



ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)

<https://doi.org/10.24835/1607-0763-1419>

Бесконтрастная ASL-перфузия в алгоритме ведения пациентов с диффузными заболеваниями печени: новые критерии диагностики

Телеш А.А.^{1,3*}, Морозова Т.Г.^{1,2}

¹ ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России; 214019 Смоленск, ул. Крупской, 28, Российская Федерация

² ОГБУЗ «Клиническая больница № 1»; 214006 Смоленск, ул. Фрунзе, д. 40, Российская Федерация

³ ФГБУ «ГВКГ им. Н.Н. Бурденко» Минобороны России; 105094 Москва, Госпитальная пл., д. 3, Российская Федерация

Цель исследования: определить новые возможности применения бесконтрастной ASL-перфузии в алгоритме ведения пациентов с диффузными заболеваниями печени (ДЗП).

Материал и методы. У группы пациентов с ДЗП различной этиологии ($n = 152$) были проанализированы результаты клиничко-лабораторного обследования, данных МРТ органов брюшной полости с режимом бесконтрастной ASL-перфузии печени (томограф Vantage Titan 1,5 Тл) за 3 года динамического наблюдения.

Результаты. В статье описаны возможности и результаты применения ASL-перфузии печени у пациентов с ДЗП различной этиологии и степени тяжести, в том числе при осложненном течении заболевания. Установлено, что методика ASL-перфузии печени позволяет проводить дифференциальную диагностику таких клинических форм ДЗП, как гепатит и цирроз ($p < 0,01$), выявлять риск неблагоприятного течения ДЗП ($p < 0,01$), а также в ряде случаев развития осложнений (печеночной энцефалопатии, сиалоаденитов). Была разработана тактика включения бесконтрастной ASL-перфузии в алгоритм ведения пациентов с ДЗП.

Заключение. ASL-перфузии печени является перспективным для изучения и применения методом диагностики и динамического наблюдения пациентов с ДЗП различной этиологии.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография; бесконтрастная ASL-перфузия печени; диффузные заболевания печени; диагностический алгоритм

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Для цитирования: Телеш А.А., Морозова Т.Г. Бесконтрастная ASL-перфузия в алгоритме ведения пациентов с диффузными заболеваниями печени: новые критерии диагностики. *Медицинская визуализация*. 2024; 28 (3): 136–145. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1419>

Поступила в редакцию: 14.11.2023.

Принята к печати: 07.02.2024.

Опубликована online: 15.05.2024.

Liver non-contrast perfusion in diffuse liver diseases diagnostic algorithm: the new diagnostic criteria

Arina A. Telesh^{1,3*}, Tat'jana G. Morozova^{1,2}

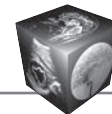
¹ Smolensk State Medical University; 28, Krupskoy str., Smolensk 214019, Russian Federation

² Clinical Hospital No 1; 40, Frunze str., Smolensk 214006, Russian Federation

³ Main Military Clinical Hospital named after academician N.N. Burdenko Russian Defense Ministry; 3, Gospitalnaya sq., Moscow 105094, Russian Federation

Purpose: to define the optimal criteria for contrast-free ASL perfusion using for the management of diffuse liver diseases (DLD).

Material and methods. Clinical and laboratory data, results of MRI with non-contrast MR perfusion (ASL-perfusion) of the liver (MRI machine Vantage Titan 1,5T) were estimated in a group of patients with different types of DLD ($n = 152$, three-year research).



Results. Potentials liver ASL perfusion using for patients with DLD (including complicated cases) are described in the article. It was established that ASL liver perfusion is useful for DLD clinical forms differential diagnosis (hepatitis/cirrhosis, $p < 0.01$), assess the risk of of DLD aggravation ($p < 0.01$), as well as, in some cases, the development of complications (hepatic encephalopathy, sialoadenitis). The strategy of contrast-free MR perfusion using in patients with DLD management algorithm was developed.

Conclusion. Liver ASL perfusion is a promising for the study and application method for the management of patients with different types of DLD.

Keywords: magnetic resonance imaging; non-contrast magnetic resonance perfusion of the liver; diffuse liver diseases; diagnostic algorithm

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

For citation: Telesh A.A., Morozova T.G. Liver non-contrast perfusion in diffuse liver diseases diagnostic algorithm: the new diagnostic criteria. *Medical Visualization*. 2024; 28 (3): 136–145. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1419>

Received: 14.11.2023.

Accepted for publication: 07.02.2024.

Published online: 15.05.2024.

Введение

Диффузные заболевания печени (ДЗП) представляют собой достаточно широкий спектр патологических состояний, различающихся по этиологии, клинической форме, степени тяжести, наличию осложнений. Вместе с тем лучевое обследование является необходимой частью диагностического процесса как при постановке диагноза ДЗП, так и при дальнейшем динамическом наблюдении пациента [1, 2].

Бесконтрастная ASL-перфузия является одной из методик магнитно-резонансной томографии (МРТ), которая в настоящий период времени активно изучается, в том числе в контексте возможностей ее применения у пациентов с ДЗП [3–5]. Опубликованные работы свидетельствуют об эффективности ASL-перфузии печени в прогнозировании осложненного течения вирусных гепатитов [3]. Необходимо учитывать, что ASL-перфузия обладает рядом преимуществ: отсутствие лучевой нагрузки, необходимости внутривенного введения контрастного вещества [3–5]. Существуют, однако, некоторые особенности подготовки пациентов к исследованию, невыполнение которых может

привести к искажению полученных результатов [3–5]. Возможности методики в визуализации перфузионных нарушений печени обуславливают необходимость разработки рекомендаций по включению ASL-перфузии в диагностический алгоритм обследования пациентов с ДЗП различной этиологии в зависимости от клинической формы и особенностей течения.

Цель исследования: определить эффективные критерии применения бесконтрастной ASL-перфузии в алгоритме ведения пациентов с ДЗП.

Материал и методы

Был проведен анализ результатов трехлетнего опыта применения метода бесконтрастной ASL-перфузии у пациентов с ДЗП, находившихся на лечении в инфекционном, гепатологическом и гастроэнтерологическом отделениях на базе ОГБУЗ “Клиническая больница №1” Смоленска ($n = 152$). Пациенты с ДЗП были распределены по этиологическим формам, остроте процесса, степени тяжести и активности заболевания. Распределение пациентов по этиологическим формам и особенностям течения ДЗП представлено в табл. 1.

Таблица 1. Распределение пациентов по этиологическим формам и особенностям течения ДЗП

Table 1. Patients distribution according to etiological forms and features of the course of DLD

Вариант течения DLD type	Этиологическая форма ДЗП, абс. (%) Etiology of DLD, n (%)					
	алкогольная alcohol (n = 28)	вирусная viral (n = 36)	лекарственная drug (n = 9)	аутоиммунная autoimmune (n = 5)	смешанная mixed (n = 20)	ДЗП + НКВИ DLD + COVID-19 (n = 54)
Острое Acute (n = 26)	4 (2,6%)	6 (4%)	4 (2,6%)	1 (0,7%)	3 (2%)	8 (5,2%)
Хроническое Chronic (n = 126)	24 (16%)	30 (20%)	5 (3,2%)	4 (2,6%)	17 (11,1%)	46 (30%)



Хронические формы ДЗП были у 126 (82,9%) пациентов исследуемой группы; в группу вошло 102 (67%) мужчины и 50 (33%) женщин. В обязательный диагностический минимум обследования пациентов входили: ультразвуковое исследование (УЗИ) органов брюшной полости (аппарат VINNO 8), MPT (Vantage Titan 1,5 Тл) органов брюшной полости с включением в МР-протокол бесконтрастной ASL-перфузии печени.

Карты печеночного кровотока были получены при обработке данных последовательности 3D-ASL, которая проводилась со следующими параметрами: толщина среза 5 мм, межсрезовой интервал 3 мм, количество срезов 26–30, FOV 24–43 см, TR 6,2 м/с, TE 2,4 м/с, матрица 64 × 64. Длительность сканирования составляла в среднем 15 мин. Алгоритм оценки результатов бесконтрастной ASL-перфузии включал количественную оценку показателя объемного печеночного кровотока (Hepatic blood flow – HBF, мл/100 г/мин), качественную оценку перфузионной карты.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программного обеспечения Jamovi 2.3.21. Для корреляционного анализа использовался коэффициент корреляции Спирмена, групповое сравнение проводилось с использованием метода Манна–Уитни, χ^2 .

Результаты

На первом этапе возник вопрос о разработке показаний к первичному назначению ASL-перфузии печени пациентам с ДЗП. Необходимо было изучить возможности метода в дифференциальной диагностике этиологических и клинических форм ДЗП. Для каждой изучаемой клинической формы ДЗП различной этиологии были сопоставлены результаты количественной (HBF, мл/100 г/мин) и качественной оценки бесконтрастной ASL-перфузии печени при поступлении или в течение первых трех дней пребывания в стационаре (табл. 2).

На основании анализа результатов бесконтрастной ASL-перфузии у пациентов с различными формами ДЗП, а также у здоровых добровольцев для унификации были приняты следующие обозначения для ASL-карт печени: карты мозаичного и зеленого характера – нормоперфузия, “синего” паттерна – гипоперфузия, “красного” – гиперперфузия. Необходимо отметить, что наличие у пациента перфузионной карты того или иного типа как изолированный факт не отражает наличие или отсутствие нарушений кровотока печени, а лишь позволяет в определенной степени судить о преобладающей тенденции в перфузии органа. Так, карты “нормоперфузии” встречаются у паци-

ентов с гепатитами (в 32% наших наблюдений) и с циррозами (7% наблюдений). Однако разделение по преобладающему типу картирования показало себя удобным в практической работе для первичной визуальной оценки перфузионной карты печени (рис. 1).

В клинической практике важным является прогнозирование трансформации гепатита в цирроз печени, так как данная форма сопряжена с риском развития большого числа осложнений и существенного ухудшения качества жизни пациента. С целью оценки статистической значимости различий HBF в группах пациентов со стеатозом, стеатогепатитом, гепатитом и циррозом был проведен анализ с использованием непараметрических методов (тест Манна–Уитни). Результаты анализа показали, что отмечаются статистически значимые различия показателей HBF у группы пациентов со стеатозом/стеатогепатитом и гепатитом по сравнению со значениями HBF в группе пациентов с циррозом вне зависимости от его этиологии ($p < 0,01$). Анализ показал, что ASL-перфузия печени демонстрирует высокую чувствительность в определении цирроза печени у пациентов с ДЗП: AUROC = 0,964 (рис. 2).

Статистически значимых различий в качественных и количественных результатах ASL-перфузии печени среди различных этиологических форм гепатитов и циррозов не выявлено ($p > 0,05$), отмечается пересечение значений HBF (медиан, квартилей Q1 и Q3) между группами с различной этиологией ДЗП (как стеатогепатитов/гепатитов, так и циррозов) (см. табл. 2). Следовательно, на данный момент рекомендовать ASL-перфузию в качестве возможного метода определения этиологии ДЗП не представляется целесообразным.

Пациенты наблюдались до трех лет, однако необходимо подчеркнуть, что при динамическом наблюдении количество пациентов составляло от 107 (через 3 мес) до 65 (через 24 мес) человек, так как не все из них являлись на повторные исследования. На третьем году наблюдения количество пациентов составило 38 человек. На первом этапе наблюдения у 58 пациентов по данным ASL были зафиксированы признаки гиперперфузии печени, что коррелировало с высокой активностью процесса (изменениями в биохимическом анализе крови) в 72% случаев, причем у 13 из 58 пациентов признаки гиперперфузии были зафиксированы за один месяц до проявления изменений со стороны лабораторных показателей. Динамическое наблюдение за пациентами с ДЗП позволило разработать следующие рекомендации в алгоритме их ведения: при гиперперфузионной ASL-карте требуются коррекция лечебного алгоритма, проведение



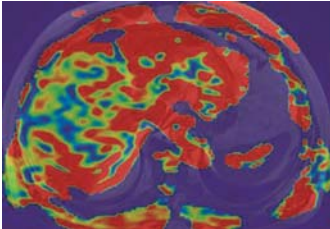
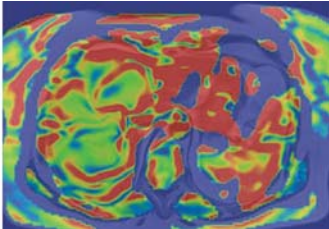
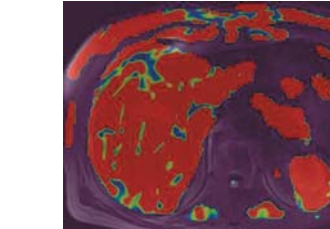
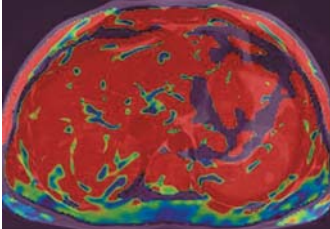
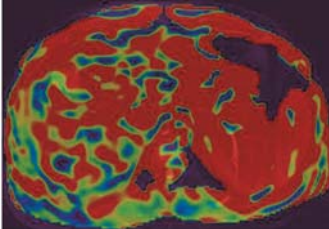
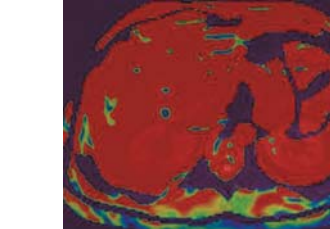
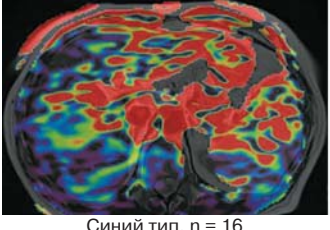
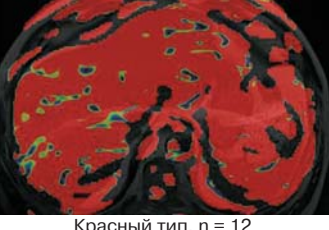
Таблица 2. Результаты количественной и качественной оценки ASL-перфузии печени при первичной MPT (n = 152)

Table 2. Results of quantitative and qualitative assessment of liver ASL perfusion (n=152)

Клиническая форма ДЗП DLD type	Этиологическая форма ДЗП / Etiology of DLD					
	алкогольная alcohol	вирусная viral	лекарст- венная drug	аутоиммунная autoimmune	смешанная mixed	ДЗП + НКВИ DLD + COVID-19
	HBF (мл/100 г/мин) ((Me [Q1; Q3])) HBF (ml/100 g/min) ((Me [Q1; Q3]))					
Стеатоз Steatosis (n = 18)	162 [149; 166]	–	–	–	151 [144; 162]	185 [171; 193]
Стеатогепатит Steatohepatitis (n = 26)	–	–	141 [138; 145]	157 [153; 160]	148 [141; 160]	189 [173; 194]
Гепатит Hepatitis (n = 53)	157 [149; 162]	144 [138; 157]	164 [160; 166]	142 [140; 147]	152,9 [143; 161]	179,6 [169; 191]
Цирроз Cirrhosis (n = 55)	116 [102; 131]	119 [98; 135]	–	–	110,2 [100; 124]	158,4 [144; 168]

Клиническая форма ДЗП DLD type	Этиологическая форма ДЗП / Etiology of DLD					
	алкоголь- ная alcohol	вирусная viral	лекарст- венная drug	ауто- иммунная autoimmune	смешанная mixed	ДЗП + НКВИ DLD + COVID-19

Качественная оценка перфузии печени (преобладающие типы)
Qualitative assessment of liver ASL perfusion (predominant types)

Стеатоз Steatosis (n = 18)			
	Мозаичный тип, n = 15	Зеленый тип, n = 7	Красный тип, n = 12
Стеатогепатит Steatohepatitis (n = 26)			
Гепатит Hepatitis (n = 53)			
	Красный тип, n = 14	Мозаичный тип, n = 12	Красный тип, n = 8
Цирроз Cirrhosis (n = 55)			
	Синий тип, n = 16	Красный тип, n = 12	Красный тип, n = 10

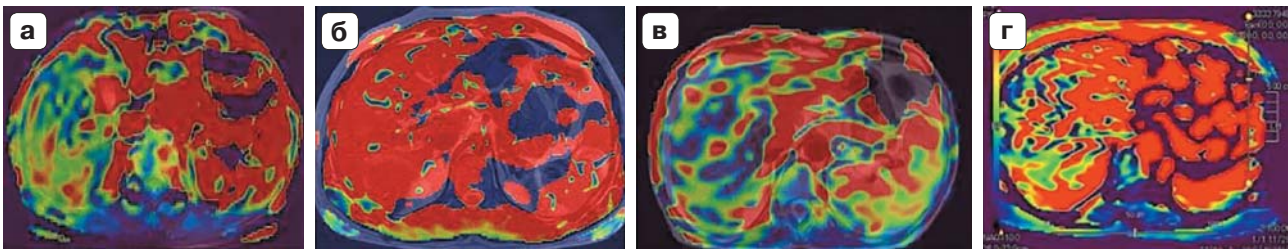
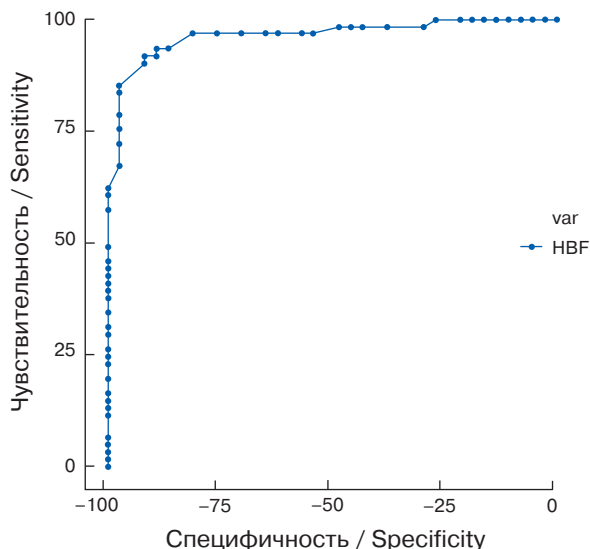


Рис. 1. Типы перфузионных карт печени (качественная оценка). **а** – пациент с хроническим гепатитом В минимальной активности. Зеленый тип картирования; **б** – пациент с алкогольной болезнью печени, хронический гепатит выраженной степени активности. Красный тип картирования; **в** – пациент с циррозом печени смешанной этиологии, класс Б по Чайлд–Пью. Синий тип картирования; **г** – пациент с хроническим гепатитом С умеренной активности. Мозаичный тип картирования.

Fig. 1. Liver perfusion maps types (qualitative assessment). **a** – patient with chronic hepatitis B, minimally active. Green map type; **б** – patient with alcoholic liver disease, chronic hepatitis, severely active. Red map type; **в** – patient with liver cirrhosis of mixed etiology, Child–Pugh Class B. Blue map type; **г** – patient with chronic hepatitis C, moderately active. Mixed map type.



Результаты / Results Table

Scale: HBF

Чувствительность, % Sensitivity, %	Специфичность, % Specificity, %	ППЗ, % PPV, %	ОПЗ, % NPV, %	Индекс Юдена Youden's index	AUC	Метрическая оценка Metric Score
93.44	86.49	91.94	88.89	0.799	0.964	1.80

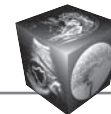
Рис. 2. ROC-кривая и таблица результатов оценки информативности метода бесконтрастной ASL-перфузии печени в дифференциальной диагностике цирроза печени и других клинических форм ДЗП.

Fig. 2. ROC-curve and results table of informative value evaluation of the contrast-free liver MR perfusion in the differential diagnosis of liver cirrhosis and other clinical forms of DLD.

профилактических мероприятий, препятствующих прогрессированию ДЗП, контрольное МР-исследование через 1 мес.

Особую группу представляли пациенты с циррозом печени ($n = 12$) и признаками гиперперфузии. По данным нашего исследования, ASL-карта такого типа у них была ассоциирована с риском развития кровотечения и прогрессированием портальной гипертензии ($r = 0,814$), появление же при динамическом наблюдении карты гипоперфузионного характера коррелировало с положительной динамикой (либо ее отсутствием) ($r = 0,903$). Однако небольшое количество пациентов в выборке делает целесообразным дальнейшие исследования в этом направлении для получения более достоверных результатов.

Одним из осложнений, существенно снижающих качество жизни пациентов с ДЗП, является печеночная энцефалопатия (ПЭ). Среди пациентов с признаками ПЭ в исследуемой группе были как те, у которых клинические симптомы дебютировали относительно недавно – до нескольких месяцев ($n = 15$), так и те, кто имел жалобы со стороны нервной системы на протяжении долгого времени – от нескольких лет до десятилетий ($n = 29$). При анализе результатов ASL у этих пациентов было отмечено, что у группы пациентов с дебютом признаков ПЭ в 87% случаев определялись признаки гиперперфузии печени. Более того, при динамическом наблюдении у большинства (66%) этих пациентов отмечалось стойкое сохранение признаков гиперперфузии печени на фоне



Критерии оценки значимости различий исходов в зависимости от воздействия факторов риска
Criteria for assessing the significance of differences in outcomes depending on the impact of risk factors

Наименование критерия Criteria	Значение критерия Value	Уровень значимости Statistical significance p
Критерий χ^2	30.062	<0.01

Критерии оценки силы связи между фактором риска и исходом
Criteria for assessing the strength of the relationship between risk factor and outcome

Наименование критерия Criteria	Значение критерия Value	Сила связи Strength of association
Критерий V Крамера Cramer's V Criteria	0.554	Относительно сильная Moderate

Рис. 3. Результаты непараметрической оценки взаимосвязи между наличием гиперперфузии печени по данным ASL (фактор риска) и развитием сиалоаденита (исход). Критерий χ^2 с оценкой величины эффекта показывает наличие значимой взаимосвязи с уровнем значимости $p < 0,01$.

Fig. 3. The nonparametric assessment of the association between liver hyperperfusion (risk factor) and the development of sialoadenitis (outcome). χ^2 test with an assessment of the magnitude of the effect shows that the variables are related to each other with the significance level $p < 0.01$.

лечения. Был проведен статистический анализ с целью выявления взаимосвязи факта наличия недавнего (до нескольких месяцев) дебюта ПЭ с типом перфузионной карты. Результаты непараметрической оценки взаимосвязи между изучаемыми переменными (критерий χ^2) показали наличие значимой взаимосвязи со значением $p < 0,05$ между наличием гиперперфузии печени и дебютом ПЭ. Категория пациентов с признаками гиперперфузии печени, таким образом, представляет группу риска по развитию дебюта ПЭ, что требует коррекции лечения, совместного ведения пациентов с врачами-неврологами. Выявлено также, что у пациентов с ДЗП и признаками минимальной ПЭ увеличение показателя HBF по данным ASL-перфузии более чем в 1,5 раза за один месяц коррелирует с развитием клинически манифестной ПЭ ($r = 0,939$). У пациентов с длительным наличием ПЭ значимого преобладания того или иного типа перфузионной карты не отмечено ($p > 0,05$). Не было также выявлено статистически значимой корреляции между результатами ASL-перфузии печени и стадией клинически манифестной ПЭ ($p > 0,05$).

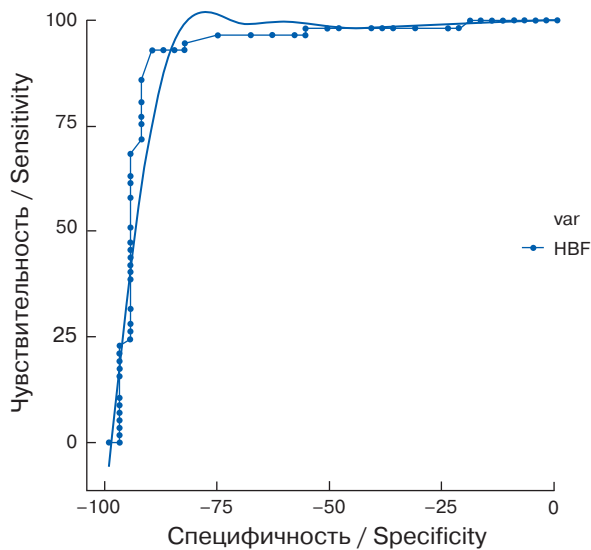
У 21 (14%) пациента из исследуемой группы обнаруживалось увеличение больших слюнных желез, что патогенетически при алкогольной этиологии ДЗП объясняется формированием циркулирующих иммунных комплексов, а при вирусной природе – тропностью вируса гепатита к тканям слюнных желез. При оценке данных ASL-перфузии печени у данных пациентов было выявлено, что в 81% случаев перфузионная карта печени на момент возникновения симптомов сиалоаденита де-

монстрировала признаки гиперперфузии. Был проведен статистический анализ с целью выявления взаимосвязи возникновения сиалоаденита с типом перфузионной карты. Результаты непараметрической оценки взаимосвязи между изучаемыми переменными (критерий χ^2) показали наличие значимой взаимосвязи со значением $p < 0,01$ между наличием признаков гиперперфузии печени по данным ASL и развитием сиалоаденита (рис. 3).

Данные показатели позволили лечащему врачу дополнительно рекомендовать для этих пациентов консультацию стоматолога и оториноларинголога. Признаки гиперперфузии печени могут встречаться в разных клинических ситуациях, соответственно, специфичность этого симптома невысока, однако этот признак позволяет выявить среди пациентов с ДЗП тех, у кого имеется риск развития ПЭ и ассоциированного с ДЗП сиалоаденита в сомнительных клинических ситуациях.

Было установлено, что у 13 (24%) пациентов с гепатитами различной этиологии в течение первого года наблюдения диагностирован цирроз печени, через 12 мес – у 4 (7%) больных, через 1,5 года у 4 (7%) исследуемых определена цирротическая трансформация. У большинства (более 80%) пациентов с прогрессированием гепатита в цирроз и/или прогрессированием цирротической трансформации печени (в течение трехлетнего срока наблюдения) показатель HBF имел значение менее 130 мл/100 г/мин (рис. 4).

Результаты анализа показывают, что показатель HBF менее 130 мл/100 г/мин является критерием риска неблагоприятного течения гепатитов и циррозов различной этиологии ($p < 0,01$).



Результаты / Results Table

Scale: HBF

Cutpoint	Чувствительность (%) Sensitivity (%)	Специфичность (%) Specificity (%)	ППЗ (%) PPV (%)	ОПЗ (%) NPV (%)	Индекс Юдена Youden's index	AUC
130	92.98%	90.24%	92.98%	90.24%	0.832	0.926

Рис. 4. ROC-кривая и таблица результатов оценки информативности метода бесконтрастной ASL-перфузии печени в диагностике риска неблагоприятного течения ДЗП (на протяжении первых трех лет наблюдения).

Fig. 4. ROC-curve and results table of informative value evaluation of the contrast-free liver MR perfusion in the diagnosis of the risk of DLD aggravation (during the first three years).

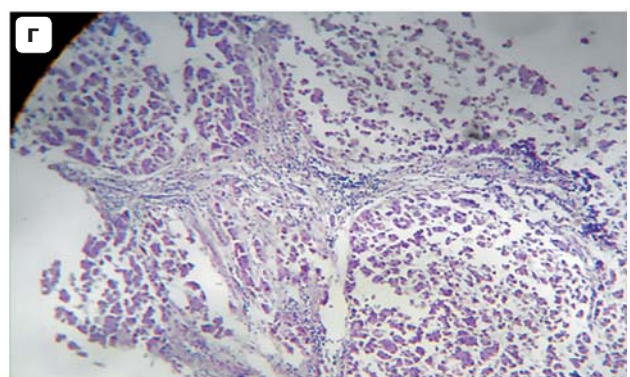
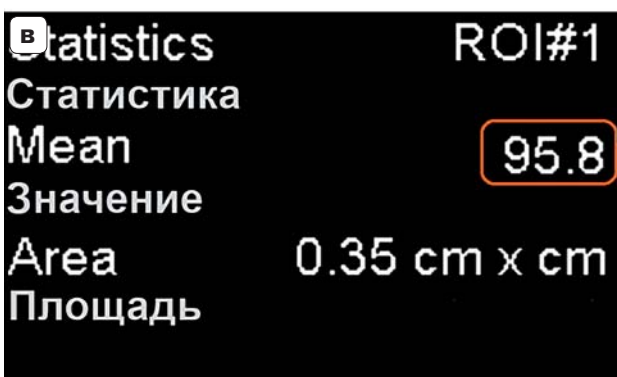
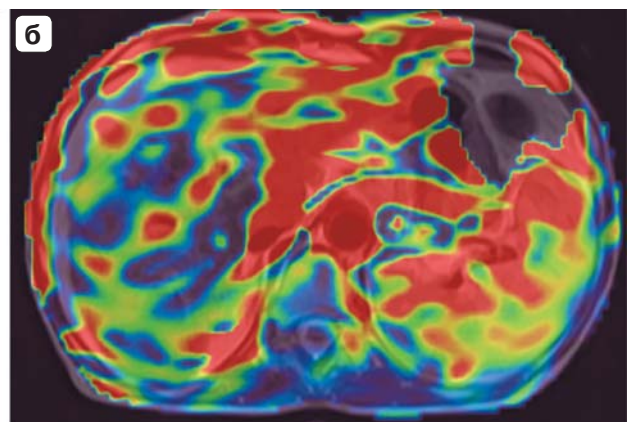
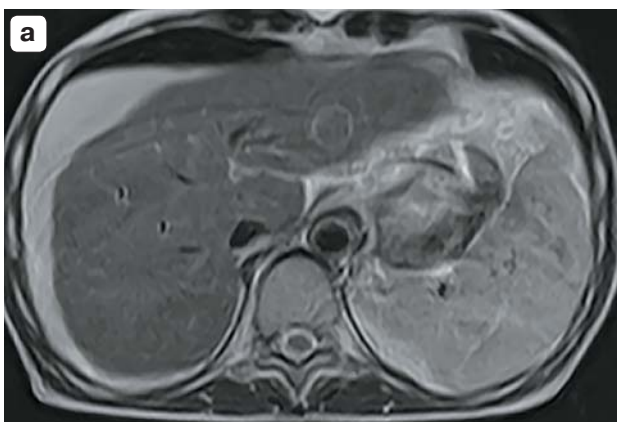


Рис. 5. Результаты MPT, ASL-перфузии и гистологического исследования биоптата печени пациента с циррозом печени смешанной этиологии, класс В по Чайлд–Пью. **а** – аксиальный скан печени в режиме T2-взвешенного изображения; **б** – цветная перфузионная карта с признаками гипоперфузии; **в** – количественная оценка, где значение Mean отражает HBF = 95,8 мл/100 г/мин; **г** – биоптат паренхимы печени, окраска гематоксилин-эозином. $\times 2000$. Степень фиброза F4.

Fig. 5. Results of MRI, ASL-perfusion and histological examination of a liver; the patient with liver cirrhosis of mixed etiology, class B (Child–Pugh). **a** – liver axial scan, T2 weighted image; **b** – colour perfusion map with sign of hypoperfusion; **v** – quantitative assessment, where the Mean value is HBF = 95.8 ml/100g/min; **r** – liver parenchyma biopsy, hematoxylin and eosin stains. $\times 2000$, Fibrosis F4.

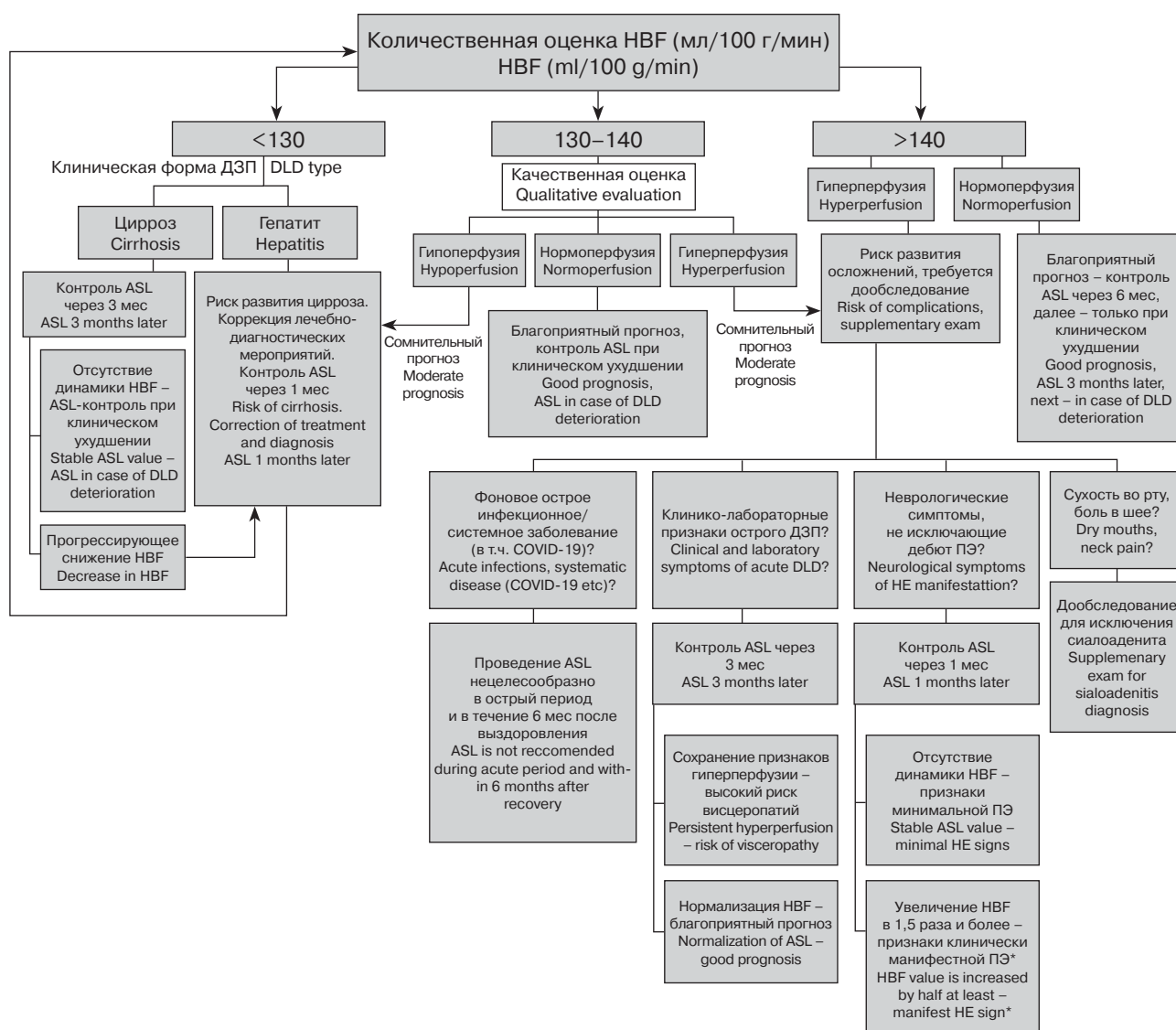
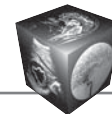


Рис. 6. Алгоритм включения ASL-перфузии печени в тактику ведения пациентов с ДЗП. *при отсутствии иных известных причин гиперперфузии печени.

Fig. 6. The algorithm of ASL-perfusion using in patients with DLD management. *in the absence of other known causes of liver hyperperfusion. HE – hepatic encephalopathy.

Пример МР-исследования печени в сопоставлении с гистологическими результатами представлен на рис. 5.

На основании анализа динамики клинико-лабораторных показателей и результатов ASL-перфузии печени у всех рассмотренных категорий пациентов была разработана тактика включения бесконтрастной ASL-перфузии в алгоритм ведения пациентов с ДЗП (рис. 6).

Из представленного алгоритма следует, что для пациентов с ДЗП различной этиологии рекомендуется комплексная оценка данных бесконтрастной ASL-перфузии, что позволяет разраба-

тывать персонифицированные подходы к пациентам и совершенствовать диагностический комплекс ASL-перфузии в зависимости от сроков динамического наблюдения. Нами разработаны пороговые количественные критерии ASL-перфузии печени, которые позволяют оценить риск неблагоприятного течения ДЗП, качественные критерии – для возможности оценки рисков развития осложнений и сроков динамического наблюдения. Рекомендованы следующие диагностические критерии: неблагоприятное течение – гиперперфузия печени (риск развития осложнений), ASL-контроль через 1–3 мес в зависимости



от клинической картины; гипоперфузия печени $\text{HBF} < 130$ мл/100 г/мин (риск развития/прогрессирования цирроза), мониторинг ASL через 1 мес (для гепатитов) или 3 мес (для циррозов); благоприятное течение – признаки нормоперфузии, $\text{HBF} 130\text{--}150$ мл/100 г/мин, контрольная ASL-перфузия при клиническом ухудшении.

Обсуждение

Современные алгоритмы инструментальной диагностики, используемые при прогнозировании исхода ДЗП, включают УЗИ, эластографию, биопсию печени [1–3, 6]. Важно отметить, что особенности применения эластографических методик зависят от клинической формы ДЗП (например, эластография нашла применение в оценке степени фиброза печени при гепатитах) [7]. Биопсия печени – инвазивный метод, имеющий противопоказания и риск развития кровотечения, в связи с чем нередко происходит отказ пациентов от данного метода диагностики.

В литературных источниках обоснована роль компьютерной томографии (КТ) в диагностике ДЗП [6, 8]. КТ сопровождается лучевой нагрузкой, а показатели плотности, выражающиеся в единицах Хаунсфилда, имеют “серые зоны”, когда невозможно провести точную дифференциальную диагностику между клиническими формами ДЗП. КТ-перфузия требует дополнительного контрастного усиления, что ограничивает использование ее у пациентов с декомпенсированной хронической болезнью почек [8].

Опубликовано несколько работ, посвященных изучению возможностей методики ASL в оценке перфузии печени у здоровых добровольцев [4, 5, 9]. Авторы этих работ отмечают высокую диагностическую значимость и хорошую индивидуальную переносимость метода. Существуют также единичные работы, показывающие эффективность применения методики ASL для прогнозирования неблагоприятного течения вирусных гепатитов [3]. Исследования показывают, что применение метода маркирования артериальных спинов помогает с высокой точностью прогнозировать неблагоприятное течение цирроза печени, а также риск развития портальной гипертензии у пациентов с вирусными гепатитами.

Научные исследования о возможностях ASL-перфузии печени в диагностике и динамическом наблюдении пациентов с ДЗП различного (в том числе смешанного) генеза, при осложненном и неосложненном их течении в настоящее время отсутствуют. Ранее не указывалось о дифференциации цветового картирования ASL-карт печени (гипо-, гиперперфузия и т.д.).

Таким образом, в настоящее время нет научных сведений о применении ASL-перфузии печени для различных этиологических форм ДЗП, основные критерии по клиническим формам ДЗП в литературе также не представлены. Изучение возможностей ASL-перфузии печени в ведении пациентов с ДЗП различной этиологии позволит повысить эффективность инструментальной диагностики для данной категории пациентов, а также облегчить для лечащего врача решение вопроса о целесообразности включения метода в диагностический алгоритм в разных клинических ситуациях. На основании анализа полученных данных можно сделать вывод о том, что бесконтрастная ASL-перфузия печени является полезным инструментом в алгоритме наблюдения пациентов с ДЗП различной этиологии и степени тяжести. Методика улучшает эффективность персонализированного наблюдения за пациентами, позволяет в ряде случаев выявить риск возникновения осложнений. К преимуществам ASL-перфузии также относится отсутствие лучевой нагрузки и необходимости внутривенного введения контрастного препарата.

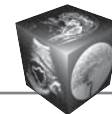
Заключение

Установлено, что количественные показатели бесконтрастной ASL-перфузии печени позволяют проводить дифференциальную диагностику клинических форм ДЗП между стеатозом/стеатогепатитом/гепатитом и циррозом вне зависимости от этиологии ($p < 0,01$). Выявлено, что ASL-перфузия печени демонстрирует хорошую диагностическую значимость в определении цирроза печени у пациентов с ДЗП ($\text{AUROC} = 0,964$). Исследование показало, что показатель HBF менее 130 мл/100 г/мин является критерием риска неблагоприятного течения гепатитов и циррозов различной этиологии ($p < 0,01$). Требуются дальнейшие исследования для установления наличия достоверной корреляции между перфузионными показателями печени при циррозе и развитием портальной гипертензии. Установлено, что при гиперперфузии печени существует риск развития осложнений, в связи с чем рекомендован ASL-контроль через 1–3 мес в зависимости от клинической картины; гипоперфузия печени ассоциирована с риском развития/прогрессирования цирроза, при этом рекомендован мониторинг ASL через 1 мес – для гепатитов, 3 мес – для циррозов.

Участие авторов

Телеш А.А. – проведение исследования, анализ и интерпретация полученных данных.

Морозова Т.Г. – участие в научном дизайне, утверждение окончательного варианта статьи.



Authors' participation

Telesh A.A. – conducting research, analysis and interpretation of the obtained data.

Morozova T.G. – participation in scientific design, approval of the final version of the article.

Список литературы [References]

1. Дурлештер В.М., Габриэль С.А., Корочанская Н.В., Ковалевская О.В., Серикова С.Н., Марков П.В., Усова О.А., Мурашко Д.С., Дынько В.Ю., Бухтояров А.Ю., Басенко М.А. Мультидисциплинарный подход к ведению пациентов с циррозом печени. *Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии*. 2020; 30 (4): 35–43. <https://doi.org/10.22416/1382-4376-2020-30-4-35-43>
2. Moreno C., Mueller S., Szabo G. Non-invasive diagnosis and biomarkers in alcohol-related liver disease. *J. Hepatology*. 2019; 70 (2): 273–283. <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2018.11.025>
3. Симаккина Е.Н., Морозова Т.Г. Совершенствование алгоритма ведения пациентов с вирусными гепатитами при использовании бесконтрастной ASL-перфузии печени при магнитно-резонансной томографии. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2021; 102 (5): 276–283. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2021-102-5-276-283>
4. Pan X., Qian T., Fernandez-Seara M. et al. Quantification of liver perfusion using multidelay pseudocontinuous arterial spin labeling. *JMRI*. 2016; 43 (5): 1046–1054. <https://doi.org/10.1002/jmri.25070>
5. Taso M., Aramendia-Vidaurreta V., Englund E.K. Update on state-of-the-art for arterial spin labeling (ASL) human perfusion imaging outside of the brain. *Magn. Reson. Med*. 2023; 89: 1754–1776. <https://doi.org/10.1002/mrm.29609>
6. Mathew R.P., Venkatesh S.K. Imaging diffuse liver disease. *Appl. Radiol*. 2019; 48 (5): 13–20.
7. Li Y., Huang Y.S., Wang Z.Z., Yang Z.R., Sun F., Zhan S.Y. Systematic review with meta-analysis: The diagnostic accuracy of transient elastography for the staging of liver fibrosis in patients with chronic hepatitis B. *Aliment. Pharmacol. Ther*. 2016; 43: 458–469. <https://doi.org/10.1111/apt.13488>
8. Zhang Y., Fowler K.J., Hamilton G. et al. Liver fat imaging. Clinical overview of ultrasound, CT, and MR imaging. *Br. J. Radiol*. 2018; 91 (1089): 20170959. <https://doi.org/10.1259/bjr.20170959>
9. Huber J., Günther M., Channaveerappa M., Hoinkiss, D.C. Towards free breathing 3D ASL imaging of the human liver using prospective motion correction. *Magn. Reson. Med*. 2022; 88 (2): 711–726. <https://doi.org/10.1002/mrm.29234>

Для корреспонденции*: Телеш Арина Александровна – e-mail: arina.doc@yandex.ru

Телеш Арина Александровна – аспирант кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии с курсом ДПО ФГБОУ ВО “Смоленский государственный медицинский университет” Минздрава России; врач-рентгенолог ФГБУ “ГВКГ им. Н.Н. Бурденко” Минобороны России, Москва. <https://orcid.org/0000-0003-0450-5148>

Морозова Татьяна Геннадьевна – доктор мед. наук, доцент, заведующая кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии с курсом ДПО ФГБОУ ВО “Смоленский государственный медицинский университет” Минздрава России; врач-рентгенолог ОГБУЗ “Клиническая больница № 1”, Смоленск. <https://orcid.org/0000-0003-4983-5300>

Contact*: Arina A. Telesh – e-mail: arina.doc@yandex.ru

Arina A. Telesh – Postgraduate student of Smolensk State Medical University, Ministry of Healthcare of Russia, Radiologist of Radiology Department, Main Military Clinical Hospital named after academician N.N. Burdenko Russian Defense Ministry, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-0450-5148>

Tat'jana G. Morozova – Doct. of Sci. (Med.), Head of Radiology Department of Smolensk State Medical University, Ministry of Healthcare of Russia, Radiologist of Radiology Department, Clinical Hospital No 1, Smolensk. <https://orcid.org/0000-0003-4983-5300>