

РЕНТГЕНЭНДОВАСКУЛЯРНЫЕ ВМЕШАТЕЛЬСТВА В КОРРЕКЦИИ АРТЕРИАЛЬНЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ ПОСЛЕ ОРТОТОПИЧЕСКОЙ ТРАНСПЛАНТАЦИИ ПЕЧЕНИ

***А.В. Моисеенко** – [ORCID: 0000-0002-1011-4533]

врач по РЭДЛ

А.А. Поликарпов – [ORCID: 0000-0002-7683-5042]

д.м.н., врач по РЭДЛ

П.Г. Таразов – [ORCID: 0000-0001-9190-116X]

д.м.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, зав. отделением РХМДиЛ

И.И. Тилеубергенов – [ORCID: 0000-0002-8757-1361]

к.м.н., врач-хирург, руководитель группы трансплантационной хирургии

Д.Н. Майстренко – [ORCID: 0000-0001-8174-7461]

д.м.н., директор центра

Д.А. Гранов – [ORCID: 0000-0002-8746-8452]

д.м.н., профессор, академик РАН, научный руководитель центра

*ФГБУ «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий имени академика А.М. Гранова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
197758 Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, поселок Песочный, ул. Ленинградская, 70*

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

- ортотопическая трансплантация печени
- артериальные осложнения
- дисфункция трансплантата

АННОТАЦИЯ:

Введение: артериальные осложнения после ортотопической трансплантации печени (ОТП) являются частой причиной гибели трансплантата (10-40%).

Цель: оценить эффективность рентггенэндоваскулярных вмешательств в коррекции выявленных артериальных осложнений у пациентов после ОТП.

Материалы и методы: с 2015 г. по 2020 г. артериальные осложнения после 104 ОТП выявлены у 24(23%) пациентов и разделены на 4 группы: синдром «обкрадывания» печени (n=8), тромбоз печеночной артерии (n=7), сочетание стеноза печеночной артерии и синдрома «обкрадывания» (n=6), стеноз печеночной артерии (n=3).

Для их коррекции выполняли рентггенэндоваскулярные вмешательства: эмболизацию ствола селезеночной артерии, прямой тромболитис, стентирование или баллонную пластику печеночной артерии.

Результаты: с помощью интервенционных радиологических вмешательств удалось скорректировать выявленные осложнения и сохранить жизнеспособность трансплантата у 14(58%) пациентов, 10(42%) пациентов умерли из-за некроза желчных протоков, септических осложнений и дисфункции трансплантата.

Заключение: своевременное выявление и устранение артериальных осложнений, возникающих после ОТП, играет ключевую роль в спасении пересаженного органа и жизни пациента.

Для цитирования. 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» Ж. ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ И ИНТЕРВЕНЦИОННАЯ РАДИОЛОГИЯ, 2021; 15(1):51–58

ENDOVASCULAR INTERVENTIONS IN CORRECTION OF ARTERIAL COMPLICATIONS AFTER ORTHOTOPIC LIVER TRANSPLANTATION

***Moiseenko A.V.** – [ORCID: 0000-0002-1011-4533]

MD

Polikarpov A.A. – [ORCID: 0000-0002-7683-5042]

MD, PhD, professor

Tarazov P.G. – [ORCID: 0000-0001-9190-116X]

MD, PhD, professor

Tileubergenov I.I. – [ORCID: 0000-0002-8757-1361]

MD, PhD

Maystrenko D.N. – [ORCID: 0000-0001-8174-7461]

MD, PhD, professor

Granov D.A. – [ORCID: 0000-0002-8746-8452]

MD, PhD, professor

*Russian Scientific Center of Radiology and Surgical Technologies n.a. A.M. Granov
70, Leningradskaja str, Pesochny, St.Petersburg, Russian Federation, 197758*

*Адрес для корреспонденции (Correspondence to): Моисеенко Андрей Викторович (Moiseenko Andrei V.), e-mail: med_moiseenko@mail.ru

KEY-WORDS:

- orthotopic liver transplantation
- arterial complications
- graft loss

ABSTRACT:

Introduction: arterial complications after orthotopic liver transplantation are common cause of graft loss (10-40%).

Aim: was to estimate efficiency of endovascular interventions in correction of revealed arterial complications in patients after OLT.

Material and methods: for the period of 2015-2020, arterial complications after 104 OLT were revealed in 24(23%) pts and were divided into 4 groups: «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 such as splenic artery embolization, direct thrombolysis, stenting and balloon plastic were performed for correction of these complications.

Results: using of endovascular treatment, we successfully identified and correct complications with saving of the graft in 14 pts (58%), 10 pts died because of biliary necrosis, sepsis and graft loss.

Conclusion: early detection and elimination of emerging arterial complications after OLT play a key-role in saving of organs and patients' life.

Введение

Трансплантация печени – единственный радикальный метод лечения терминального цирроза. Ее потребность в России по-прежнему высока: в 2018 г., выполнено 505 операций, тогда как в листе ожидания состояли 1830 реципиентов; показатель смертности среди ожидающих составил 8,4% [1]. Учитывая острую нехватку донорских органов, борьба с послеоперационными осложнениями в целях спасения трансплантата является весьма актуальной.

Основные причины гибели пересаженного органа и пациента – артериальные и билиарные осложнения, их частота составляет 10-40% [2-4].

Артериальные стенозы, развивающиеся в 5-11% ортотопической трансплантации печени (ОТП), часто протекающие бессимптомно, приводят к последующему тромбозу [5].

Неинвазивные методы диагностики, такие как мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ), магнитно-резонансная томография (МРТ) и ультразвуковое исследование (УЗИ), не всегда отображают истинную картину кровоснабжения трансплантата, особенно при относительной артериальной недостаточности.

В настоящее время важная роль в коррекции, диагностике и лечении артериальных осложнений отдается рентгенэндоваскулярным процедурам [6,7]. Помимо ликвидации сосудистых проблем, эти методы нашли место и в коррекции билиарных осложнений, связанных с артериальной недостаточностью [3,8-11].

Цель работы – оценить эффективность рентгенэндоваскулярных вмешательств в коррекции выявленных артериальных осложнений у пациентов после ОТП.

Материалы и методы

С 1998 по 2020 гг. в центре были выполнены 246 ОТП. Подозрение на послеоперационную артериальную недостаточность возникало при динамичном и стойком повышении аланинаминотрансферазы (АЛТ) и аспарагинаминотрансферазы (АСТ) сыворотки крови на фоне проводимой иммуносупрессивной терапии.

Протокол обследования включал УЗИ и МСКТ, при наличии данных за артериальные осложнения выполняли ангиографию.

В 2015 г. алгоритм был изменен следующим образом: у всех пациентов с динамическим подъемом АЛТ и АСТ в течение двух дней, помимо неинвазивных методов, в обязательном порядке осуществляли диагностическую ангиографию; при получении неоднозначных данных применяли перфузионное исследование [12].

За этот период времени были выполнены 104 ОТП. Артериальные осложнения выявлены у 24 пациентов (23%). Из них ОТП выполнена по поводу вирусного гепатита с исходом в цирроз (n=12); аутоиммунного (n=4), билиарного (n=3) и криптогенного цирроза (n=2); гепатоцеллюлярного рака на фоне хронического вирусного гепатита С (n=3). MELD в среднем составлял 16±5 баллов (от 6 до 25).

При выявлении синдрома «обкрадывания» печени селезеночной артерией выполняли катетеризацию и селективную ангиографию последней для выявления проксимальных источников коллатерального кровоснабжения селезенки и определения безопасного уровня ее окклюзирования. Эмболизацию ствола селезеночной артерии (как правило в средней трети) выполняли дистальной этих коллатералей металлическими спиральными эмболами с диаметром витков 6-14 мм и длиной 5-8 см (Cook, США; Boston, Ирландия; Terumo, Япония) до значимой редукции кровотока или окклюзии (**рис. 1**).

В случаях выявления стеноза и/или патологической извитости печеночной артерии выполняли баллонную пластику или стентирование измененного участка. Для этого гайд-катетер 6F (Terumo, Япония) устанавливали в общую печеночную артерию; далее на проводнике 0,14-0,18 дюйма (Boston Scientific, Ирландия) коаксиально микрокатетер Progreat 2.8F (Terumo, Япония) заводили за измененный участок артерии и выполняли его баллонную дилатацию (Invatec Falcon Bravo, Италия) или стентирование стент-графтами (Aneugraft, Jostent GraftMaster, США) или стент-графтами (Abbot Vascular Supera, BioMatrix Flex, США).



Рис. 1. Ангиограммы пациента Г. через 9 суток после ОТП (наблюдение 8). На фоне адекватной иммуносупрессивной терапии отмечено повышение АЛТ и АСТ.

а – целиакография: картина обедненной внутрипеченочной артериальной архитектоники. Диаметр расширенной селезеночной артерии (черная стрелка) в два раза больше общей печеночной артерии (белая стрелка): синдром «обкрадывания»;

б – контрольная целиакография после эмболизации ствола селезеночной артерии для ликвидации синдрома обкрадывания: внутрипеченочная артериальная архитектоника прослеживается во всех сегментах. Металлические спирали в стволе селезеночной артерии (стрелки);

в – селективная ангиография левой желудочной артерии для выявления коллатерального кровоснабжения селезенки. Селезенка кровоснабжается от ветвей левой желудочной артерии (стрелки).



Рис. 2. Ангиограммы больного К. (наблюдение 20). Через 3 месяца после ОТП по данным УЗИ отмечено усиление линейного кровотока за зоной артериального анастомоза, признак нарушенной гемодинамики. Выявлено повышение АЛТ и АСТ на фоне проводимой иммуносупрессивной терапии.

а – целиакография: картина синдрома «обкрадывания» печени селезеночной артерией. Стеноз анастомотической части печеночной артерии (стрелка) расценен, как гемодинамически значимый. Обедненная внутрипеченочная артериальная архитектоника;

б – контрольная целиакография после эмболизации ствола селезеночной и стентирования печеночной артерий: внутрипеченочная артериальная архитектоника прослеживается во всех сегментах. Стеноз печеночной артерии ликвидирован (белая стрелка). Металлические спирали в стволе селезеночной артерии (черная стрелка).

Если имело место сочетание синдрома «обкрадывания» и артериального стеноза, то проводили одномоментную эмболизацию ствола селезеночной артерии и стентирование печеночной артерии (**рис. 2**).

Прямой тромболитический осуществляли после восстановления магистрального кровотока и только при отсутствии геморрагических рисков со стороны операционных ран, не ранее чем через 20 ч после ОТП. Для этого

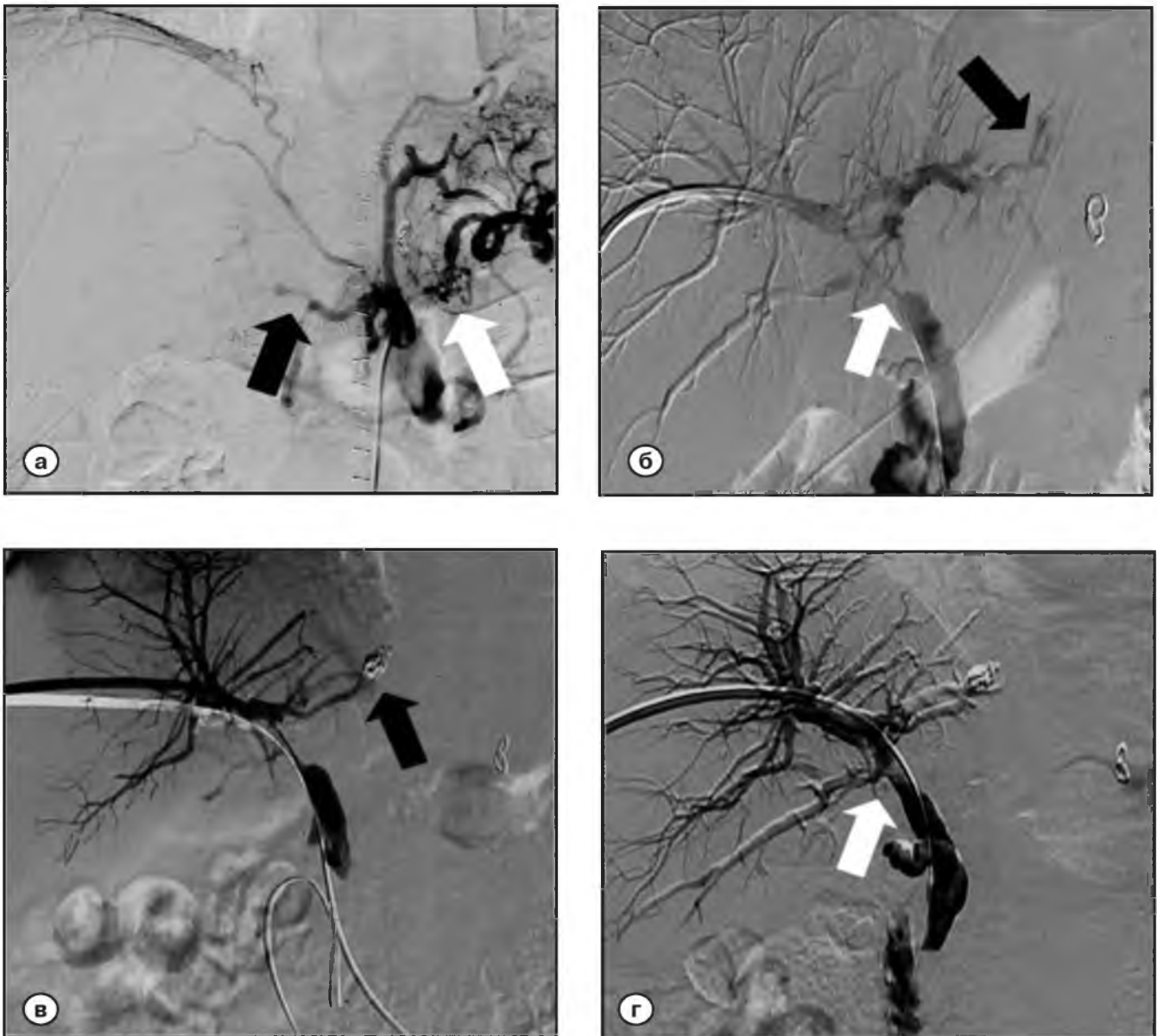


Рис. 3. Ангио- и холангиограммы больного С. (наблюдение 10). Через 3 месяца после ОТП развилась желтуха. По лабораторным данным отмечено повышение уровня общего билирубина до 95 мкмоль/л (прямой – 72 мкмоль/л). При УЗИ печени выявлено расширение долевых желчных протоков до 7 мм и холангиогенный абсцесс левой доли печени.
 а – целиакография: тромбоз печеночной артерии (черная стрелка). Ствол селезеночной артерии лигирован интраоперационно (белая стрелка);
 б – холангиография после «санитарной» резекции левой доли печени. Желчная фистула по линии резекции (черная стрелка), протяженная стриктура донорской части общего желчного протока – класс «А» по Вuis (белая стрелка);
 в – после эмболизации билиарной фистулы металлическими спиралями и крупными фрагментами коллагеновой губки экстравазация контрастного вещества из желчных протоков отсутствует (стрелка);
 г – холангиография после 6 сеансов баллонной дилатации стриктуры: восстановление контуров общего желчного протока, положительная динамика лечения (стрелка).

катетер 5F Hook или Cobra (Cook, США) устанавливали в печеночную артерию и болюсно вводили 100 тыс. ед. стрептокиназы, а затем еще 400-500 тыс. ед. в течение одного часа с помощью инфузионного насоса (B. Braun, Германия) (рис. 3).

При возникновении билиарных осложнений у всех

пациентов проводили чрескожные чреспеченочные дренирующие вмешательства. В случаях локальных изменений уровня «А» и «В» по С. Вuis [11] лечение стриктур осуществляли с помощью баллонных пластик, при стриктурах «С» и «D» рассматривали необходимость ретрансплантации (рис. 4).

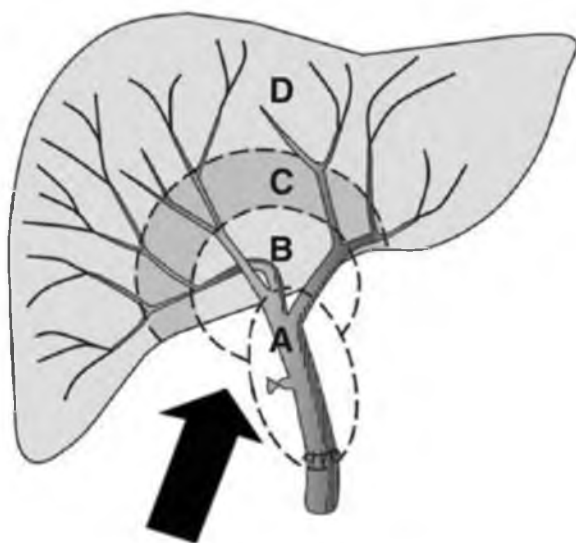


Рис. 4. Классификация локализаций неанастоматических желчных стриктур по Вuis.

Гилусная бифуркация (зона А), протоки долевого порядка (зона В), сегментарные ветви желчных протоков (зона С), субсегментарные ветви билиарного тракта (зона D).

Результаты

Осложнений, связанных с проведением интервенционных радиологических вмешательств не было. Артериальные изменения выявлены или подтверждены по данным ангиографии и/или перфузионного исследования у 24 пациентов и разделены на 4 группы.

- Группа I: синдром «обкрадывания» печени селезеночной артерией - 8(33%);
- Группа II: тромбоз печеночной артерии - 7(29%);
- Группа III: сочетание синдрома «обкрадывания» печени селезеночной артерией и стеноза печеночной артерии - 6(25%);
- Группа IV: стеноз или «кинкинг» печеночной артерии – 3(13%) пациента.

Среди них неанастоматические билиарные стриктуры возникли у 17(71%) больных (табл. 1).

В группе I у всех больных была выполнена эмболизация селезеночной артерии. В этой группе наблюдалось наименьшее число билиарных осложнений (4/8). При этом у трех из четырех пациентов (набл. 1,3,7) удалось устранить билиарные стриктуры баллонными дилатациями, одному пациенту выполнена ретрансплантация [10].

Таблица 1.

Сводные данные о больных с артериальными осложнениями после ортотопической трансплантации печени

№ группы	№ п/п, возраст (лет)	Осложнение после ОТП	Сроки выявления после ОТП	Вмешательства	Билиарная стриктура	Исход, срок наблюдения от
I	1. М, 57	СОП	28 мес	ЭСА	+	Жив, 5 лет
	2. С, 48	СОП	1 сут	ЭСА	+	реОТП, умер, 3 мес
	3. М, 45	СОП	6 мес	ЭСА	+	Жив, 4 года
	4. К, 49	СОП	39 мес	ЭСА	-	Жив, 5.5 лет
	5. Ч, 23	СОП	2 мес	ЭСА	-	Умер, 7 лет
	6. Б, 46	СОП	3 сут	ЭСА	-	Жив, 4.5 года
	7. Н, 54	СОП	3 мес	ЭСА	+	Жив, 3.5 года
	8. Г, 49	СОП	9 сут	ЭСА	-	Жив, 2 мес
II	9. Я, 58	Тромбоз	2 сут	ПТл	+	Умер, 3 мес
	10. С, 57	Тромбоз	3 мес	ДАГ	+	Жив, 24 мес
	11. И, 58	Тромбоз	2 мес	ПТл	+	Умер, 2 мес
	12. Н, 48	Тромбоз	1 мес	Ст+ПТл	+	Умер, 2 мес
	13. Д, 35	Тромбоз	1 сут	БПл	+	Умер, 6 сут
	14. К, 49	Тромбоз	2 сут	ПТл	+	РеОТП / Умер, 3 мес
III	15. Ш, 49	Тромбоз	7 мес	ДАГ	+	РеОТП / Жив, 13 мес
	16. К, 29	Стеноз+СОП	26 мес	Ст+ЭСА	+	Жив, 3.5 года
	17. К, 50	Стеноз+СОП	1 сут	Ст+ЭСА	+	РеОТП / Жив 2.3 года
	18. Ч, 36	Стеноз+СОП	2 мес	Ст+ЭСА	+	Умер, 4 мес
	19. Ч, 53	Стеноз+СОП	3 сут	Ст+ЭСА	-	Жив, 3 мес
	20. К, 38	Стеноз+СОП	3 мес	Ст+ЭСА	+	Умер, 5 мес
IV	21. Л, 42	Стеноз+СОП	3 мес	БПл+ЭСА	-	Жив, 3.5 года
	22. С, 47	Стеноз	1 мес	БПл	-	Жив, 20 мес
	23. Г, 53	Стеноз	3 мес	Ст	+	РеОТП / Жив, 4.2 года
	24. В, 40	Стеноз	2 сут	БПл+ПТл	+	РеОТП / умер, 3 мес

Примечание: ОТП – ортотопическая трансплантация печени, РеОТП – ретрансплантация, СОП – синдром «обкрадывания» печени, ДАГ – диагностическая ангиография, ЭСА эмболизация селезеночной артерии, Ст – стентирование, БПл – баллонная пластика печеночной артерии, ПТл – прямой тромболитис.

Умерли два пациента: один через 3 месяца от первой ОТП (2 сут. после РеОТП) ввиду дисфункции органа (**набл. 2**), второй - через 7 лет ввиду некомплаентности, самостоятельной отмены иммуносупрессивной терапии, отторжения трансплантата (**набл. 5**).

В целом, в этой группе минимально инвазивные методы позволили ликвидировать артериальные и билиарные осложнения у 7 из 8 больных.

В группе II проводились: прямой тромболизис (n=3), баллонная пластика (n=1), стентирование печеночной артерии с прямым тромболизисом (n=1) и диагностическая ангиография без лечебных мероприятий (n=2). Ишемические билиарные стриктуры возникли у всех 7 пациентов (**набл. 9-15**). Отмечена высокая летальность (71,5%), связанная с развитием некроза желчных протоков, холангиогенным абсцедированием печени, сепсисом и полиорганной недостаточностью (n=5, **набл. 9,11-14**).

У двух пациентов проведена ретрансплантация, один из них жив (**набл. 14,15**).

У одного больного продолжается проведение баллонных пластик ишемической стриктуры класса «А» по C. Vuis, с положительной динамикой на фоне подтвержденного по данным ангиографии и МСКТ отсутствия артериального кровоснабжения печени (**набл. 10**).

В группе III стентирование печеночной артерии выполнено у 5 пациентов, в одном наблюдении проведена эффективная баллонная пластика (**набл. 21**). Эмболизация селезеночной артерии выполнена у всех пациентов. Билиарные стриктуры возникли у 4 из 6 больных.

Удалось купировать билиарные стриктуры у двух больных: в одном наблюдении - баллонными пластиками (**набл. 16**), в другом - ретрансплантацией (**набл. 17**). Два пациента (**набл. 18,20**) скончались в виду сепсиса и печеночной недостаточности, несмотря на «санитарную» резекцию некротически измененных сегментов печени.

В этой группе эндоваскулярные и эндобилиарные методики оказались эффективны у 4 из 6 пациентов.

В группе IV проводились: баллонная пластика (n=1), баллонная пластика с прямым тромболизисом (n=1) и стентирование печеночной артерии (n=1). Билиарные стриктуры развились у двух из трех пациентов. В обоих наблюдениях выявлены стриктуры класса «С» по C. Vuis, выполнена ретрансплантация. Один пациент жив (**набл. 23**), второй - умер от септических осложнений (**набл. 24**). У одного пациента удалось скор-ригировать возникшие осложнения (**набл. 22**), у двух других - интервенционно радиологические вмешательства позволили дождаться ре-ОТП (**набл. 23,24**).

Таким образом, с помощью ретрансплантации (n=5) и/или интервенционных радиологических вмешательств (n=19) удалось устранить билиарные стриктуры и сохранить жизнеспособность трансплантата у 14 пациентов (58%).

Обсуждение

Несмотря на то, что ангиография является инвазивной процедурой, риск ее выполнения в настоящее время расценивается как низкий [3-5]. При этом информативность ангиографии в выявлении сосудистых изменений после ОТП значительно превышает таковую по сравнению с другими методами.

Исследование подтвердило данные о том, что синдром «обкрадывания» является частой причиной артериальной неокклюзионной гипоперфузии печени с последующим возникновением билиарных осложнений и гибели органа [13].

По нашим данным, изолированный синдром «обкрадывания» печени селезеночной артерией привел у 8 больных к ишемизации органа с развитием у 4 пациентов стриктур желчных путей.

Учитывая данные литературы, а также собственные наблюдения предполагаем, что избежать этого можно, прибегнув к интраоперационному лигированию селезеночной артерии.

Однако зачастую портальная гипертензия с развитием обширной венозной сети не позволяет хирургам выполнить эту манипуляцию.

Поэтому, по нашему мнению, необходим ежедневный послеоперационный УЗ-скрининг, который позволяет вовремя заподозрить и своевременно приступить к устранению синдрома «обкрадывания» минимально инвазивными методиками. Если объём селезенки по данным УЗИ превышает 800 мл, то вероятность развития неокклюзионной гипоперфузии печени равна 75%. Вторым УЗ-признаком является превалирование диаметра селезеночной артерии над печеночной артерией в 1,5 раза или более чем на 6 мм [14,15]. В таких случаях требуется перераспределительная эмболизация ствола селезеночной артерии [16].

Эндоваскулярная терапия обладает рядом преимуществ. Во-первых, это минимально инвазивная методика. Во-вторых, при проведении ангиографии зачастую можно выявить стенозы и перегиб печеночной артерии, не определяемые другими методами [17,18].

Как и другие авторы, мы отдаем предпочтение эндоваскулярным методам устранения неокклюзионной артериальной недостаточности печени. С целью повышения эффективности вмешательства в последнее время мы применяем контроль результата прямым перфузионным исследованием ткани печени до и после эмболизации селезеночной артерии [12].

Если «steal-syndrome» предсказуем в силу гемодинамического понимания природы цирроза, а часто и подтвержден интраоперационно, то выявление стеноза является диагностически более сложным, особенно когда он маскируется упомянутым выше синдромом «обкрадывания». Это, в свою очередь,

ведет к позднему выявлению причины гипоперфузии органа, и, соответственно, более глубокому, а часто необратимому ишемическому повреждению эпителия желчных протоков. При этом срок выявления и устранения артериального осложнения играет ключевую роль в спасении органа и жизни пациента [19].

Тромбоз артериального русла – самое грозное и наиболее сложное в эндоваскулярном плане осложнение. Проводимые нами мероприятия показали невысокую эффективность. Возможно, это связано с тем, что применяемая нами регионарная тромболитическая терапия значительно отличалась в дозировках и режиме введения от использованных другими авторами.

Так, Lee I.J. с соавт. [20] применяли болюсное введение 100-300 тыс. ед. урокиназы и последующую 4 – 36-часовую инфузию в дозе 30 тыс. ед/ч.

В результате их технологии кровоснабжение по печеночной артерии восстановилось у 7 из 8 больных; лишь один пациент умер от печеночной недостаточности. Однако, у 4 из 7 пациентов в последующем развились желчные стриктуры, которые были устранены билиар-

ными интервенциями. Проведение тромболитической терапии в отдаленном послеоперационном периоде, на наш взгляд, нецелесообразно, что совпадает с мнением большинства авторов [21].

На сегодняшний день мы приняли следующий алгоритм действий для раннего выявления и устранения артериальных осложнений. У всех пациентов после ОТП проводим лабораторный и УЗИ-мониторинг каждые 12 часов. При малейшем подозрении на артериальную гипоперфузию по лабораторным данным (повышение АЛТ, АСТ, билирубина, щелочной фосфатазы) и/или УЗИ и МСКТ выполняем ангиографию с прямым перфузионным исследованием.

Заключение

Интервенционные радиологические методы являются золотым стандартом в своевременном выявлении и устранении сосудистых осложнений после ОТП, а современные технические возможности значительно усиливают их диагностическую ценность. ■

Список литературы

1. Готье С.В., Хомяков С.В. Донорство и трансплантация органов в Российской Федерации в 2018 году. XI сообщение регистра Российского трансплантологического общества. *Вестник трансплантологии и искусственных органов*. 2019; 21 (3): 7-32.
2. Buck D.G., Zajko A.B. Biliary complications after orthotopic liver transplantation. *Tech Vasc Interv Radiol*. 2008; 11(01): 51-59.
3. Seehofer D., Eurich D., Veltzke-Shlieker W., Neuhaus P. Biliary complications after liver transplantation: old problems and new challenges. *Am J Transplant*. 2013; 13(02): 253-265.
4. Ingraham C., Montenegro M. Ischemic complications after liver transplantation. *Dig Dis Interv*. 2018; 2: 244-248.
5. Goldsmith L.E., Wiebke K., Seal J., et al. Complications after endovascular treatment of hepatic artery stenosis after liver transplantation. *J Vasc Surg*. 2017; 66(5): 1488-1496.
6. Prieto M., Gastaca M., Valdivieso A., et al. Does low hepatic artery flow increase rate of biliary strictures in deceased donor liver transplantation? *Transplantation*. 2017; 101(9): 311.
7. Chen J., Weinstein J., Black S., et al. Surgical and endovascular treatment of hepatic arterial complications following liver transplant. *Clin Transplant*. 2014; 28(12): 1305-1312.
8. Kim P.T., Fernandez H., Gupta A., et al. Low measured hepatic artery flow increases rate of biliary strictures in deceased donor liver transplantation: an age-dependent phenomenon. *Transplantation*. 2017; 101(2): 332-340.
9. Гальперин Э.И., Куничан М.Д. О манометрическом и дебитометрическом исследовании желчных протоков. *Хирургия*. 1969; 8: 74-78.
10. Поликарпов А.А., Таразов П.Г., Полехин А.С., и др. Билиарный манометрический тест (БМТ) в оценке эффективности баллонной пластики неанастомотических стриктур желчных протоков после ортотопической трансплантации печени (ОТП). *Современные технологии в медицине*. 2017; 9(4): 60-65.
11. Buis C.I., Verdonk R.C., Van der Jagt E.J., et al. Nonanastomotic biliary strictures after liver transplantation, part 1: Radiological features and risk factors for early vs late presentation. *Liver Transpl*. 2007; 13: 708-718.
12. 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.
13. Pinto S., Reddy S.N., Horrow M.M., et al. Splenic artery syndrome after orthotopic liver transplantation: a review. *Int J Surg*. 2014; 12(11): 1228-34.
14. Mogl N., Nüssler N., Presser S., et al. Evolving experience with prevention and treatment of splenic artery syndrome after orthotopic liver transplantation. *Transpl. Int*. 2010; 23(8): 831-841.
15. Dokmak S., Aussilhou B., Belghiti J. Liver transplantation and splenic artery steal syndrome: the diagnosis should be established preoperatively. *Liver Transpl*. 2013; 19(6): 667-668.
16. Grieser C., Denecke T., Steffen I., et al. Computed tomography for preoperative assessment of hepatic vascu-

lature and prediction of splenic artery steal syndrome in patients with liver cirrhosis before transplantation. *Eur. Radiol.* 2010; 20(1): 108-117.

17. Li H., Gao K., Huang Q., et al. Successful management of splenic artery steal syndrome with hepatic artery stenosis in an orthotopic liver transplant recipient. *Ann. Transplant. Q. Pol. Transplant.* 2014; 145-148.

18. Strain D., Brady P., Matalon T., et al. Splenic artery embolization as treatment for splenic artery steal syndrome after liver transplantation. *J. Vasc. Intervent. Radiol.* 2013; 24(4): 159-160.

19. Gámán G., Gelley F., Doros A., et al. Biliary compli-

cations after orthotopic liver transplantation: The Hungarian Experience. *Transplantation Proceedings.* 2013; 45: 3695-3697.

20. Lee I.J., Kim S.H., Lee S.D., et al. 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.

21. Fujiki M., Hashimoto K., Palaos E., et al. Probability, management, and long-term outcomes of biliary complications after hepatic artery thrombosis in liver transplant recipients. *Surgery.* 2017; 162(5): 1101-1111.

References

1. Gautier SV, Khomyakov SM. Organ donation and transplantation in the Russian Federation in 2018 году. 11th report from the registry of the Russian Transplant Society. *Russian journal of transplantology and artificial organs.* 2019; 21(3): 7-32 [In Russ].

2. Buck DG, Zajko AB. Biliary complications after orthotopic liver transplantation. *Tech Vasc Interv Radiol.* 2008; 11(01): 51-59.

3. Seehofer D, Eurich D, Veltzke-Shlieker W, et al. Biliary complications after liver transplantation: old problems and new challenges. *Am J Transplant.* 2013; 13(02): 253-265.

4. Ingraham C, Montenegro M. Ischemic complications after liver transplantation. *Dig Dis Interv.* 2018; 2: 244-248.

5. Goldsmith LE, Wiebke K, Seal J, et al. Complications after endovascular treatment of hepatic artery stenosis after liver transplantation. *J Vasc Surg.* 2017; 66(5): 1488-1496.

6. Prieto M, Gastaca M, Valdivieso A, et al. Does low hepatic artery flow increase rate of biliary strictures in deceased donor liver transplantation? *Transplantation.* 2017; 101(9): 311.

7. Chen J, Weinstein J, Black S, et al. Surgical and endovascular treatment of hepatic arterial complications following liver transplant. *Clin Transplant.* 2014; 28(12): 1305-1312.

8. Kim PT, Fernandez H, Gupta A, et al. Low measured hepatic artery flow increases rate of biliary strictures in deceased donor liver transplantation: an age-dependent phenomenon. *Transplantation.* 2017; 101(2): 332-340.

9. Galperin EI, Kunichan MD. Manometric and debitometric study in bile ducts. *Surgery.* 1969; 8: 74-78 [In Russ].

10. Polikarpov AA, Tarazov PG, Polekhin AS, et al. Biliary manometric test (BMT) to assess the effectiveness balloon plasty of strictures of the bile ducts after orthotopic liver transplantation (OLT). *Modern technologies in medicine.* 2017; 9(4): 60-65 [In Russ].

11. Buis CI, Verdonk RC, Van der Jagt EJ, et al. Nonanastomotic biliary strictures after liver transplantation, part 1: Radiological features and risk factors for early

vs late presentation. *Liver Transpl.* 2007; 13: 708-718.

12. Moiseenko AV, Polikarpov AA, Tarazov PG, et al. Method for invasive graft perfusion determination. Russian patent № 270496: 23.10.2019 2019. № 30 [In Russ].

13. Pinto S, Reddy SN, Horrow MM, et al. Splenic artery syndrome after orthotopic liver transplantation: a review. *Int J Surg.* 2014; 12(11): 1228-34.

14. Mogl N, Nüssler N, Presser S, et al. Evolving experience with prevention and treatment of splenic artery syndrome after orthotopic liver transplantation. *Transpl. Int.* 2010; 23(8): 831-841.

15. Dokmak S, Aussilhou B, Belghiti J. Liver transplantation and splenic artery steal syndrome: the diagnosis should be established preoperatively. *Liver Transpl.* 2013; 19(6): 667-668.

16. Grieser C, Denecke T, Steffen I, et al. Computed tomography for preoperative assessment of hepatic vasculature and prediction of splenic artery steal syndrome in patients with liver cirrhosis before transplantation. *Eur. Radiol.* 2010; 20(1): 108-117.

17. Li H, Gao K, Huang Q, et al. Successful management of splenic artery steal syndrome with hepatic artery stenosis in an orthotopic liver transplant recipient. *Ann. Transplant. Q. Pol. Transplant.* 2014; 145-148.

18. Strain D, Brady P, Matalon T, et al. Splenic artery embolization as treatment for splenic artery steal syndrome after liver transplantation. *J. Vasc. Intervent. Radiol.* 2013; 24(4): 159-160.

19. Gámán G, Gelley F, Doros A, et al. Biliary complications after orthotopic liver transplantation: The Hungarian Experience. *Transplantation Proceedings.* 2013; 45: 3695-3697.

20. Lee IJ, Kim SH, Lee SD, et al. 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.

21. Fujiki M, Hashimoto K, Palaos E, et al. Probability, management, and long-term outcomes of biliary complications after hepatic artery thrombosis in liver transplant recipients. *Surgery.* 2017; 162(5): 1101-1111.