



ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Научная статья.
УДК 616-036.12
<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2022-3-39-50>

Применение бесконтрастной перфузии печени при магнитно-резонансной томографии у пациентов с диффузными заболеваниями печени

А. А. Телеш^{*, 1, 2}, Т. Г. Морозова^{1, 2}

¹ ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России

² ОГБУЗ «Клиническая больница № 1»

Реферат

Цель работы — оценить возможности применения бесконтрастной ASL-перфузии печени при МРТ у пациентов с диффузными заболеваниями печени (ДЗП). У группы пациентов с ДЗП были проанализированы результаты лабораторных исследований, данных ультразвукового исследования печени с доплеровским исследованием сосудов, МРТ органов брюшной полости с режимом бесконтрастной ASL-перфузии печени. В статье описаны возможности применения количественной оценки ASL-перфузии печени с целью прогнозирования клинической формы заболевания. Описаны возможности применения оценки ASL-перфузии для получения информации о типе печеночного кровотока и активности процесса по данным биохимического анализа крови. Установлено, что ASL-перфузию печени при МРТ для пациентов с ДЗП следует проводить при поступлении, в случае гипо-/гиперперфузии печени — через 1 месяц, в случае нормоперфузии — через 6 месяцев.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография, бесконтрастная магнитно-резонансная перфузия печени, диффузные заболевания печени.

Финансирование исследования и конфликт интересов

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.

* **Телеш Арина Александровна**, аспирант кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии с курсом ДПО ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России, врач-рентгенолог ОГБУЗ «Клиническая больница № 1».

Адрес: 214019, г. Смоленск, ул. Крупской, 28.

Тел.: +7 (952) 539-01-74. Электронная почта: arina.doc@yandex.ru

ORCID.org/0000-0003-0450-5148

Telesh Arina Aleksandrovna, PhD-student in Radiology Department of Smolensk State Medical University, Ministry of Healthcare of Russia, Radiologist of Radiology Department, Clinical Hospital 1.

Address: 28, ul. Krupskoj, 214019, Smolensk, Russia. Phone number: +7 (930) 304-71-68. E-mail: arina.doc@yandex.ru

ORCID.org/0000-0003-0450-5148

© А. А. Телеш, Т. Г. Морозова.

Мнения, изложенные в статье, принадлежат авторам рукописи. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

ORIGINAL ARTICLES

Scientific article.

Using Magnetic Resonance Liver Non-Contrast Perfusion in Patients with Diffuse Liver Diseases

A. A. Telesh^{*, 1, 2}, T. G. Morozova^{1, 2}

¹ Smolensk State Medical University, Ministry of Healthcare of Russia

² Clinical Hospital 1

Abstract

The aim of this work is to evaluate possibilities of MR liver non-contrast perfusion in patients with diffuse liver diseases (DLD). Laboratory data, results of ultrasound examination with doppler ultrasonography of liver vessels, results of MRI with non-contrast MR perfusion (ASL-perfusion) of the liver was estimated in a group of patients with DLD. Potentials of assessment of ASL liver perfusion for clinical form prediction are described in the article. Potentials of using the assessment of ASL liver perfusion for information about a liver blood flow type and process activity indicators by blood chemistry are also described. It was established, that ASL MR of the liver is recommended to use in patients with diffuse liver diseases who admitted to a hospital, then in 1 month (in case of hypo/hyperperfusion) or in 6 months (in case of normal perfusion).

Key words: Magnetic Resonance Imaging, Non-Contrast Magnetic Resonance Perfusion of the Liver, Diffuse Liver Diseases.

Research funding and conflict of interest

The study was not funded by any sources. 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).

Актуальность

Метод маркирования артериальных спинов (ASL) — методика МР-перфузии, не требующая внутривенного введения контрастного вещества, в основе которой лежит способность магнитно-резонансной томографии (МРТ) наносить магнитные «метки» на молекулы

воды в артериальной крови, выполняющие роль эндогенного маркера [5, 7].

В настоящее время описано применение ASL-перфузии для оценки церебрального кровотока с целью диагностики таких патологий, как сосудистые заболевания головного мозга, сосудистые

стые мальформации, опухоли (в том числе глиального ряда), деменция и когнитивные расстройства [1, 9].

ASL-перфузия печени – современная методика, которая изучается и разрабатывается в настоящее время: получены данные об эффективности применения ее в диагностическом алгоритме, а также при динамическом наблюдении пациентов с вирусными гепатитами [3]. Методика показала свою эффективность в прогнозировании развития фиброзных изменений в печени у пациентов с вирусными гепатитами, обострения хронического процесса по данным увеличения показателей объемного печеночного кровотока [3].

В настоящее время в мировой литературе нет данных о применении ASL-перфузии печени для диагностики и динамической оценки диффузных заболеваний печени алкогольной, лекарственной, смешанной (вирусной/алко-

гольной/лекарственной) этиологии. Для оценки возможностей и эффективности применения методики у пациентов с вышеуказанными патологическими состояниями необходимо сопоставить результаты качественной и количественной оценок ASL-перфузии печени у пациентов с ДЗП различного генеза, целесообразность проведения каждой из них при вариабельных этиологических формах.

Цель: оценить возможности применения бесконтрастной ASL-перфузии печени при МРТ у пациентов с диффузными заболеваниями печени.

Материалы и методы

На базе ОГБУЗ «Клиническая больница № 1» города Смоленска были обследованы 64 пациента в возрасте от $43,4 \pm 11,7$ года, среди них 39 (61 %) мужчин и 25 (39 %) женщин. Распределение этиологических форм ДЗП представлено в табл. 1.

Таблица 1

Структура этиологических форм ДЗП (n = 64)

Этиологическая форма ДЗП	Пол				Всего		Возраст, лет
	мужчины		женщины		абс.	%	
	абс.	%	абс.	%			
Алкогольная этиология (n = 11)	9	81,8	2	18,2	11	17,2	43,4 ± 11,7
Вирусная этиология (n = 14)	10	71,4	4	28,6	14	21,8	
Лекарственно-индуцированная этиология (n = 9)	3	33,3	6	66,7	9	14,2	
Смешанная этиология (n = 16)	9	56,3	7	43,7	16	25	
ДЗП в сочетании с НКВИ* (n = 14)	8	57,1	6	42,9	14	21,8	
Всего	39	61	25	39	64	100	

Примечание: * НКВИ – новая коронавирусная инфекция.

Необходимость разделения пациентов с ДЗП на группы была связана с тем, что скорость активации патогенетических механизмов, приводящих к необратимым последствиям (фиброз, цирроз, кровотечения, DRESS-синдром и т. д.), при каждой из представленных форм разная: при алкогольном повреждении ацетальдегид играет основную роль в нарушении функции печени, предварительно запуская реакцию перекисного окисления липидов, не вызывая каких-либо изменений в биохимическом анализе крови и коагулограмме длительное время; при вирусных гепатитах вирус непосредственно или иммуноопосредованно повреждает гепатоциты, реплицируясь в кровеносном русле, а затем в самих клетках; при лекарственно-индуцированном повреждении осуществляется токсическое влияние препарата или его метаболитов, иногда запускается и иммунологическая реакция; НКВИ воздействует на паренхиму печени и тоже имеет свои особенности воздействия на печень при развитии и/или прогрессировании ДЗП [8].

Проведен следующий комплекс обследования пациентов: биохимический анализ крови, коагулограмма, ультразвуковое исследование органов брюшной полости с доплеровским исследованием сосудов, МРТ органов брюшной полости с режимом бесконтрастной ASL-перфузии печени. Перед началом исследований было получено письменное информированное добровольное согласие на проведение диагностических манипуляций.

Ультразвуковое исследование печени дополнительно включало оценку кинетического типа кровотока в печени, которая оценивалась путем измерения пиковой систолической скорости кровотока (PSV) в воротной вене с помощью

импульсной доплерографии, а также оценки диаметра воротной вены.

МР-протокол исследования печени включал стандартные импульсные последовательности (T1, T2, DWI) и был дополнен режимом 3D ASL. МРТ с включением методики бесконтрастной ASL-перфузии печени проводилось на аппарате Toshiba Titan с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл. Параметры импульсной последовательности 3D ASL: толщина среза = 5 мм, межсрезовый интервал = 3 мм, количество срезов = 26–30, FOV = 24–43 см, TR = 6,2 м/с, TE = 2,4 м/с, матрица = 64 x 64. Постпроцессинговая обработка изображений проводилась в программе M-Power 4.0 с использованием функций Calculation и Fusion.

Оценивался тип картирования (качественная оценка ASL-перфузии печени) при постпроцессинговой обработке. При разработке методологии для количественной оценки ASL-перфузии печени только у 17 (26,6 %) человек исследуемой группы удалось для получения количественной характеристики выбрать «зоной интереса» печеночную артерию, что было связано с анатомическими особенностями хода и получения среза, когда при получении взвешенных изображений (ВИ) при МРТ печеночная артерия визуализировалась недостаточно четко. У 47 (73,4 %) пациентов «зоны интереса» были представлены: маркировка всей структуры печени в аксиальном срезе, ниже диафрагмы, с целью избежания эффекта передаваемых дыхательных движений, обязательная визуализация правой и левой долей печени и маркировка среза воротной вены. Затем для исключения параметров венозного притока крови рассчитывали разницу показателей «ASL-перфузия в паренхиме печени (PBF) — ASL-перфузия в воротной вене

(VBF) = ASL-перфузия артериального кровотока в печени (ArBF)».

Группа сравнения была представлена пациентами ($n = 24$) без ДЗП в анамнезе и по данным клинико-лабораторных методов исследования. На рис. 1 представлена методология проведения МРТ печени с использованием метода бесконтрастной ASL-перфузии.

Статистическая обработка результатов осуществлялась с помощью пакета программ Statistica 8.0. Оценивалась взаимосвязь между количественными показателями ASL-перфузии печени при разных этиологических формах ДЗП при помощи вычисления коэффициента корреляции Спирмена. При групповом анализе по значениям ко-

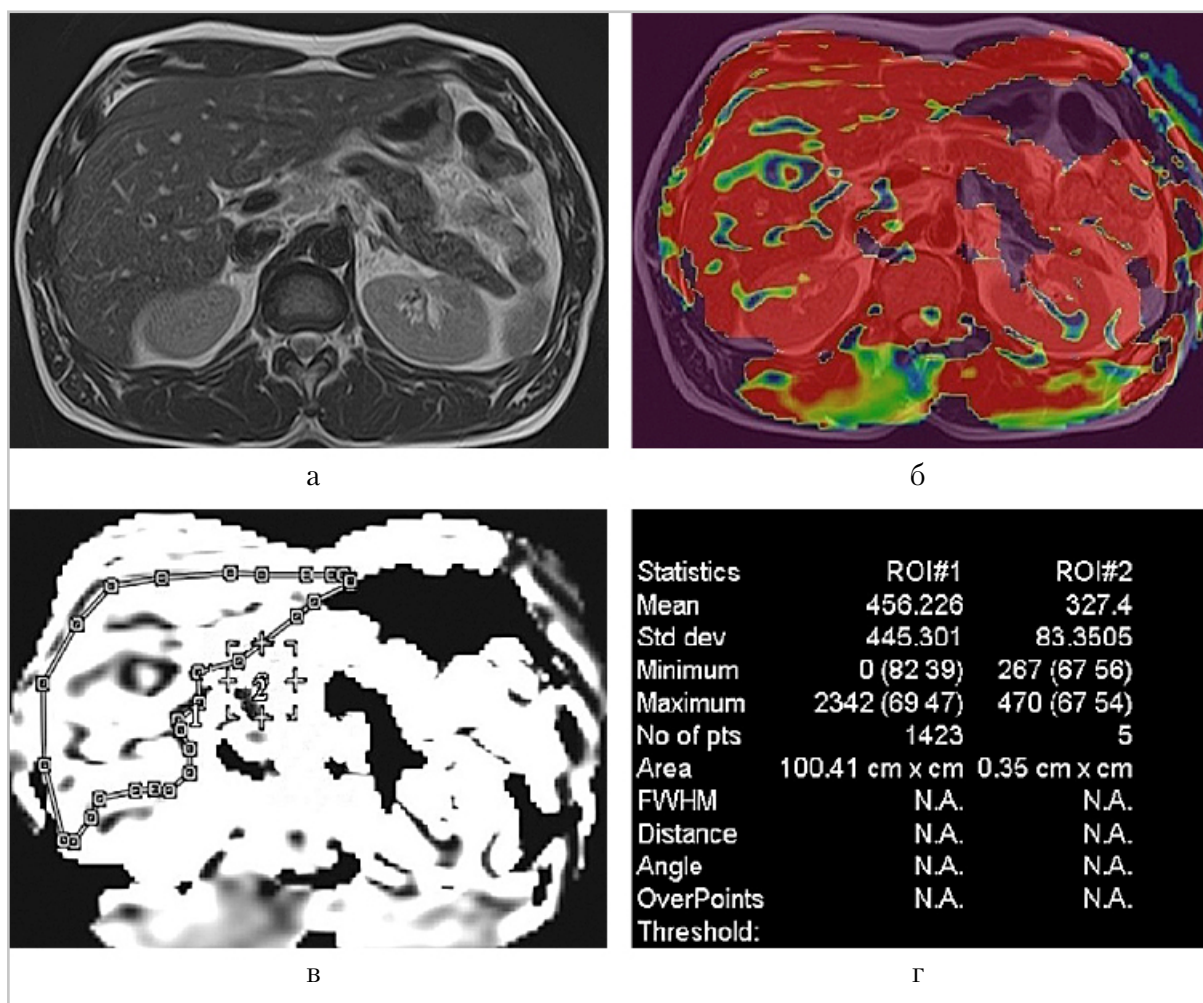


Рис. 1. МР-томограммы пациента с хроническим вирусным гепатитом С в стадии обострения. МР-изображение в режиме Т2-ВИ (а), цветная перфузионная карта (красное картирование — гиперперфузия) (б), получение количественной характеристики ASL-перфузии в серой шкале с маркировкой зон интереса (печень, воротная вена) (в), количественная карта ASL-перфузии печени с количественными показателями перфузии паренхимы печени (ROI # 1), перфузии в воротной вене (ROI # 2), где строка Mean содержит основные числовые показатели, используемые для вычислений, остальные строки отражают вариацию количественного показателя перфузии и пространственные характеристики зоны интереса (г)

личественного признака применялся U-критерий Манна — Уитни. Полученные результаты являлись статистически значимыми при значениях $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

По результатам проведенных клинко-лабораторных, лучевых методов исследования пациенты были распределены в соответствии с клиническими формами ДЗП при каждой этиологии. Распределение выборки на группы представлено в табл. 2.

Представленное распределение пациентов по клиническим формам ДЗП было обусловлено особенностями изменений в паренхиме печени по данным гистологического исследования ($n = 7$) и эластографическими результатами ($n = 64$).

При анализе результатов МРТ печени были выявлены следующие изменения: гепатомегалия ($n = 50$), снижение интенсивности МР-сигнала на T1-ВИ в opposite phase ($n = 34$), умеренно выраженный отек паренхимы печени и перипортальной жировой клетчатки, про-

являвшийся несколько повышенным сигналом на T2-ВИ ($n = 32$), регионарная лимфаденопатия ($n = 30$), перераспределение объема паренхимы печени с гипертрофией хвостатой и левой доли и уменьшением правой доли ($n = 26$). У пациентов с вирусными гепатитами и смешанным генезом ДЗП чаще, чем в других группах, встречался отек паренхимы печени и перипортальной жировой клетчатки, что, вероятно, было связано с обострением воспалительного процесса. Перераспределение объема паренхимы печени чаще встречалось у пациентов с алкогольной и смешанной этиологией ДЗП. Сравнительные результаты МРТ печени у пациентов с ДЗП различной этиологии представлены на рис. 2.

ASL-перфузия печени при МРТ 57 (89,1 %) больным проводилась при поступлении, через 15 дней, 1, 3 и 6 месяцев. Для 7 (10,9 %) пациентов с ДЗП в сочетании с НКВИ исследование проводилось после выписки из стационара в вышеуказанные сроки. Результаты количественной и качественной оценки

Таблица 2

Распределение пациентов с ДЗП в соответствии с клиническими формами ($n = 64$)

Клиническая форма ДЗП	Этиология ДЗП печени (абс., %)					Всего
	Алко- гольная ($n = 11$)	Вирус- ная ($n = 14$)	Лекар- ственно- индуци- рованная ($n = 9$)	Смешан- ная ($n = 16$)	ДЗП в соче- тании с НКВИ ($n = 14$)	
Стеатоз ($n = 11$)	4 36,3 %	1 7,2 %	1 11,1 %	3 8,7 %	2 14,3 %	11 17,2 %
Гепатит/ стеатогепатит ($n = 45$)	5 45,5 %	10 71,4 %	8 88,9 %	12 75 %	10 71,4 %	45 70,3 %
Цирроз ($n = 8$)	2 18,2 %	3 21,4 %	—	1 6,3 %	2 14,3 %	8 12,5 %
Всего ($n = 64$)	11 17,2 %	14 21,8 %	9 14,2 %	16 25 %	14 21,8 %	64 100 %

ASL-перфузии печени при первичной МРТ (через 15 дней после выписки) у пациентов с ДЗП различной этиологии представлены в табл. 3.

При сопоставлении качественной характеристики перфузии с результатами доплеровского исследования органов брюшной полости была установлена высокая корреляционная связь с кинетическими особенностями кровотока. Для пациентов с циррозом алкогольной, вирусной, смешанной этиологии нормоперфузия по данным ASL-перфузии печени при МРТ коррелировала с нормокинетическим типом при УЗИ ($r = 0,92$), гиперперфузия — с гипокинетическим типом ($r = 0,85$), гипоперфузия — с гиперкинетическим типом ($r = 0,88$). Сравнительные результаты качественной характеристики перфузии печени при МРТ с кинетическими особенностями кровотока по данным УЗИ представлены на рис. 3.

Следует отметить, что при поступлении корреляция составила $r = 0,71$, а при динамическом наблюдении корреляционная связь увеличилась, наблюдались изменения скоростных показателей ASL-перфузии печени, следовательно, полученные результаты необходимо рассматривать в качестве прогностического критерия изменений артериального и венозного кровотока. Наиболее сильные корреляционные связи показателей ASL-перфузии печени при МРТ и данных доплеровского исследования сосудов при УЗИ наблюдались на 1-м и 6-м месяце динамического наблюдения, тогда как на 3-м месяце не было отмечено значимой динамики показателей по сравнению с данными предыдущего перфузионного исследования. При гепатите/стеатогепатите и стеатозе гиперперфузия (красное окрашивание) коррелировала с активностью процесса по данным биохимического анализа крови ($r = 0,82$).

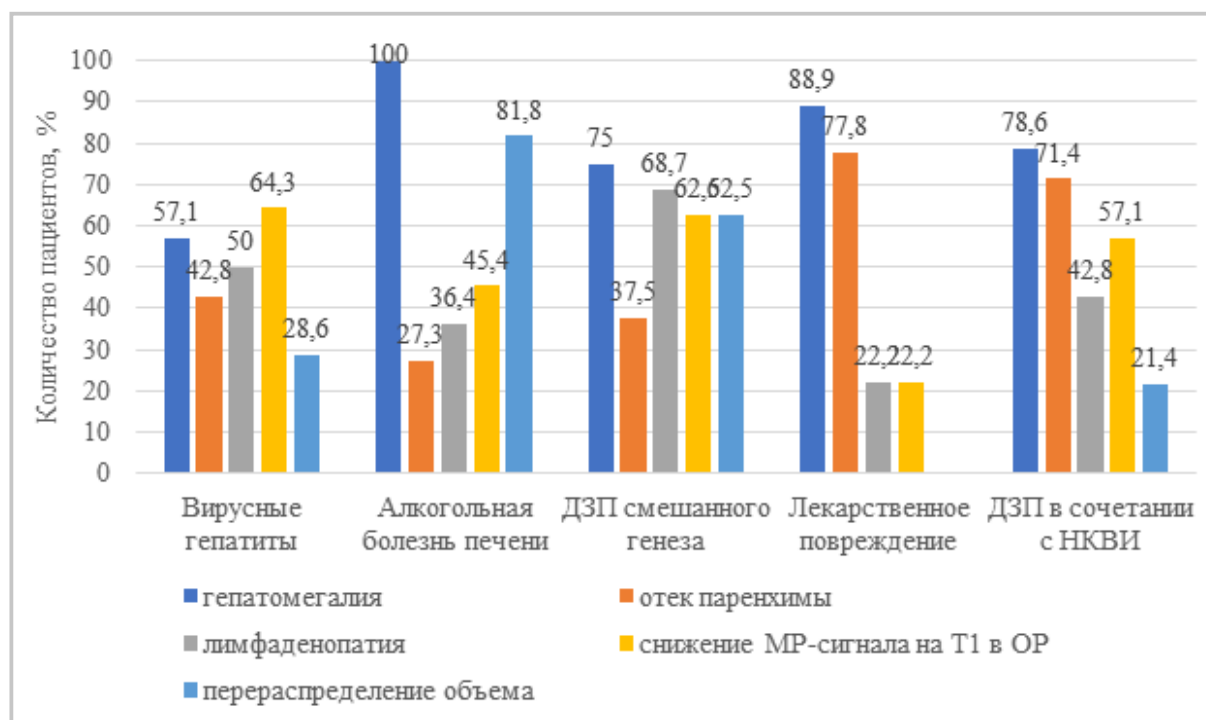


Рис. 2. Результаты МРТ печени у пациентов с ДЗП различной этиологии ($n = 64$)

Таблица 3

Результаты количественной и качественной оценки ASL-перфузии печени при проведении МРТ через 15 дней после выписки из стационара у пациентов с ДЗП различной этиологии в зависимости от клинической формы (n = 64)

Клинические формы ДЗП	Количественная (мл/100г/мин) оценка ASL-перфузии печени при МРТ*					Группа сравнения (n = 24)
	Алкогольная (n = 11)	Вирусная (n = 14)	Лекарственно-индуцированная (n = 9)	Смешанная (n = 16)	Ассоциированные с НКВИ (n = 14)	
Стеатоз (n = 11)	132,8 ± 4,1	134,2 ± 9,4	139,0 ± 1,8	123,2 ± 5,7	170,2 ± 9,6	145,2 ± 4,9
Гепатит/стеатогепатит (n = 45)	128,5 ± 2,6	109,4 ± 10,2	135,1 ± 2,6	111,5 ± 2,6	222,9 ± 11,4	
Цирроз (n = 8)	115,4 ± 3,8	94,3 ± 6,8	—	103,4 ± 2,1	201,6 ± 13,2	
Клинические формы ДЗП	Качественная цветовая оценка ASL-перфузии печени при МРТ					Группа сравнения (n = 24) **
	Алкогольная (n = 11)	Вирусная (n = 14)	Лекарственно-индуцированная (n = 9)	Смешанная (n = 16)	Ассоциированные с НКВИ (n = 14)	
Стеатоз (n = 11)	нормо-перфузия	нормо-перфузия	гипо-перфузия	гипер-/гипо-перфузия	гипер-перфузия	нормо-перфузия
Гепатит/стеатогепатит (n = 45)	гипер-/нормо-перфузия	гипер-перфузия	гипо-перфузия	нормо-перфузия	гипер-перфузия	
Цирроз (n = 8)	гипо-/гипер-перфузия	гипо-перфузия/нормо-перфузия	—	гипо-/гипер-перфузия	гипер-перфузия	

Примечание: * p < 0,05; ** p < 0,01.

По результатам проведенного исследования в данной группе пациентов гипоперфузия (преобладание синего окрашивания) отмечалась в 100 % случаев у пациентов с лекарственно-индуцированным поражением печени и не зависела от активности процесса по данным био-

химического анализа крови (r = 0,71). Качественная характеристика перфузии у этой группы пациентов подвергалась изменению уже через 1 месяц наблюдения и приближалась к зеленому типу картирования. Таким образом, в качестве референтных значений ASL-перфузии

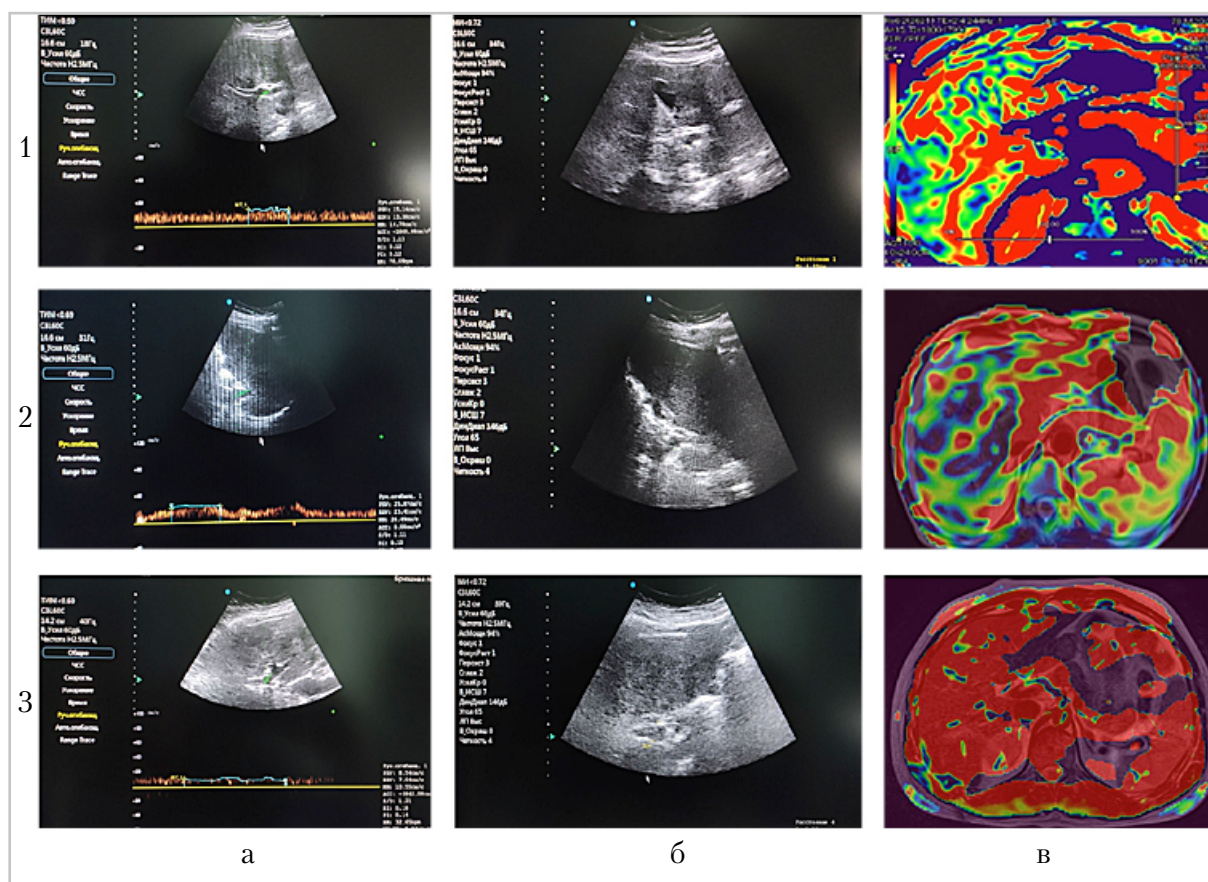


Рис. 3. Ультразвуковые сканы с оценкой скоростных показателей кровотока в воротной вене (столбец а) и диаметра воротной вены (столбец б) и МР-томограммы с цветной перфузионной картой (столбец в) пациентов с ДЗП. Пациент с алкогольной болезнью печени с исходом в цирроз (строка 1): нормокинетический тип кровотока по данным УЗИ (PSV в воротной вене = 15,14 см/с, диаметр v. portae = 1,25 см), нормоперфузия по данным ASL (зеленый/синий тип окрашивания с единичными включениями красного). Пациент с вирусным гепатитом С с исходом в цирроз печени (строка 2): гиперкинетический тип кровотока по данным УЗИ (PSV в воротной вене = 25,87 см/с, диаметр v. portae = 1,43 см), гипоперфузия по данным ASL (преимущественно синий тип окрашивания). Пациент с циррозом смешанной этиологии (строка 3): гипокинетический тип кровотока по данным УЗИ (PSV в воротной вене = 8,54 см/с, диаметр v. portae = 1,5 см), гиперперфузия по данным ASL (преимущественно красный тип окрашивания)

печени использовали показатели $145,2 \pm 4,9$ мл/100г/мин, преобладание зеленого с единичными мельчайшими сигналами синего и красного цвета для качественной характеристики (нормоперфузия).

У всех пациентов с НКВИ отмечались гиперперфузия печени и высокие количественные показатели

ASL-перфузии печени: отмечена корреляционная связь с нарушением показателей коагулограммы у всех больных ($n = 14$). Стоит также отметить отсутствие значимых изменений показателей ASL-перфузии печени при сравнении данных, полученных через 1 и 3 месяца после выписки из стационара, тогда

как через 6 месяцев наблюдалась существенная положительная динамика как данных показателей, так и показателей коагулограммы. При ДЗП алкогольного, вирусного, смешанного генеза только у 2 (3,1 %) пациентов были отмечены нарушения в коагулограмме.

При динамическом наблюдении за пациентами было отмечено, что при положительной динамике в биохимическом анализе крови количественные показатели увеличивались при алкогольном, вирусном, лекарственном, смешанном поражениях печени ($r = 0,81$), уменьшались в группе пациентов с ДЗП и НКВИ ($r = 0,87$).

Были рекомендованы следующие сроки динамического наблюдения за пациентами с ДЗП различной этиологии с использованием ASL-перфузии печени: при поступлении, в случае гипо-/гиперперфузии печени через 1 мес, нормоперфузии — через 6 месяцев.

По данным ряда авторов, преимущество ASL-перфузии при МРТ состоит в применении методики для пациентов с патологией головного мозга [1, 5, 9]. Однако мы считаем нужным оценить возможность использования данной последовательности при патологии других органов и систем, так как многие нозологические формы в своем развитии сопряжены с нарушениями в микроциркуляторном русле. В нашем исследовании отмечены возможности ASL-перфузии печени при всех этиологических формах ДЗП, которые, как известно, занимают одну из лидирующих позиций в структуре патологии органов пищеварения [6].

Применение технологии КТ-перфузии печени описано в качестве полезного дополнения в диагностике очаговых патологических образований печени, для оценки гемодинамики при разви-

тии цирроза печени [2, 4]. Необходимо помнить, что КТ-перфузия сопряжена с лучевой нагрузкой, требует использования контрастного препарата. В своем исследовании мы постарались отразить возможности количественной и качественной оценки бесконтрастной ASL-перфузии печени при МРТ не только в диагностике ДЗП, но и при прогнозировании этиологической и клинико-лабораторной составляющих.

Выводы

Выявлено, что применение количественной оценки ASL-перфузии печени при МРТ может быть показано для пациентов с ДЗП с целью прогнозирования клинической формы заболевания ($p < 0,05$). Установлено, что для пациентов с циррозом алкогольной, вирусной, смешанной этиологии нормоперфузия по данным качественной оценки ASL-перфузии печени при МРТ коррелировала с нормокинетическим типом при УЗИ ($r = 0,92$), гиперперфузия — с гиперкинетическим типом ($r = 0,85$), гипоперфузия — с гипокинетическим типом ($r = 0,88$). Также отмечено, что при гепатите/стеатогепатите и стеатозе гиперперфузия коррелировала с активностью процесса по данным биохимического анализа крови ($r = 0,82$). На основании анализа полученных данных установлено, что качественную и количественную оценку ASL-перфузии печени при МРТ для пациентов с ДЗП следует проводить при поступлении, далее, в случае гипо-/гиперперфузии печени, через 1 мес, в случае нормоперфузии — через 6 мес.

Список литературы

1. Баталов А. И., Захарова Н. Е., Погосбекян Э. Л., Фадеева Л. М., Горяйнов С. А., Баев А. А., Шульц Е. И., Челушкин Д. М.,

- Потапов А. А., Пронин И. Н. Бесконтрастная ASL-перфузия в предоперационной диагностике супратенториальных глиом // Вопросы нейрохирургии имени Н. Н. Бурденко. 2018. Т. 82. № 6. С. 15–22.
2. Малаханов В. А., Селиверстов П. В. Диагностика гемодинамических изменений печени в условиях билиарной гипертензии с помощью перфузионной компьютерной томографии // Acta Biomedica Scientifica. 2017. № 6. С. 137–141.
 3. Морозова Т. Г., Симакина Е. Н., Гельт Т. Д. Основные критерии ASL-перфузии печени при вирусных гепатитах // Медицинская визуализация. 2021. Т. 25. № 1. С. 73–79.
 4. Сташук Г. А., Мойсюк Я. Г., Смирнова Д. Я., Сумцова О. В. КТ-перфузия печени как неинвазивный метод оценки гемодинамики печеночной паренхимы у пациентов с фиброзом и циррозом в исходе хронического вирусного гепатита С // Вестник рентгенологии и радиологии. 2021. Т. 102. № 6. С. 359–368.
 5. Труфанов Г. Е., Фокин В. А., Асатурян Е. Г., Ефимцев А. Ю., Шмедьк Н. Ю., Мащенко И. А., Чегина Д. С., Алдатов Р. Х. Методика артериального спинового маркирования: клиническое применение // Российский электронный журнал лучевой диагностики. 2019. Т. 9. № 4. С. 129–147.
 6. Чуланов В. П., Исаков В. А., Жданов К. В., Бакулин И. Г., Бурневич Э. З., Латарска-Смуга Д. Промежуточные результаты международного многоцентрового проспективного наблюдательного исследования «MOSAIC» по оценке эпидемиологии, субъективных и экономических исходов лечения хронического гепатита С // Инфекционные болезни. 2018. Т. 1. № 16. С. 5–14.
 7. Ho M. L. Arterial spin labeling: Clinical applications. J. Neuroradiol. 2018. V. 45. No. 5. P. 276–289.
 8. Lee I. C., Huo T. I., Huang Y. H. Gastrointestinal and Liver Manifestations in Patients with COVID-19. J. Chin. Med. Assoc. 2020. V. 83. No. 6. P. 521–523.
 9. Zhang N., Gordon M. L., Goldberg T. E. Cerebral blood flow measured by arterial spin labeling MRI at resting state in normal aging and Alzheimer's disease. Neuroscience and biobehavioral reviews. 2017. V. 72. P. 168–175.

References

1. Batalov A. I., Zaharova N. E., Pogosbekjan E. L., Fadeeva L. M., Goryaynov S. A., Baev A. A., Shul'ts E. I., Chelushkin D. M., Potapov A. A., Pronin I. N. Non-contrast ASL Perfusion in Preoperative Diagnosis of Supratentorial Gliomas. Problems of neurosurgery named after N. N. Burdenko. 2018. V. 82. No. 6. P. 15–22 (in Russian).
2. Malahanov V. A., Selivjorstov P. V. Diagnosis of Hemodynamic Changes of the Liver in Conditions of Biliary Hypertension with Perfusion Computed Tomography. Acta Biomedica Scientifica. 2017. No 6. P. 137–141 (in Russian).
3. Morozova T. G., Simakina E. N., Gelt T. D. The Main Criteria for ASL-Perfusion of the Liver in Viral Hepatitis. Medical Visualization. 2021. V. 25. No. 1. P. 73–79 (in Russian).
4. Stashuk G. A., Moysyuk Y. G., Smirnova D. Y., Sumtsova O. V. Liver CT Perfusion Imaging as a Non-Invasive Method for Assessing Hemodynamics of the Hepatic Parenchyma in Patients with Fibrosis and Cirrhosis as a Result of Chronic Viral Hepatitis C. Journal of radiology and nuclear medicine. 2021. V. 102. No. 6. P. 359–368 (in Russian).

5. *Trufanov G. E., Fokin V. A., Asaturyan E. G., Efimtsev A. Yu., Shmedyk N. Yu., Mashchenko I. A., Chagina D. S., Aldatov R. Kh.* Arterial Spin Labeling: Clinical Applications. Russian electronic Journal of radiation diagnostics. 2019. V. 9. No. 4. P. 129–147 (in Russian).
6. *Chulanov V. P., Isakov V. A., Zhdanov K. V., Bakulin I. G., Burnevich E. Z., Lartarska-Smuga D.* Interim results of the International Multicenter Prospective Observational Study to Evaluate the Epidemiology, Humanistic and Economic Outcomes of Treatment for Chronic Hepatitis C Virus (HCV) (MOSAIC). Infectious diseases. 2018. V. 16. No. 1. P. 5–14 (In Russian).
7. *Ho M. L.* Arterial spin labeling: Clinical applications. J. Neuroradiol. 2018. V. 45. No. (5). P. 276–289.
8. *Lee I. C., Huo T. I., Huang Y. H.* Gastrointestinal and Liver Manifestations in Patients with COVID-19. J. Chin. Med. Assoc. 2020. V. 83. No. (6). P. 521–523.
9. *Zhang N., Gordon M. L., Goldberg T. E.* Cerebral blood flow measured by arterial spin labeling MRI at resting state in normal aging and Alzheimer's disease. Neuroscience and biobehavioral reviews. 2017. V. 72. P. 168–175.

Сведения об авторах

Телеш Арина Александровна, аспирант кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии с курсом ДПО ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России, врач-рентгенолог ОГБУЗ «Клиническая больница № 1».

Адрес: 214019, г. Смоленск, ул. Крупской, 28.

Тел.: +7 (952) 539-01-74. Электронная почта: arina.doc@yandex.ru. ORCID.org/0000-0003-0450-5148

Вклад автора: разработка концепции — формирование идеи, цели и написание текста.

Telesh Arina Aleksandrovna, PhD-student in Radiology Department of Smolensk State Medical University, Ministry of Healthcare of Russia, Radiologist of Radiology Department, Clinical Hospital 1.

Address: 28, ul. Krupskoj, 214019, Smolensk, Russia.

Phone number: +7 (930) 304-71-68. E-mail: arina.doc@yandex.ru. ORCID.org/0000-0003-0450-5148

Author's contribution: concept development — formation of an idea, goals and writing a text.

Морозова Татьяна Геннадьевна, доктор медицинских наук, заведующая кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии с курсом ДПО, старший научный сотрудник Проблемной научно-исследовательской лаборатории «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии», врач-рентгенолог ОГБУЗ «Клиническая больница № 1».

Адрес: 214019, г. Смоленск, ул. Крупской, 28.

Тел.: +7 (930) 304-71-68. Электронная почта: t.g.morozova@yandex.ru. ORCID.org/0000-0003-4983-5300

Вклад автора: утверждение окончательного варианта публикации — принятие ответственности за все аспекты работы, целостность всех частей статьи и ее окончательный вариант.

Morozova Tat'jana Gennad'evna, M. D. Med., Head of Radiology Department of Smolensk State Medical University, Ministry of Healthcare of Russia, Radiologist of Radiology Department, Clinical Hospital 1.

Address: 28, ul. Krupskoj, 214019, Smolensk, Russia.

Phone number: +7 (930) 304-71-68. E-mail: t.g.morozova@yandex.ru. ORCID.org/0000-0003-4983-5300

Author's contribution: 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.

Дата поступления статьи в редакцию издания: 11.04.2022

Дата одобрения после рецензирования: 30.04.2022

Дата принятия статьи к публикации: 05.05.2022