным или высоким индексом резистентности в 1-е сутки, без его нарастания при динамическом наблюдении, частота артериального тромбоза составила 0%. У пациентов с нормальным или высоким индексом резистентности на 1-е сутки и его нарастанием при динамическом наблюдении, а также у пациентов с крайне высоким индексом резистентности в 1-е сутки частота артериального тромбоза составила 18,1% и 11,1% соответственно. Факторами риска для крайне высокого индекса резистентности в 1-е послеоперационные сутки стали возраст реципиента старше 50 лет ($p=0,024$), а для роста индекса резистентности при динамическом наблюдении – возраст донора старше 50 лет ($p=0,04$).

Заключение. Отсутствие положительной динамики в снижении индекса резистентности в печеночной артерии может быть дополнительным предиктором артериального тромбоза после трансплантации печени. Этот факт позволяет выделить группу высокого риска развития артериального тромбоза, провести у этих пациентов дополнительные профилактические мероприятия и улучшить непосредственные результаты лечения данной группы больных.

Ключевые слова: трансплантация печени, тромбоз печеночной артерии, индекс резистентности

Конфликт интересов Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов
Финансирование Исследование проводилось без спонсорской поддержки

Для цитирования: Шабунин А.В., Дроздов П.А., Левина О.Н., Макеев Д.А., Журавель О.С., Астапович Е.Ю. Отрицательная динамика индекса резистентности печеночной артерии как предиктор развития раннего тромбоза после трансплантации печени от посмертного донора. *Трансплантология*. 2022;14(1):10–19. <https://doi.org/10.23873/2074-0506-2022-14-1-10-19>

© Шабунин А.В., Дроздов П.А., Левина О.Н., Макеев Д.А., Журавель О.С., Астапович Е.Ю., 2022

Negative dynamics of the hepatic artery resistive index as a predictor of early arterial thrombosis after deceased donor liver transplantation

A.V. Shabunin^{1,2}, P.A. Drozdov^{✉1}, O.N. Levina¹, D.A. Makeev¹,
O.S. Zhuravel^{1,2}, E.Yu. Astapovich³

¹ City Clinical Hospital n.a. S.P. Botkin,
5 2nd Botkinskiy Dr., Moscow 125284 Russia;

² Russian Medical Academy of Continuous Professional Education,
2/1 Bldg. 1 Barrikadnaya St., Moscow 125993 Russia;

³ Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov Medical University),
1 Ostrovityanov St., Moscow 117997 Russia

✉ Corresponding author: Pavel A. Drozdov, Cand. Sci. (Med.), Head of the Department of Organ and/or Tissue Transplantation, City Clinical Hospital n.a. S.P. Botkin, dc.drozdov@gmail.com

Abstract

Aim. The study aim was to assess the negative dynamics of the hepatic artery resistive index as a reliable predictor of early thrombosis in liver transplant recipients from a postmortem donor, to determine risk factors and to identify a group of patients with an increased risk of this complication.

Material and methods. From July 2018 to August 2021, 92 orthotopic liver transplants from a deceased donor were performed at the Surgical Clinic of the City Clinical Hospital n.a. S.P. Botkin. All liver grafts were taken from donors with brain death. Control Doppler ultrasound examination of hepatic blood flow in all patients was performed on days 1, 3, 5, 7, if necessary, daily. The hepatic arteries resistive index was considered normal at values from 0.55-0.79, high at 0.8-0.89, extremely high above 0.9. Depending on the resistive index value on the 1st postoperative day and its further dynamics, we divided the patients into 3 groups. In each group, we analyzed the incidence of hepatic artery thrombosis and assessed the impact of various risk factors on the resistive index elevation on the 1st day after surgery and on its growth during dynamic observation in the early postoperative period.

Results. Of 92 liver transplants, in three cases, we recorded hepatic artery thrombosis (3.2%), which was not associated with technical difficulties of arterial reconstruction. No mortality was recorded in all three cases. In patients with a normal or high resistive index on the 1st day, without its increase during dynamic observation, the incidence of arterial thrombosis was 0%. In patients with a normal or high resistive index on the 1st day, and its increase during dynamic observation, as well as in patients with an extremely high resistive index on the 1st day, the incidence of arterial thrombosis was 18.1% and 11.1%, respectively. The risk factors of thrombosis were the age of the recipient over 50 years old in an extremely high resistive index on the 1st postoperative day ($p=0.024$), and the age of the donor over 50 years old in the growth of the resistive index during follow-up ($p=0.04$).

Conclusion. The lack of positive dynamics in the hepatic artery resistive index reduction may be an additional predictor of arterial thrombosis after liver transplantation. This fact makes it possible to identify a high-risk group of arterial thrombosis, to take additional preventive measures in these patients and to improve the immediate results of treatment in this group of patients.

Keywords: liver transplantation, hepatic artery thrombosis, resistive index

CONFLICT OF INTERESTS Authors declare no conflict of interest

FINANCING The study was performed without external funding

For citation: Shabunin AV, Drozdov PA, Levina ON, Makeev DA, Zhuravel OS, Astapovich EYu. Negative dynamics of the hepatic artery resistive index as a predictor of early arterial thrombosis after deceased donor liver transplantation. *Transplantologiya. The Russian Journal of Transplantation*. 2022;14(1):10–19. (In Russ.). <https://doi.org/10.23873/2074-0506-2022-14-1-10-19>

АЛТ – аланинаминотрансфераза
АСТ – аспартатаминотрансфераза
ИР – индекс резистентности
ПА – печеночная артерия

ТП – трансплантация печени
УЗИ – ультразвуковое исследование
ЦМВ – цитомегаловирус

Введение

С момента первой трансплантации печени (ТП) Томасом Старзлом в 1963 году прошло чуть

более полувека – за это время трансплантологическая помощь получила повсеместную распространённость. На сегодняшний день ТП – высокоэффективный и единственный радикальный

метод лечения пациентов с терминальной стадией печеночной недостаточности, способствующий кратному увеличению их выживаемости. Однако, являясь большой и травматичной операцией, пересадка печени неизбежно несет в себе риск жизнеугрожающих осложнений.

Активное развитие хирургии, иммунологии и медицинской науки в целом позволили свести к минимуму частоту возникновения фатальных осложнений: так, в эпоху первых трансплантаций распространенность артериального тромбоза среди взрослых реципиентов трупной печени составляла практически 10%, а на сегодняшний день в ведущих мировых центрах не достигает и 3% [1]. Тем не менее, тяжесть данного осложнения не уменьшилась. Оно по-прежнему остается одной из самых опасных проблем, причиной многократного повышения послеоперационной летальности. В отсутствие своевременной реваскуляризации ее показатели превышают 50% [2], а потеря трансплантата в отсутствие активной хирургической тактики наблюдается более чем в 80% случаев тромбоза печеночной артерии (ПА) [3]. Это диктует необходимость определения достоверных факторов риска, тщательной профилактики и своевременной диагностики.

Основной причиной раннего тромбоза ПА подавляющее большинство авторов считают технические сложности артериальной реконструкции [4, 5]. Развивающийся тромбоз ПА может быть следствием стеноза, перегиба, перекрута, избыточного натяжения артериального анастомоза, равно как и атеросклеротического поражения сосудов, что особенно характерно для более возрастных реципиентов и трансплантатов от возрастных доноров.

Другие причины и факторы риска артериального тромбоза после ТП не столь очевидны. В разных исследованиях статистической значимости достигают такие факторы, как несоответствие антропометрических данных донора и реципиента, состояние гиперкоагуляции в раннем послеоперационном периоде, пролонгированное время холодовой ишемии и артериальной реконструкции, несовместимость донора и реципиента по системе АВ0, ретрансплантация, массивные кровопотеря и гемотрансфузия, цитомегаловирусная (ЦМВ) инфекция (трансплантация от ЦМВ-положительного донора ЦМВ-отрицательному реципиенту) и другие [6–11].

Рутинное использование ультразвуковой доплерографии в раннем послеоперационном периоде для оценки кровотоков в трансплантате

мы, как и большинство авторов, считаем основой контроля за сосудистыми осложнениями [12]. Ультразвуковое доплеровское исследование обладает всеми преимуществами скринингового метода и, несмотря на зависимость от оператора, при регулярном применении в раннем послеоперационном периоде демонстрирует высокую чувствительность в отношении изменений артериального кровотока. Среди доплерографических характеристик кровотока в ПА наиболее информативным и удобным для динамической оценки, на наш взгляд является индекс периферического сопротивления (ИР – индекс резистентности), поскольку, представляя собой относительный показатель, характеризует как систолический, так и диастолический кровоток и его значение может быть сравнимо между пациентами в исследуемой группе. В данном исследовании мы ретроспективно оценили достоверность отрицательной динамики ИР ПА в качестве предиктора раннего тромбоза у реципиентов печеночного трансплантата, а также определили факторы риска и выделили группу повышенного риска данного осложнения.

Материал и методы

С июля 2018 по август 2021 года в хирургической клинике ГКБ им. С.П. Боткина выполнены 92 ортотопические трансплантации печени от посмертного донора. Среди них были 51 мужчина (55,4%) и 41 женщина (44,6%). Средний возраст составил $48,74 \pm 8,3$ (24–66) года. У 48 пациентов (52,2%) показанием к операции явился цирроз печени в исходе хронического вирусного гепатита С: у 16 пациентов (17,4%) – цирроз в исходе аутоиммунного поражения печени, у 13 (14,1%) – алиментарный цирроз печени, у 6 (6,5%) – цирроз в исходе хронического вирусного гепатита В, у 9 пациентов (9,7%) – другие причины. Все печеночные трансплантаты были взяты от доноров с констатированной смертью головного мозга. Данные о посмертных донорах представлены в табл. 1.

У 91 пациента (98,9%) выполнена ТП по методике “piggy-back”, у 1 пациента (1,1%) – по классической методике. Формирование артериального анастомоза выполнялось непрерывным швом Prolen 6-0 или 7-0. У всех больных проводили стандартную иммуносупрессивную терапию согласно Национальным клиническим рекомендациям, всем больным в первые 5 суток выполняли постоянную инфузию алпростадилла в дозе 120 мкг в сутки. Антикоагулянтную терапию

назначали в профилактическом режиме согласно данным тромбоэластографии, а антиагрегантную терапию – после повышения уровня тромбоцитов в периферической крови более 50×10^9 в литре.

Таблица 1. Характеристика посмертных доноров печеночного трансплантата

Table 1. Characteristics of postmortem liver graft donors

Показатель	Среднее значение
Возраст донора, лет	43,94±11,1 (21–63)
АЛТ донора, Ед/л	38,68±3736 (5–206)
АСТ донора, Ед/л	50,13±60,27 (5–346)
Уровень натрия в крови донора, ммоль/л	142,5±9,36 (127–159)
Уровень билирубина в крови донора, мкмоль/л	11,06±7,26 (2–43)
Длительность нахождения донора в стационаре, часы	60,39±40,98 (10–216)
Жировой гепатоз печеночного трансплантата, %	12,38±11,1 (0–50)

Примечания: АЛТ – аланинаминотрансфераза; АСТ – аспаратаминотрансфераза

Данные о проведенных оперативных вмешательствах представлены в табл. 2.

Таблица 2. Характеристика оперативных вмешательств по трансплантации печени

Table 2. Characteristics of surgical interventions for liver transplantation

Показатель	Среднее значение
Длительность операции, мин	496,26±61,19 (360–720)
Время холодной ишемии, мин	333,36±74,59 (210–590)
Время тепловой ишемии, мин	38,15±9,66 (15–70)
Кровопотеря, мл	1197,59±728,71 (200–3200)
Нахождение в ОРИТ, койко-дней	1,8±0,56 (1–7)
Всего койко-дней	13,5±4,76 (10–39)
30-дневная летальность, %	2 (2,1%)
Послеоперационные осложнения (III и выше по Clavien–Dindo)	9 (9,7%)

Примечание: ОРИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии

Контрольное ультразвуковое исследование (УЗИ) у всех больных проводилось на 1-е, 3-и, 5-е, 7-е сутки, при необходимости – ежедневно. В ходе УЗИ определяли наличие/отсутствие свободной и отграниченной жидкости в брюшной полости, оценивались наличие и спектральные

характеристики кровотоков по нижней полой вене, воротной вене, стволу общей ПА, правой и левой долевым ветвям. Для артериального кровотока рассчитывали ИР. При невозможности визуализации артериального кровотока в печеночном трансплантате выполняли экстренную компьютерную томографию с внутривенным контрастированием для исключения сосудистых осложнений.

При определении ИР в артериях печеночного трансплантата нормальными значениями считали показатели от 0,55 до 0,79 (рис. 1), высокими – от 0,8 до 0,89, крайне высокими – выше 0,9 (рис. 2).

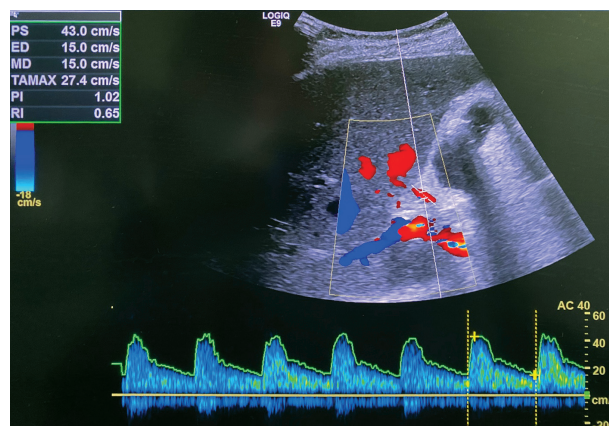


Рис. 1. Ультрасонограмма печеночного трансплантата на 1-е послеоперационные сутки. Нормальный индекс резистентности в левой печеночной артерии

Fig. 1. Ultrasonogram of the liver graft on the 1st postoperative day. Normal resistive index in the left hepatic artery

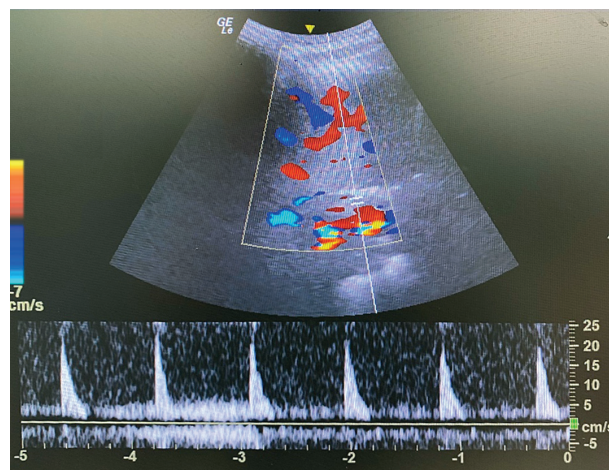


Рис. 2. Ультрасонограмма печеночного трансплантата на 1-е послеоперационные сутки. Крайне высокий индекс резистентности в левой печеночной артерии

Fig. 2. Ultrasonogram of the liver graft on the 1st postoperative day. Extremely high resistive index in the left hepatic artery

В зависимости от показателя ИР на 1-е послеоперационные сутки и динамики его изменения в раннем послеоперационном периоде мы разделили пациентов на три группы. I группа – пациенты с нормальным или высоким индексом в 1-е сутки, без его нарастания при динамическом наблюдении. В эту группу вошли 72 пациента (78,2%); II группа – пациенты с нормальным или высоким ИР на 1-е сутки с отрицательной динамикой при динамическом наблюдении. В эту группу вошли 11 пациентов (11,9%); III группа – пациенты с крайне высоким ИР на 1-е сутки после операции. В эту группу вошли 9 пациентов (9,9%). В каждой группе мы проанализировали частоту тромбоза ПА, не связанного с техническими проблемами артериального анастомоза, а также оценили влияние различных факторов риска на повышение ИР в 1-е сутки после операции и на его рост при динамическом наблюдении в раннем послеоперационном периоде.

Результаты

Из 92 трансплантаций печени в трех случаях нами зафиксирован тромбоз ПА (3,2%), не связанный с техническими трудностями артериальной реконструкции. У всех больных артериальный тромбоз диагностирован позднее трех послеоперационных суток. Двум пациентам была выполнена экстренная ретрансплантация печени, одному – рентгенэндоваскулярная баллонная дилатация со стентированием. Во всех трех случаях смертельных исходов в раннем послеоперационном периоде не зафиксировано.

Из трех случаев артериального тромбоза, не связанного с техническими проблемами, 2 пациентов находились во II группе наблюдения, 1 пациент – в III группе. Таким образом, в I группе его частота составила 0%, во II группе – 18,1%, в III группе – 11,1%. Исходя из полученных данных, нами была отмечена тенденция к развитию артериального тромбоза у пациентов с отрицательной динамикой ИР в раннем послеоперационном периоде и с крайне высоким ИР в 1-е сутки после трансплантации. Далее мы проанализировали влияние различных факторов на развитие высокого и крайне высокого ИР в 1-е послеоперационные сутки (табл. 3).

Как видно из таблицы, среди возможных факторов риска только возраст реципиента старше 50 лет имел статистически значимую связь с повышением индекса резистентности на первые сутки после трансплантации печени ($p=0,024$).

Таблица 3. Влияние факторов риска на развитие высокого индекса резистентности на 1-е послеоперационные сутки

Table 3. The impact of risk factors on the development of a high resistive index on the 1st postoperative day

Фактор	Индекс резистентности		p
	Нормальный (n=71)	Высокий/крайне высокий (n=21)	
Возраст реципиента: менее 50 лет более 50 лет	44 27	7 14	0,024
Длительность операции: менее 500 мин более 500 мин	35 36	12 9	0,55
Возраст донора: менее 50 лет более 50 лет	39 32	10 11	0,11
Длительность нахождения донора в стационаре: менее 50 ч более 50 ч	36 35	11 10	0,78
Жировой гепатоз: менее 30% более 30%	50 21	13 8	0,87
Время тепловой ишемии: менее 40 мин более 40 мин	34 37	9 12	0,61
Время холодовой ишемии: менее 300 мин более 300 мин	30 41	11 10	0,36
Кровопотеря: менее 1000 мл более 1000 мл	44 27	10 11	0,34

Анализ факторов риска нарастания ИР при динамическом наблюдении представлен в табл. 4.

Как видно из таблицы, среди потенциальных факторов риска статистически значимая связь с развитием отрицательной динамики ИР была зафиксирована при трансплантации печени от донора старше 50 лет ($p=0,04$).

Обсуждение

Артериальный тромбоз – одно из самых тяжелых осложнений после ортотопической ТП. Его развитие в большинстве случаев требует проведения ретрансплантации, что приводит к увеличению листа ожидания на трансплантацию трупной печени.

Таблица 4. Влияние факторов риска на рост индекса резистентности при динамическом наблюдении
Table 4. The impact of risk factors on the growth of the resistive index during follow-up

Фактор	Индекс резистентности		Р
	без отрицательной динамики (n=81)	с отрицательной динамикой (n=11)	
Возраст реципиента: менее 50 лет более 50 лет	46 35	3 8	0,189
Длительность операции: менее 500 мин более 500 мин	43 38	6 5	0,766
Возраст донора: менее 50 лет более 50 лет	48 33	4 7	0,04
Длительность нахождения донора в стационаре: менее 50 ч более 50 ч	46 35	6 5	0,79
Жировой гепатоз: менее 30% более 30%	55 26	8 3	0,67
Время тепловой ишемии: менее 40 мин более 40 мин	47 34	4 7	0,1
Время холодовой ишемии: менее 300 мин более 300 мин	37 44	5 6	0,72
Кровопотеря: менее 1000 мл более 1000 мл	47 34	6 5	0,94

В развитии артериального тромбоза можно выделить три группы факторов: особенности артериальной анатомии ветвей чревного ствола донора и реципиента (разветвленный тип кровоснабжения, несоответствие диаметров сосудов), технические проблемы артериальной реконструкции (диссекция интимы, перекут, кинкинг, избыточное натяжение), а также факторы, связанные с микроциркуляцией в печеночном трансплантате. На первые две группы факторов в большинстве случаев может повлиять опыт хирургической бригады. Тем не менее, ни в одном из 3 случаев артериальных тромбозов после ТП в Боткинской больнице оперирующая бригада не столкнулась с особенностью артериальной анатомии и не имела проблем при формировании анастомоза. Влияние

состояния печеночного трансплантата на риск развития артериального тромбоза до настоящего времени не определено. В мировой литературе есть работы, посвященные изучению нехирургических причин и факторов риска раннего тромбоза ПА, однако определения достоверных предикторов и рекомендаций по профилактике этого осложнения мы не встретили. Это побудило нас к поиску дополнительных предикторов и факторов риска раннего тромбоза ПА.

Мы оценили состояние артериального сосудистого сопротивления в течение первой недели после операции. Выбор данного фактора был обусловлен тем, что ИР позволяет оценить степень спазма мелких артерий печеночного трансплантата. Спазм приводит к резкому замедлению скорости кровотока в диастолу до практически полного прекращения при ИР, близком к единице. Замедление скорости кровотока совместно с повреждением сосудистой стенки в области анастомоза резко повышает риск тромбообразования (согласно триаде Вирхова).

Наличие нормального или высокого ИР в первые послеоперационные сутки без последующей отрицательной динамики на 3-и и 5-е сутки ни в одном случае не привело к развитию артериального тромбоза (группа I). Пациенты этой группы, по нашему мнению, не нуждаются в проведении дополнительных профилактических мер. С другой стороны, пациенты с нормальным или высоким ИР на 1-е сутки и с отрицательной динамикой в дальнейшем имели риск развития артериального тромбоза 18,1% (группа II). Пациенты с крайне высоким ИР на 1-е сутки имели риск развития осложнения 11,1%.

Анализируя данные мировой литературы, мы не нашли доказательных исследований, изучающих влияние сопротивления артериальному кровотоку в трансплантате на развитие тромбоза ПА. В двух ретроспективных одноцентровых исследованиях [13, 14], посвященных изучению связи высокого ИР после ТП с развитием тромбоза ПА в раннем послеоперационном периоде, значимость высокого ИР – как предиктора данного осложнения, – подтверждена не была. Однако отсутствие положительной динамики в снижении ИР в течение нескольких суток после трансплантации – как потенциальный предиктор артериального тромбоза, ни в одной из работ не рассматривалось. Тем не менее, мы не склонны оспаривать выводы авторов упомянутых работ, поскольку в наших наблюдениях у большинства пациентов из групп I и III высокие и крайне высо-

кие индексы резистентности также были транзиторным явлением и к 3–5-м суткам приходили к нормальным значениям. В то же время у 1 из 9 пациентов III группы (с крайне высоким ИР на 1-е сутки) положительной динамики в снижении ИР отмечено не было, и уже на 4-е послеоперационные сутки был диагностирован артериальный тромбоз. Это послужило веским поводом выделить таких пациентов в группу повышенного риска.

К сожалению, лечение раннего тромбоза ПА после ТП является крайне сложным и на сегодняшний день имеет неоднозначные результаты. Это непременно обязывает хирургов к поиску дополнительных мер профилактики данного жизнеугрожающего осложнения. По нашему мнению, пациенты с крайне высоким ИР (более 0,9) на 1-е послеоперационные сутки, а также с отрицательной динамикой ИР на 3-и–5-е сутки после операции имеют повышенный риск развития тромбоза ПА и нуждаются в дополнительных профилактических мероприятиях. Этим больным при отсутствии противопоказаний мы усиливаем антикоагулянтную терапию до лечебных доз (действуя на третий фактор риска в триаде Вирхова), а также увеличиваем дозы гормональ-

ной пульс-терапии в течение нескольких суток с целью снижения отека печеночного трансплантата. Ультразвуковой контроль наличия артериального кровотока этим больным проводится дважды в день. Особое внимание, на наш взгляд, необходимо уделять пациентам старше 50 лет, а также тем реципиентам, которым выполнена ортотопическая трансплантация печени от возрастного донора.

Выводы

1. Отсутствие положительной динамики в снижении индекса резистентности в печеночной артерии может быть дополнительным предиктором артериального тромбоза после трансплантации печени.
2. Динамическая оценка значений индекса резистентности в артериях печеночного трансплантата позволяет выделить группу высокого риска развития артериального тромбоза, провести у этих пациентов дополнительные профилактические мероприятия, тем самым снизить риск развития данного осложнения и улучшить непосредственные результаты лечения данной группы больных.

Список литературы/ References

1. Bekker J, Ploem S, de Jong KP. Early hepatic artery thrombosis after liver transplantation: a systematic review of the incidence, outcome and risk factors. *Am J of Transplant.* 2009;9(4):746–757. PMID: 19298450 <http://doi.org/10.1111/j.1600-6143.2008.02541.x>
2. Piardi T, Lhuair M, Bruno O, Memeo R, Pessaux P, Kianmanesh R, et al. Vascular complications following liver transplantation: a literature review of advances in 2015. *World J Hepatol.* 2016;8(1):36–57. PMID: 26783420 <http://dx.doi.org/10.4254/wjh.v8.i1.36>
3. Готье С.В. (ред.) *Трансплантология и искусственные органы: учебник.* Москва: Лаборатория знаний; 2018. Gautier SV. (ed.) *Transplantologiya i iskusstvennye organy: uchebnik.* Moscow: Laboratoriya znaniy Publ.; 2018. (In Russ.).
4. Новрузбеков М.С., Олисов О.Д. Сосудистые осложнения после ортотопической трансплантации печени. *Трансплантология.* 2017;9(1):35–50. Novruzbekov MS, Olisov OD. Vascular complications after orthotopic liver transplantation. *Transplantologiya. The Russian Journal of Transplantation.* 2017;9(1):35–50. (In Russ.). <https://doi.org/10.23873/2074-0506-2017-9-1-35-50>
5. Herrero A, Souche R, Joly E, Boisset G, Habibeh H, Bouyabrine H, et al. Early hepatic artery thrombosis after liver transplantation: what is the impact of the arterial reconstruction type? *World J Surg.* 2017;41(8):2101–2110. PMID: 28324141 <https://doi.org/10.1007/s00268-017-3989-4>
6. Warner P, Fusai G, Glantzounis GK, Sabin CA, Rolando N, Patch D, et al. Risk factors associated with early hepatic artery thrombosis after orthotopic liver transplantation – univariable and multivariable analysis. *Transpl Int.* 2011;24(4):401–408. PMID: 21210866 <https://doi.org/10.1111/j.1432-2277.2010.01211.x>
7. Yang Y, Zhao JC, Yan LN, Ma Y-K, Huang B, Yuan D, et al. Risk factors associated with early and late HAT after adult liver transplantation. *World J Gastroenterol.* 2014;20(30):10545–10552. PMID: 25132774 <https://doi.org/10.3748/wjg.v20.i30.10545>
8. Hsiao CY, Ho CM, Wu YM, Ho MC, Hu RH, Lee PH. Management of early hepatic artery occlusion after liver transplantation with failed rescue. *World J Gastroenterol.* 2015;21(44):12729–12734. <https://doi.org/10.3748/wjg.v21.i44.12729>
9. Algarni AA, Mourad MM, Bramhall SR. Anticoagulation and antiplatelets as prophylaxis for hepatic artery thrombosis after liver transplantation. *World J Hepatol.* 2015;7(9):1238–1243 PMID: 26019738 <https://doi.org/10.4254/wjh.v7.i9.1238>
10. Mourad MM, Liossis C, Gunson BK, Mergental H, Isaac J, Muiesan P, et al. Etiology and management of hepatic artery thrombosis after adult liver transplantation. *Liver Transpl.* 2014;20:713–723. PMID: 24652787 <https://doi.org/10.1002/lt.23874>
11. Попов А.Ю., Лищенко А.Н., Давыденко М.Н., Порханов В.А. Анализ осложнений после трансплантации печени. *Вестник трансплантологии и искусственных органов.* 2015;17(2):107–110. Popov AY, Lishchenko AN, Davydenko MN, Porkhanov VA. Analysis of post-liver transplantation complications. *Russian Journal of Transplantation and Artificial Organs.* 2015;17(2):107–110. (In Russ.). <https://doi.org/10.15825/1995-1191-2015-2-107-110>
12. Sanyal R, Zarzour JG, Ganesan DM, Bhargava P, Lall CG, Little MD. Postoperative doppler evaluation of liver transplants. *Indian J Radiol Imaging.* 2014;24(4):360–366. PMID: 25489129 <https://doi.org/10.4103/0971-3026.143898>
13. Propeck PA, Scanlan KA. Reversed or absent hepatic arterial diastolic flow in liver transplants shown by duplex sonography: a poor predictor of subsequent hepatic artery thrombosis. *AJR Am J Roentgenol.* 1992;159(6):1199–201. PMID: 1442382 <https://doi.org/10.2214/ajr.159.6.1442382>
14. Siskind EJ, Vandermeer F, Siskind TR, Bruno DA, Sultan S, Alvarez-Casas J, et al. Postoperative elevated resistive indices do not predict hepatic artery thrombosis in extended criteria donor livers. *Int J Angiol.* 2017;26(4):238–240. PMID: 29142490 <https://doi.org/10.1055/s-0037-1598623>

Информация об авторах

Алексей Васильевич Шабунин	чл.-корр. РАН, проф., д-р мед. наук, главный врач ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина ДЗМ, заведующий кафедрой хирургии ФГБОУ ДПО РМАНПО МЗ РФ, https://orcid.org/0000-0002-0522-0681 30% – организация работы отделения трансплантации, концепция и дизайн статьи, утверждение итогового варианта текста рукописи
Павел Алексеевич Дроздов	канд. мед. наук, заведующий отделением трансплантации органов и/или тканей человека ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина ДЗМ, https://orcid.org/0000-0001-8016-1610 , dc.drozhdov@gmail.com 20% – организация лечебного процесса отделения трансплантации, концепция и дизайн исследования, написание текста
Оксана Николаевна Левина	канд. мед. наук, заведующий отделением гастрогепатопанкреатозной энтерологии ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина ДЗМ, https://orcid.org/0000-0002-5814-4504 15% – консультация больных, включенных в исследование, ведение листа ожидания на трансплантацию трупной печени, редакция текста статьи
Дмитрий Александрович Макеев	канд. мед. наук, врач-хирург отделения трансплантации органов и/или тканей ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина ДЗМ, https://orcid.org/0000-0001-5237-4387 15% – лечение пациентов в период их нахождения в стационаре, написание текста, динамическое наблюдение за больными
Олеся Сергеевна Журавель	врач-хирург ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина ДЗМ, старший лаборант кафедры хирургии ФГБОУ ДПО РМАНПО МЗ РФ, https://orcid.org/0000-0002-8225-0024 15% – лечение пациентов в период их нахождения в стационаре, написание текста, динамическое наблюдение за больными
Евгения Юрьевна Астапович	студент лечебного факультета ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова МЗ РФ, https://orcid.org/0000-0001-9794-0696 , sneg.svoboda18@mail.ru 5% – формирование базы пациентов, статистическая обработка материала, написание текста статьи

Все авторы внесли существенный вклад в проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией

Information about the authors

Aleksey V. Shabunin	Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Prof., Dr. Sci. (Med.), Head Physician, City Clinical Hospital n.a. S.P. Botkin; Head of the Department of Surgery, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, https://orcid.org/0000-0002-0522-0681 30%, organization of the transplant department work, concept and design of the article, approval of the final version of the manuscript text
Pavel A. Drozdov	Cand. Sci. (Med.), Head of the Department of Organ and/or Tissue Transplantation, City Clinical Hospital n.a. S.P. Botkin, https://orcid.org/0000-0001-8016-1610 , dc.drozdov@gmail.com 20%, organization of the treatment process in the transplant department, concept and design of the study, writing the text
Oksana N. Levina	Cand. Sci. (Med.), Head of the Department of Gastrohepatopancreatoenterology, City Clinical Hospital n.a. S.P. Botkin, https://orcid.org/0000-0002-5814-4504 15%, consulting the patients included in the study, keeping the waiting list for cadaveric liver transplantation
Dmitriy A. Makeev	Cand. Sci. (Med.), Surgeon, Department of Organ and/or Tissue Transplantation, City Clinical Hospital n.a. S.P. Botkin, https://orcid.org/0000-0001-5237-4387 15%, treatment of patients during their hospital stay, writing the text of the manuscript, dynamic observation of patients
Olesya S. Zhuravel	Surgeon, City Clinical Hospital n.a. S.P. Botkin; Senior Laboratory Assistant of Surgery Department, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, https://orcid.org/0000-0002-8225-0024 15%, treatment of patients during their hospital stay, writing the text of the manuscript, dynamic observation of patients
Evgeniya Yu. Astapovich	Medical Student Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov Medical University), https://orcid.org/0000-0001-9794-0696 , sneg.svoboda18@mail.ru 5%, forming the patient data base, statistical processing of the material, writing the text of the article

All authors made significant contributions to the study conduct and preparation of the article, read and approved the final version before publication

Статья поступила в редакцию 15.10.2021;
одобрена после рецензирования 08.11.2021;
принята к публикации 27.12.2021

The article was received on October 15, 2021;
approved after reviewing November 8, 2021;
accepted for publication December 27, 2021