



ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Оригинальная статья

УДК 616 –073.788.8

<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-6-29-41>

T-slip- и ASL-перфузия: новое в алгоритме ведения пациентов с циррозами печени

Татьяна Геннадьевна Морозова¹, Алина Геннадьевна Ореховская²,
Татьяна Давыдовна Гельт³

¹⁻³ ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Смоленск, Россия

¹ t.g.morozova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4983-5300>

² alina_orehovskaya@mail.ru, ² <https://orcid.org/0009-0000-6908-6605>

³ tanjageltik@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3661-3370>

Автор, ответственный за переписку: Татьяна Геннадьевна Морозова,
t.g.morozova@yandex.ru

Аннотация

Цель исследования. Определить место T-SLIP- и ASL-перфузии в алгоритме ведения пациентов с циррозами печени (ЦП).

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 83 пациента с ЦП, которые находились в стационарах гастроэнтерологического и инфекционного профилей. Всем пациентам проведены ультразвуковое исследование органов брюшной полости с доплеровским исследованием сосудов и транзитная эластография печени. Магнитно-резонансная томография органов брюшной полости была выполнена на томографе Vantage Titan 1,5 Тл (Toshiba) по стандартному протоколу с дополнительным включением бесконтрастной ASL-перфузии печени и неконтрастной МР-портографии (T-SLIP) артериального и венозного русла. Группа контроля была представлена 37 здоровыми лицами. Также была выделена группа пациентов ретроспективного анализа с ЦП, которым не проводились ASL-перфузия и T-Slip (n = 15).

Результаты исследования. Были выявлены статистически значимые отличия показателей перфузии печеночной паренхимы между пациентами с ЦП и здоровыми лицами ($p < 0,01$). В нашем исследовании гиперперфузионная карта при ЦП встречалась в 24 (28,9 %) случаях. Следует отметить, что пациенты с гиперперфузией по данным ASL-печени требовали коррекции врачебного мониторинга, который заключался в увеличении кратности наблюдения в соответствии с клиническими рекомендациями. По результатам T-SLIP у данной категории исследуемых по выраженности нарушения архитектоники сосудистого русла стадия F4 фиброза печени была подразделена на категории: F4a (n = 12) – нарушение архитектоники в периферических отделах; F4b (n = 5) – нарушение архитектоники в центральных отделах; F4c (n = 7) – нарушение архитектоники в периферических и центральных отделах. На основании полученных данных был составлен алгоритм ведения па-

© Морозова Т. Г., Ореховская А. Г., Гельт Т. Д., 2025

циентов с ЦП с гиперперфузией, с указанием сроков мониторинга, кратностью назначения антифибротической терапии.

Выводы. 1. Количественные показатели ASL-перфузии печени позволяют заподозрить ЦП ($p < 0,01$). 2. Гиперперфузионная карта ASL — показание к проведению T-SLIP печени и определению категории F4 стадии. 3. Включение в алгоритм МР-исследования T-SLIP печени позволяет своевременно назначить антифибротическую терапию и рекомендовать сроки мониторинга.

Ключевые слова: цирроз печени, ASL-перфузия печени, T-SLIP печени, гиперперфузия, нарушение архитектоники сосудистого русла

Для цитирования: Морозова Т. Г., Ореховская А. Г., Гельт Т. Д. T-slip и ASL-перфузия: новое в алгоритме ведения пациентов с циррозами печени // Радиология — практика. 2025;6:29-41. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-6-29-41>

Источники финансирования

Исследование не финансировалось какими-либо источниками.

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов. Мнения, изложенные в статье, принадлежат авторам рукописи. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE.

Морозова Т. Г., доктор медицинских наук, доцент, является членом редакционного совета журнала «Радиология — практика». Авторам неизвестно о каких-либо других потенциальных конфликтах интересов, связанных с этой рукописью.

Соответствие принципам этики

Работа соответствует этическим нормам Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2008 года и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003.

ORIGINAL RESEARCH

Original article

T-slip and ASL Perfusion: New in the Algorithm of Management of Patients with Liver Cirrhosis

Tat'jana G. Morozova¹, Alina G. Orehovskaya², Tat'jana D. Gelt³

¹⁻³ Smolensk State Medical University of the Ministry of Healthcare of Russia, Smolensk, Russia

¹ <https://orcid.org/0009-0008-5289-4145>

² <https://orcid.org/0009-0000-6908-6605>

³ <https://orcid.org/0000-0003-3661-3370>

Corresponding author: Tat'jana G. Morozova, t.g.morozova@yandex.ru

Abstract

Objective. To determine the place of T-SLIP and ASL-perfusion in the algorithm of management of patients with liver cirrhosis.

Materials and Methods. 83 patients with liver cirrhosis who were hospitalized in the gastroenterological and infectious departments were observed. All patients underwent abdominal ultrasound with Doppler imaging and transient liver elastography. The abdominal MRI was performed on a Vantage Titan 1.5 T (Toshiba) according to the standard protocol with additional inclusion of non-contrast ASL-perfusion of the liver and non-contrast MR-portography (T-SLIP) of the arterial and venous blood flow. The reference group consisted of 37 healthy individuals. A retrospective analysis group was also selected, which did not undergo ASL-perfusion and T-Slip (n = 15).

Results. Statistically significant differences in perfusion parameters of the hepatic parenchyma were revealed in patients between liver cirrhosis and healthy individuals ($p < 0.01$). In our study, a hyperperfusion map with liver cirrhosis occurred in 24 (28.9 %) cases. It should be noted that patients with hyperperfusion according to ASL-liver data required correction of medical monitoring, which consisted in increasing the frequency of observation in accordance with clinical recommendations. According to the results of T-SLIP in this patient, according to the severity of the violation of the architectonics of the blood flow, stage F4 of liver fibrosis was divided into categories: F4a (n = 12) – disruption of architectonics in the peripheral parts; F4b (n = 5) – disruption of architectonics in the central parts; F4c (n = 7) – disruption of architectonics in the peripheral and central parts. Based on the data obtained, an algorithm was developed for managing patients with liver cirrhosis with hyperperfusion, indicating the timing of follow up, and the frequency of prescribing antifibrotic therapy.

Conclusion. Quantitative indicators of ASL-perfusion of the liver allow us to suspect liver cirrhosis ($p < 0.01$). 2. ASL hyperperfusion map is an indication for liver T-SLIP and F4-stage category determination. 3. The inclusion of liver T-SLIP in the MR examination algorithm makes it possible to prescribe antifibrotic therapy on time and recommend monitoring time.

Keywords: Liver Cirrhosis, liver ASL-perfusion, T-SLIP, Hyperperfusion, Disruption of the Architectonics of the Blood Flow

For citation: Morozova T. G., Orehovskaya A. G., Gelt T. D. T-slip and ASL Perfusion: New in the Algorithm of Management of Patients with Liver Cirrhosis. *Radiology – Practice*. 2025;6:29-41. (In Russ.). <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-6-29-41>

Funding

The study was not funded by any sources.

Conflicts of Interest

The authors state that this work, its topic, subject and content do not affect competing interests. The opinions expressed in the article belong to the authors of the manuscript. The authors confirm the compliance of their authorship with the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, the preparation of the article, read and approved the final version before publication).

The author, Associate professor Tat'jana G. Morozova, is a member of the Editorial Board of «Radiology –Practice». The author are not aware of any other potential conflict of interest relating to this manuscript.

Compliance with Ethical Standards

The work complies with the ethical standards of the Helsinki Declaration of the World Medical Association «Ethical Principles of conducting scientific medical research with human participation» as amended in 2008 and the «Rules of Clinical Practice in the Russian Federation» approved by the Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated 06/19/2003.

Актуальность

Различные патологические состояния печени являются частой причиной смертности во всем мире [1, 5]. Данные заболевания могут привести к циррозу с риском развития острой печеночной недостаточности на фоне хронической [4, 6, 7, 9]. Поэтому ранняя диагностика и лечение подобных осложнений необходимы для улучшения качества жизни пациентов [4, 5, 7, 8].

Известно, что изменения перфузии внутренних органов играют важную роль при развитии различных заболеваний. Однако механизмы, регулирующие кровоток в печени, у пациентов с фиброзом, циррозом и острой печеночной недостаточностью известны лишь частично [9]. Кровоснабжение через систему портальной вены в основном зависит от притока крови к внутренним органам [15]. В отличие от портального венозного кровотока, артериальный кровоток подвержен зависящей от давления ауторегуляции. Второй механизм, называемый буферной реакцией печеночной артерии (БРПА), является центральным звеном внутренней регуляции печеночного кровотока [15]. БРПА заключается в способности печеночной артерии компенсировать изменения в кровотоке воротной вены за счет направленной в противоположную сторону гемодинамической регуляции ее перфузии. Данный механизм вызывает расширение артериальных сосудов за счет снижения портального кровотока и, наоборот, сужение артериальных сосудов за счет увеличения портального кровотока [5, 6]. БРПА также сохраняется у пациентов с воспалительными заболеваниями печени даже при прогрессирующем фиброзе и циррозе печени (ЦП) [15].

Ультразвуковое исследование (УЗИ) является неинвазивным, легкодоступным, недорогим методом лучевой диагностики, хорошо зарекомендовавшим себя при визуализации различных заболеваний печеночной паренхимы, таких

как фиброз печени, ЦП и портальная гипертензия (ПГ). Диагностика ЦП с помощью обычного УЗИ основана на обнаружении морфологических изменений в печеночной ткани и признаках ПГ. Кроме того, доплеровское УЗИ является важным инструментом для изучения гемодинамических нарушений в цирротической ткани печени [1, 15]. Однако мало что известно о прогностической ценности последовательных измерений печеночной гемодинамики у пациентов с тяжелыми заболеваниями печени, особенно у пациентов с декомпенсированным ЦП, у которых высок риск развития острой печеночной недостаточности на фоне хронической.

В настоящее время для качественной и количественной оценки перфузии печеночной паренхимы может быть использована бесконтрастная технология МР-перфузии (arterial spin labeling, ASL), которая заключается в способности магнитно-резонансной томографии (МРТ) наносить «метки» на молекулы воды в артериальной крови, которые, в свою очередь, являются своеобразными эндогенными маркерами [3].

МРТ-последовательность с использованием импульсно-инверсионной маркировки во временной и пространственной областях (Time-SLIP — Time-Spatial Labeling Inversion Pulse) является вариантом тегирования (маркирования) артериальных спинов и изначально разрабатывалась для бесконтрастной МР-ангиографии [10]. T-SLIP-методика может быть также применена для получения изображения тока различных сред организма: секрета поджелудочной железы, слюны, спинномозговой жидкости. Данная технология давно используется в неврологической практике при визуализации наружной гидроцефалии, мальформации Арнольда — Киари I типа и сирингомиелии [2, 11–14]. Однако достаточно мало информации о применении T-SLIP относительно отдельных клинических форм диффуз-

ных заболеваний печени. Поэтому очень важным является изучение возможностей неконтрастной МР-портографии в качестве неинвазивного метода визуализации для выявления различных патологических состояний воротной вены [10]. Разработка и применение различных технологий для неинвазивной оценки фиброза, перфузии печени являются актуальной задачей.

Цель: определить место T-SLIP и ASL-перфузии в алгоритме ведения пациентов с ЦП.

Материалы и методы

В исследовании приняли участие 83 пациента с ЦП, которые находились в стационарах гастроэнтерологического и инфекционного профилей. Структура этиологий, распределение по классам Чайлд – Пью представлены в таблице 1.

Диагноз ЦП был установлен в соответствии с клиническими рекомендациями [1]. Всем пациентам проведены УЗИ органов брюшной полости (ОБП) с доплеровским исследованием сосудов и транзитная эластография печени (результаты указанных методов оценивались по данным истории болезни). У 22 пациентов была проведена мультиспиральная компьютерная томография ОБП с контрастным усилением (подозрение на тромбоз воротной вены по данным УЗИ, необходимость проведения дифференциальной диагностики). МРТ ОБП выполнялась на то-

мографе Vantage Titan 1,5 Тл (Toshiba) по стандартному протоколу, включающему последовательности T2 ВИ, T2 ВИ с жироподавлением (fat-saturated), in-phase and out-of-phase, диффузионно-взвешенные изображения, ASL-перфузию печени и T-SLIP артериального и венозного русла. Параметры импульсной последовательности 3D ASL: межсрезовый интервал = 3 мм, количество срезов = 26–30, поле обзора (FOV) = 24–43 см, время повторения (TR) = 6,2 м/с, время эхо (TE) = 2,4 м/с, матрица = 64 × 64. Постпроцессинговая обработка изображений проводилась в программе M-Power 4 с использованием функций Calculation и Fusion. Параметры импульсной последовательности T-SLIP: межсрезовый интервал = 3 мм, количество срезов = 24–40, поле обзора (FOV) = 37 × 37 см, TR = 5,2 м/с, TE = 2,6 м/с, матрица = 256 × 256. Получение изображений состояло в предварительной визуализации «сырых данных» с последующей 3D-реконструкцией. Представленные последовательности не требовали задержки дыхания пациентом, проводились на свободном дыхании. Исследование занимало от 15 до 20 мин. Дополнительно были проанализированы результаты аутопсийного материала печени 15 умерших больных с дальнейшим сопоставлением с результатами МРТ печени. Группа контроля была представлена 37 здоровыми лицами. Также была выделена группа паци-

Таблица 1

Структура циррозов печени в зависимости от этиологии и класса Чайлд – Пью (n = 83)

Класс по Чайлд – Пью	Этиология ЦП, абс. (%)			Всего, абс. (%)
	Вирусная (n = 38)	Алкогольная (n = 22)	Смешанная (n = 23)	
Класс А	15 (18,1)	9 (10,8)	19 (22,9)	43 (51,8)
Класс В	18 (21,7)	12 (14,5)	3 (3,6)	33 (39,8)
Класс С	5 (6,0)	1(1,2)	1 (1,2)	7 (8,4)
Всего	38 (45,8)	22 (26,5)	23 (27,7)	83 (100)

ентов ретроспективного анализа с ЦП, которым не проводились ASL-перфузия и T-Slip (n = 15). Для статистической обработки полученных данных использовалось программное обеспечение Jamovi 2.3.21, Microsoft Excel 2016.

Результаты

Проанализированы количественные показатели бесконтрастной МР-перфузии печени у пациентов с циррозами различной этиологии (табл. 2).

По результатам исследования была отмечена статистическая разница при сравнении показателей перфузии печеночной паренхимы у пациентов с ЦП и здоровыми лицами ($p < 0,01$). Однако статистически значимых отличий в количественном отображении перфузии печени среди различных этиологических форм и классов ЦП выявлено не было ($p > 0,05$), что не позволяет рассматривать ASL-перфузию в качестве возможного метода определения этиологии и класса Чайлд – Пью.

83 пациентам выполнено 3D-сканирование в реальном времени с дыхательной синхронизацией в сочетании с двумя различными T-SLIP- сатураторами (один размещался в области грудной клетки для подавления артериального сигнала, а другой – в брюшной полости для подавления сигнала нижней полой вены (НПВ)). Одним из наиболее важных факторов было время инверсии (TI) абдоминального T-SLIP, и качество изображения оценивалось при четырех различных значениях TI: 800, 1200, 1600 и 2000 мсек с точки зрения относительного соотношения сигнал/шум (SNR), соотношения сигнал/контраст (CNR) и средней оценки визуализации. Наше исследование показало, что TI в 1600 мсек обеспечивает оптимальный баланс между визуализацией НПВ и подавлением сигнала воротной вены в нашем протоколе (рис. 1).

Таким образом, методика T-SLIP позволяет оценивать архитектуру

Таблица 2

Результаты количественных показателей ASL-перфузии печени у пациентов с ЦП различной этиологии (n = 83)

Этиология ЦП	Количественные показатели ASL-перфузии печени (мл/100г/мин)			Норма* (n = 37)
	Класс А	Класс В	Класс С	
Нормо-/гипоперфузия				
Вирусная (n = 28)	116 [102; 131]	111,2 [100; 124]	99,3 [87; 110]	166,9 [142; 187]
Алкогольная (n = 15)	119 [98; 135]	108 [90; 121]	100 [89; 120]	
Смешанная (n = 16)	110,2 [100; 124]	104,6 [88; 116]	118,4 [97; 123]	
Гиперперфузия				
Вирусная (n = 10)	499 [322; 516]	467,4 [356; 543]	452,3 [401; 541]	166,9 [142; 187]
Алкогольная (n = 7)	523 [401; 567]	520 [426; 558]	526 [444; 547]	
Смешанная (n = 7)	525,5 [453; 555]	543,9 [438; 567]	557,8 [423; 569]	

Примечание: * – $p < 0,01$.

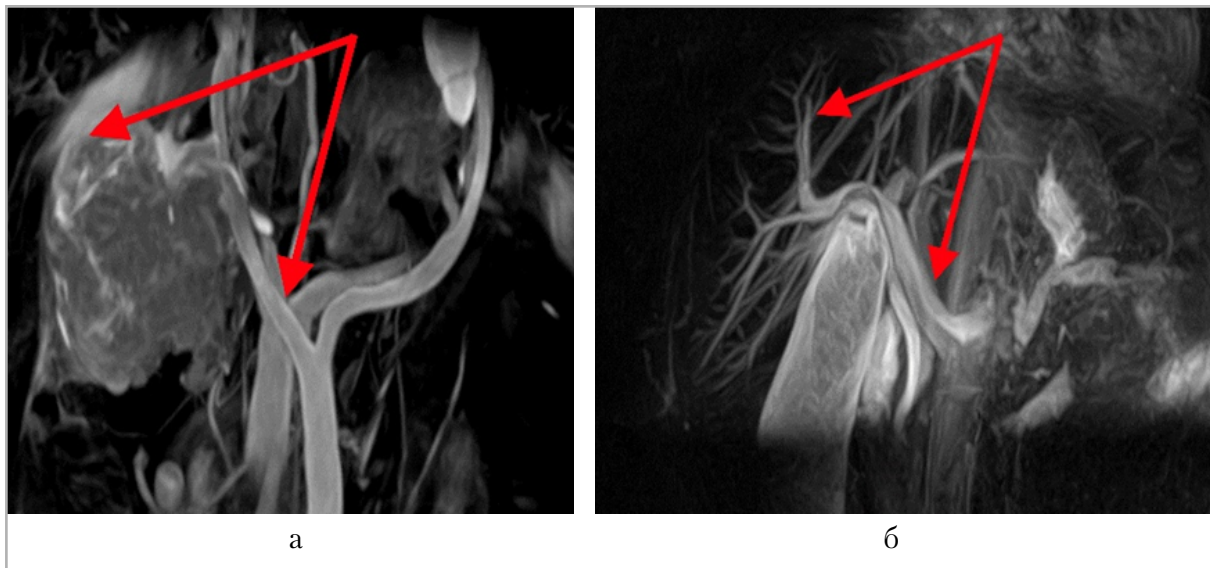


Рис. 1. МР-томография печени, T-SLIP венозного и артериального русла печени, 3D-изображения: *а* — вариант нормы. Четко прослеживаются венозное русло; *б* — цирроз печени класс А по Чайлд — Пью. Расширение воротной вены, нарушение кровотока по периферии структуры печени

сосудистого русла, по выраженности нарушений которой, в сопоставлении с данными аутопсийного материала, стадию F4 фиброза печени можно подразделить на категории: F4a — нарушение архитектоники печени в периферических отделах; F4b — нарушение архитектоники печени в центральных отделах; F4c — нарушение архитектоники печени в периферических и центральных отделах.

В нашем исследовании гиперперфузионная карта при ЦП встречалась в 24 (28,9 %) случаях. Следует отметить, что пациенты с гиперперфузией по данным ASL печени требовали коррекции врачебного мониторинга, который заключался в увеличении кратности наблюдения в соответствии с клиническими рекомендациями. Преимущество представленного выше метода оценивалось по данным ретроспективного анализа данных у 15 пациентов. Последним МРТ проводилась 1 раз в год, отмечалась отрицательная клинико-лабораторная динамика в виде прогрессирования портальной гипертензии в течение 3–6 мес, увеличения

вирусной нагрузки при ЦП вирусной этиологии.

Представленный ниже клинический пример раскрывает целесообразность комплексного применения ASL-перфузии и T-SLIP печени при поступлении и динамическом наблюдении у пациента с гиперперфузией (рис. 2).

В вышеуказанном примере продемонстрировано, что гиперперфузионная карта печени не свидетельствует о хорошем кровотоке, требуется проведение T-SLIP, по данным которой можно не только получить визуальную информацию о сосудистом русле, но и назначить своевременную антифибротическую терапию, рекомендовать сроки мониторинга.

На основании полученных данных был составлен алгоритм ведения пациентов с ЦП с гиперперфузией (табл. 3).

Таким образом, своевременное лечение и мониторинг позволят избежать прогрессирования представленной клинической формы, более эффективно оценить динамику процесса. Наше наблюдение показало, что 3 (12,5 %) пациента из категории F4b перешли в F4a; 2 (8 %) пациента — из F4c в F4b.

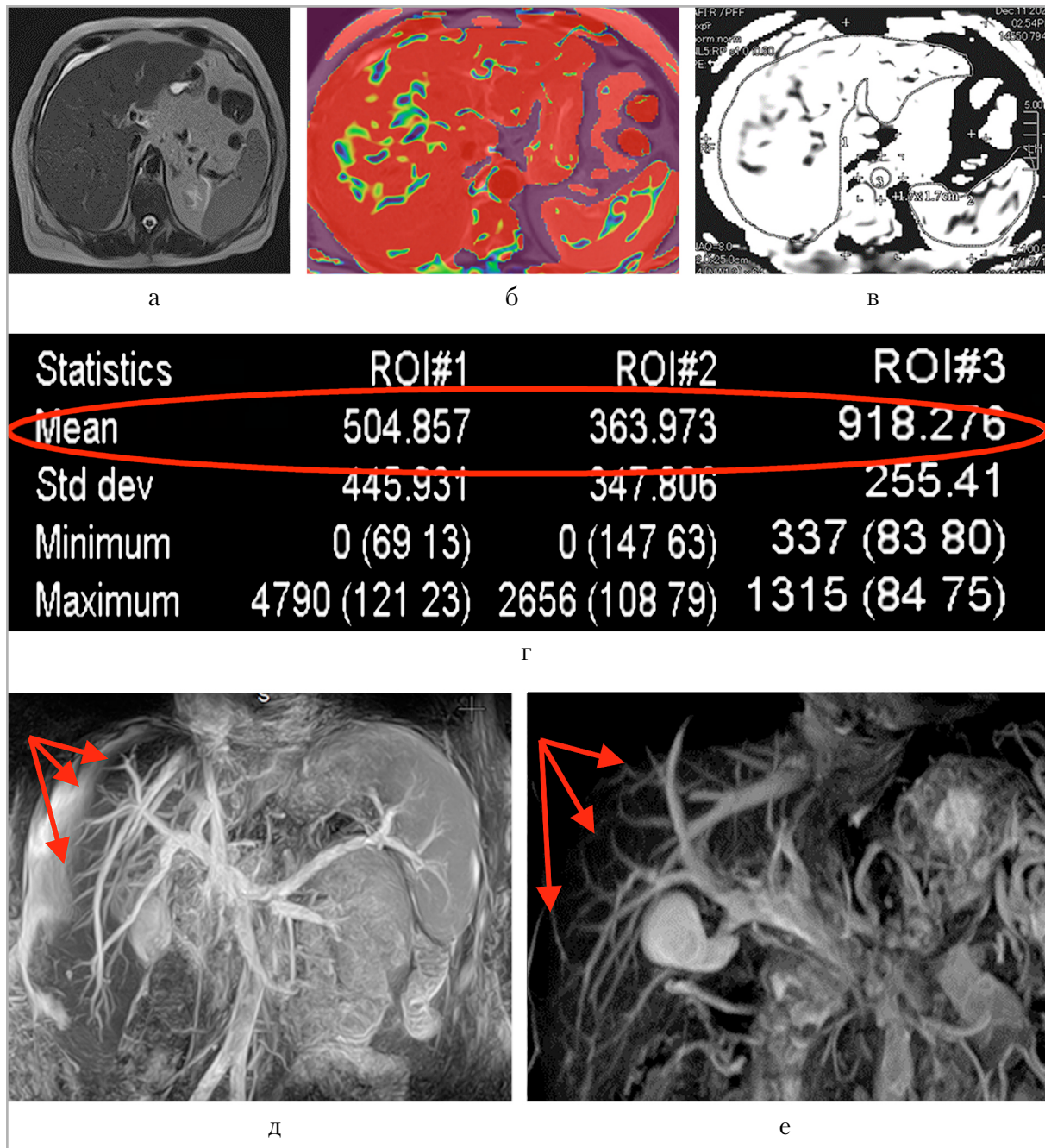


Рис. 2. МР-томография органов брюшной полости пациента с циррозом печени вирусной этиологии класс В по Чайлд – Пью: *а* – режим T2 ВИ Heavy, аксиальный срез – гепатомегалия, асцит; *б* – цветовая карта ASL-перфузии печени – преобладание красного паттерна (характерен для гиперперфузии); *в, г* – серошкальная и цифровая карты ASL-перфузии – количественный показатель 504 мл/100/г/мин (характерен для гиперперфузии); *д* – 3D – T-SLIP печени при поступлении: определяется нарушение кровотока по периферии (указано стрелками); *е* – 3D – T-SLIP печени при мониторинге через 12 мес: кровотока по периферии восстановлен (указано стрелками)

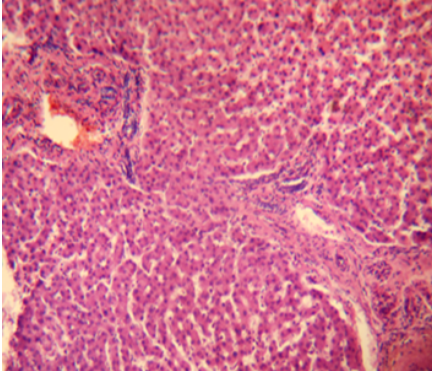
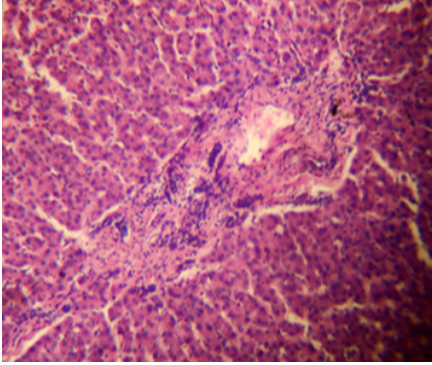
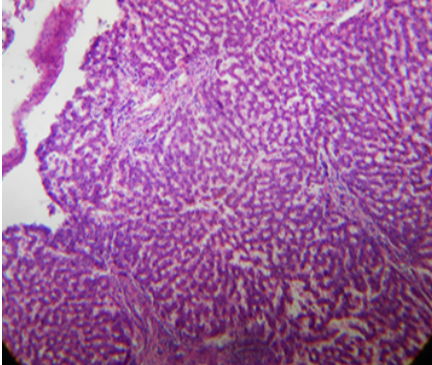
Обсуждение

Анализируя источники литературы относительно инструментальных методов исследования ЦП, следует отме-

тить, что основное внимание уделяется УЗИ с доплеровской визуализацией сосудов [1, 5]. Однако для пациентов с асцитами не всегда доплеровское ис-

Таблица 3

**Алгоритм ведения пациентов с ЦП различной этиологии
с гиперперфузионной картой кровотока**

T-SLIP (категория стадии F4)	Морфологический материал	Лечение	Мониторинг
F4a (n = 12)	 <p>Порто-портальный фиброз</p>	<p>Антифибротическая терапия требуется 1 раз в год</p>	<p>Госпитализация не требуется, T-slip-контроль через 12 мес</p>
F4b (n = 5)	 <p>Портальный фиброз печени</p>	<p>Антифибротическая терапия требуется в течение 6 мес</p>	<p>Госпитализация через 6 мес, T-slip-контроль через 6 мес</p>
F4c (n = 7)	 <p>Порто-центральный фиброз</p>	<p>Антифибротическая терапия требуется в течение 3 мес</p>	<p>Госпитализация через 3 мес, T-slip-контроль через 3 мес</p>

следование может дать требуемую информацию в силу своей неинформативности получения результатов. В нашей работе мы продемонстрировали возможности МРТ ОБП при ЦП различной этиологии. Эластография — метод,

направленный на диагностику наличия фибротического процесса в печеночной паренхиме [1, 5]. Но при ЦП часто возможно получение пограничных результатов в виде F3–F4 стадий; кроме того, к важным ограничениям метода относят-

ся наличие асцита, повышенная масса тела пациента. При этом иногда опция эластографии может отсутствовать в УЗ-оборудовании.

Как показано в работе Mubarak A. A., Awad G. E., Eltomey M. A и др. (2019), МР-портография с применением T-SLIP стала неинвазивным инструментом визуализации воротной вены, без использования средств контрастирования, в основном при подозрении на тромбоз сосудистого русла [10]. В нашем исследовании отражены основные возможности комбинированной визуализации ASL-перфузии и T-SLIP печени в постановке стадии фиброза. При этом мы обращаем внимание на то, что T-SLIP позволяет классифицировать стадию F4 на категории, на основании которых клиницист может рекомендовать антифибротическую терапию, определить ее длительность и сроки госпитализации. Все это в конечном итоге способно улучшить качество жизни наших пациентов. Хотелось бы обратить внимание рентгенолога и на то, что он, в свою очередь, является не просто неотъемлемой частью диагностического процесса, но и лечебного, что бесценно для наших коллег-клиницистов. Например, как сказано выше, эластографической методики, необходимой для постановки стадии фиброза, может не оказаться в лечебном учреждении, но ведь и она отвечает только на один диагностический вопрос. Поэтому в своей публикации мы постарались отразить, что современные МР-технологии, новые последовательности в протоколе по исследованию печени расширяют наши возможности как рентгенологов и дают большую и комплексную информацию для врачей-инфекционистов, гастроэнтерологов, гепатологов.

Выводы

1. Количественные показатели ASL-перфузии печени позволяют заподозрить ЦП ($p < 0,01$).

2. Гиперперфузионная карта ASL – показание к проведению T-SLIP печени и определению категории F4-стадии.
3. Включение в алгоритм МР-исследования T-SLIP печени позволяет своевременно назначить антифибротическую терапию и рекомендовать сроки мониторинга.

Список источников

1. Ивашкин В. Т., Драпкина О. М., Маевская М. В., Жаркова М. С., Гречишников В. С., Винницкая Е. В., Деева Т. А., Жигалова С. Б., Ивашкин К. В., Малиновская Ю. О., Киценко Е. А., Манукьян Г. В., Малов С. Л., Надинская М. Ю., Островская А. С., Тихонов И. Н., Фандеев Е. Е. Цирроз и фиброз печени. Федеральные клинические рекомендации по ведению больных. М., 2025. 171 с.
2. Петрайкин А. В., Сморгачева А. К., Сергунова К. А., Ахмад Е. С., Семенов Д. С., Кудрявцев Н. Д., Блохин И. А., Морозов С. П., Владимировский А. В., Маер Р. Ю. Применение модифицированной МРТ-последовательности Time-SLIP для визуализации движения ликвора в водопроводе мозга и шейном отделе позвоночного канала // Журнал «Вопросы нейрохирургии» имени Н. Н. Бурденко. 2019. Т. 83, № 6. С. 64–71. <https://doi.org/10.17116/neiro20198306164>
3. Труфанов Г. Е., Фокин В. А., Асатурян Е. Г., Ефимцев А. Ю., Шмедьк Н. Ю., Машенко И. А., Чегина Д. С., Алдатов Р. Х. Методика артериального спинового маркирования: клиническое применение // REJR. 2019. Т. 9, № 4. С. 129–147. <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2019-9-4-129-147>
4. Engelmann C., Tacke F. Decompensated liver cirrhosis and acute-on-chronic liver failure. *Der Gastroenterologe*. 2020;15:22-33. <https://doi.org/10.1007/s11377-019-00407-9>
5. Ginès P., Krag A., Abraldes J. G., Solà E., Fabrellas N., Kamath P. S. Liver cirrhosis.

- Lancet. 2021;398:1359-76. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01374-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01374-X)
6. Khanam A., Kotttilil S. Acute-on-chronic liver failure: pathophysiological mechanisms and management. *Front Med.* 2021; 8:1-18. <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.752875>
 7. Kumar R., Mehta G., Jalan R. Acute-on-chronic liver failure. *Clin Med.* 2020; 20:501-4. <https://doi.org/10.7861/clinmed.2020-0631>
 8. Maiwall R., Kumar A., Pasupuleti S. S. R., Hidam A. K., Tevethia H., Kumar G., Sahney A., Mitra L. M., Sarin S. K. A randomized-controlled trial comparing 20% albumin to plasmalyte in patients with cirrhosis and sepsis-induced hypotension [ALPS trial]. *J. Hepatol.* 2022;77:670-82. <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2022.03.043>
 9. Mezzano G., Juanola A., Cardenas A., Mezey E., Hamilton J. P., Pose E., Graupera I., Ginès P., Solà E., Hernaez R. Global burden of disease: Acute-on-chronic liver failure, a systematic review and meta-analysis. *Gut.* 2022;71:148-55. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2020-322161>
 10. Mubarak A. A., Awad G. E., Eltomey M. A., Dawoud M. A. E. Non-contrast MR portography using time-spatial labeling inversion pulse for diagnosis of portal vein pathology. *Egypt. J. Radiol. Nucl. Med.* 2019;50:40. <https://doi.org/10.1186/s43055-019-0036-5>
 11. Nakae S., Murayama K., Adachi K., Kumai T., Abe M., Hirose Y. Novel Application of Time-Spatial Labeling Inversion Pulse Magnetic Resonance Imaging for Diagnosis of External Hydrocephalus. *World Neurosurgery.* 2018;109:197-201. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.09.175>
 12. Ohtonari T., Nishihara N., Ota S., Tanaka A. Novel Assessment of Cerebrospinal Fluid Dynamics by Time-Spatial Labeling Inversion Pulse Magnetic Resonance Imaging in Patients with Chiari Malformation Type I. *World Neurosurgery.* 2018;112:e165-e171. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.01.001>
 13. Takeuchi K., Ono A., Hashiguchi Y., Misawa H., Takahata T., Teramoto A., Nakahara S. Visualization of cerebrospinal fluid flow in syringomyelia through noninvasive magnetic resonance imaging with a time-spatial labeling inversion pulse (Time-SLIP). *The Journal of Spinal Cord Medicine.* 2017;40(3):368-371. <https://doi.org/10.1080/10790268.2016.1140391>
 14. Takizawa K., Matsumae M., Hayashi N., Hirayama A., Sano F., Yatsushiro S., Kuroda K. The Choroid Plexus of the Lateral Ventricle As the Origin of CSF Pulsation Is Questionable. *Neurologia Medico-Chirurgica.* 2018;58(1):23-31. <https://doi.org/10.2176/nmc.oa.2017-0117>
 15. Vogg J., Maier-Stocker C., Munker S., Mehrl A., Schlosser S., Tews H. C., Güllow K., Müller M., Schmid S. Hepatic perfusion as a new predictor of prognosis and mortality in critical care patients with acute-on-chronic liver failure. *Front. Med.* 2022;9:1008450. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.1008450>

References

1. Ivashkin V. T., Drapkina O. M., Maevskaja M. V., Zharkova M. S., Grechishnikova V. S., Vinnickaja E. V., Deeva T. A., Zhigalova S. B., Ivashkin K. V., Malinovskaja Yu. O., Kicenko E. A., Manuk'jan G. V., Malov S. L., Nadinskaja M. Yu., Ostrovskaja A. S., Tihonov I. N., Fandeev E. E. Cirroz i fibroz pečeni. Federal'nye klinicheskie rekomendacii po vedeniju bol'nyh. M., 2025. 171 p. (In Russ.).
2. Petryaykin A. V., Smorchkova A. K., Sergunova K. A., Akhmad E. S., Semenov D. S., Kudryavtsev N. D., Blokhin I. A., Morozov S. P., Vladzimirskiy A. V., Maer R. Yu. Application of a modified Time-SLIP MRI sequence for visualization of

- cerebrospinal fluid movement in the cerebral aqueduct and cervical spinal canal. *Burdenko's Journal of Neurosurgery = Zhurnal voprosy neurokhirurgii imeni N. N. Burdenko*. 2019;83(6):67-74. (In Russ.).
<https://doi.org/10.17116/neiro20198306167>
3. Trufanov G. E., Fokin V. A., Asaturyan E. G., Efimtsev A. Yu., Shmedyk N. Yu., Mashchenko I. A., Chegina D. S., Aldatov R. Kh. Arterial spin labeling: clinical applications. *REJR*. 2019;9(4):129-147. (In Russ.).
<https://doi.org/10.21569/2222-7415-2019-9-4-129-147>
 4. Engelmann C., Tacke F. Decompensated liver cirrhosis and acute-on-chronic liver failure. *Der Gastroenterol*. 2020;15:22-33.
<https://doi.org/10.1007/s11377-019-00407-9>
 5. Ginès P., Krag A., Abraldes J. G., Solà E., Fabrellas N., Kamath P. S. Liver cirrhosis. *Lancet*. 2021;398:1359-76.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01374-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01374-X)
 6. Khanam A., Kotttilil S. Acute-on-chronic liver failure: pathophysiological mechanisms and management. *Front Med*. 2021;8:1-18.
<https://doi.org/10.3389/fmed.2021.752875>
 7. Kumar R., Mehta G., Jalan R. Acute-on-chronic liver failure. *Clin Med*. 2020;20:501-4.
<https://doi.org/10.7861/clinmed.2020-0631>
 8. Maiwall R., Kumar A., Pasupuleti S. S. R., Hidam A. K., Tevethia H., Kumar G., Sahney A., Mitra L. M., Sarin S. K. A randomized-controlled trial comparing 20% albumin to plasmalyte in patients with cirrhosis and sepsis-induced hypotension [ALPS trial]. *J. Hepatol*. 2022;77:670-82.
<https://doi.org/10.1016/j.jhep.2022.03.043>
 9. Mezzano G., Juanola A., Cardenas A., Mezey E., Hamilton J. P., Pose E., Graupera I., Ginès P., Solà E., Hernaez R. Global burden of disease: Acute-on-chronic liver failure, a systematic review and meta-analysis. *Gut*. 2022;71:148-55.
<https://doi.org/10.1136/gutjnl-2020-322161>
 10. Mubarak A. A., Awad G. E., Eltomey M. A., Dawoud M. A. E. Non-contrast MR portography using time-spatial labeling inversion pulse for diagnosis of portal vein pathology. *Egypt. J. Radiol. Nucl. Med*. 2019;50:40.
<https://doi.org/10.1186/s43055-019-0036-5>
 11. Nakae S., Murayama K., Adachi K., Kumai T., Abe M., Hirose Y. Novel Application of Time-Spatial Labeling Inversion Pulse Magnetic Resonance Imaging for Diagnosis of External Hydrocephalus. *World Neurosurgery*. 2018;109:197-201.
<https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.09.175>
 12. Ohtonari T., Nishihara N., Ota S., Tanaka A. Novel Assessment of Cerebrospinal Fluid Dynamics by Time-Spatial Labeling Inversion Pulse Magnetic Resonance Imaging in Patients with Chiari Malformation Type I. *World Neurosurgery*. 2018;112:e165-e171.
<https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.01.001>
 13. Takeuchi K., Ono A., Hashiguchi Y., Misawa H., Takahata T., Teramoto A., Nakahara S. Visualization of cerebrospinal fluid flow in syringomyelia through noninvasive magnetic resonance imaging with a time-spatial labeling inversion pulse (Time-SLIP). *The J. of Spinal Cord Medicine*. 2017;40(3):368-371.
<https://doi.org/10.1080/10790268.2016.1140391>
 14. Takizawa K., Matsumae M., Hayashi N., Hirayama A., Sano F., Yatsushiro S., Kuroda K. The Choroid Plexus of the Lateral Ventricle As the Origin of CSF Pulsation Is Questionable. *Neurologia Medico-Chirurgica*. 2018;58(1):23-31.
<https://doi.org/10.2176/nmc.oa.2017-0117>
 15. Vogg J., Maier-Stocker C., Munker S., Mehrl A., Schlosser S., Tews H. C., Gülow K., Müll-

ler M., Schmid S. Hepatic perfusion as a new predictor of prognosis and mortality in critical care patients with acute-on-chronic

liver failure. *Front. Med.* 2022;9:1008450. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.1008450>

Сведения об авторах / Information about the authors

Морозова Татьяна Геннадьевна, доктор медицинских наук, доцент, заведующая кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии с курсом ДПО ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Смоленск, Россия.

Вклад автора: формирование идеи, цели и написание текста, утверждение окончательного варианта статьи – принятие ответственности за все аспекты работы, целостность всех частей статьи и ее окончательный вариант.

Morozova Tat'jana Gennad'evna, M. D. Med., associate professor, Head of the Department of Radiation Diagnostics and Radiation Therapy with a course of additional professional education of Smolensk State Medical University of the Ministry of Healthcare of Russia, Smolensk, Russia.

Author's contribution: formation of an idea, goals and writing a text, approval of the final version of the publication – taking responsibility for all aspects of the work, the integrity of all parts of the article and its final version.

Ореховская Алина Геннадьевна, аспирант кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии с курсом ДПО ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Смоленск, Россия.

Вклад автора: сбор материала, статистическая обработка материала, работа с изображениями и подписанными надписями, поиск публикаций по теме, анализ литературы.

Orechovskaya Alina Gennad'evna, PhD-student in the Department of Radiation Diagnostics and Radiation Therapy with a course of additional professional education of Smolensk State Medical University of the Ministry of Healthcare of Russia, Smolensk, Russia.

Author's contribution: collections of material, calculation of statistical indicators, work with images and captions, search for publication on the topic, literature analysis.

Гельт Татьяна Давыдовна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии с курсом ДПО ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Смоленск, Россия.

Вклад автора: сбор материала, работа с изображениями и подписанными надписями, написание текста, поиск публикаций по теме, анализ литературы.

Gel't Tat'jana Davydovna, Ph. D. Med., associate professor of the Department of Radiation Diagnostics and Radiation Therapy with a course of additional professional education of Smolensk State Medical University of the Ministry of Healthcare of Russia, Smolensk, Russia.

Author's contribution: collections of material, work with images and captions, text writing, search for publication on the topic, literature analysis.

Статья поступила в редакцию 01.07.2025;
одобрена после рецензирования 10.08.2025;
принята к публикации 10.08.2025.

The article was submitted 01.07.2025;
approved after reviewing 10.08.2025;
accepted for publication 10.08.2025.