



# Современные возможности диффузионно-взвешенного изображения печени при магнитно-резонансной томографии в диагностике алкогольной болезни печени

Лозбенев Ф.С., Морозова Т.Г.

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

**Лозбенев Федор Сергеевич**, аспирант ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России;  
<http://orcid.org/0000-0002-1628-9799>

**Морозова Татьяна Геннадьевна**, д. м. н., заведующая кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии с курсом дополнительного профессионального образования ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России;  
<http://orcid.org/0000-0003-4983-5300>

## Резюме

**Цель:** оценить современные возможности диффузионно-взвешенного изображения (ДВИ) печени при магнитно-резонансной томографии (МРТ) в диагностике алкогольной болезни печени (АБП).

**Материал и методы.** Обследованные пациенты находились на стационарном и амбулаторном этапах наблюдения в гастроэнтерологическом отделении на базе ОГБУЗ «Клиническая больница № 1» г. Смоленска и получали лечение по поводу диффузных заболеваний печени алкогольной этиологии. В исследование вошли 128 больных: 76 (59%) мужчин и 52 (41%) женщины, средний возраст  $42,3 \pm 4,7$  года. Наблюдение за пациентами осуществлялось с 2019 по 2022 гг. Всем больным проводили ультразвуковое исследование органов брюшной полости с клинической эластографией печени и МРТ с ДВИ печени, в 34 случаях выполняли мультиспиральную компьютерную томографию печени.

**Результаты.** При сопоставлении результатов качественной оценки ДВИ печени при МРТ с данными теста CAGE (Cut, Annoyed, Guilty, Eye-opener) и результатами опроса пациента и родственников об употреблении спиртных напитков установлена высокая корреляционная связь ограничения диффузии в печени при МРТ и нарушением режима абстиненции ( $r = 0,901$ ). Проведена оценка диагностической и прогностической значимости разработанных критериев ДВИ печени при МРТ у пациентов с АБП при поступлении: для качественной оценки – AUROC 0,827 (95% ДИ 0,792–0,873), для количественной – AUROC 0,949 (95% ДИ 0,912–0,981); при динамическом наблюдении: для качественной оценки – AUROC 0,958 (95% ДИ 0,925–0,984), для количественной – AUROC 0,947 (95% ДИ 0,947–0,981).

**Заключение.** Полученные количественные показатели ДВИ печени при МРТ позволяют прогнозировать клиническую форму АБП: измеряемый коэффициент диффузии для стеатоза составляет  $2,66 \pm 0,9 \times 10^{-3}$  мм<sup>2</sup>/с, для стеатогепатита –  $2,14 \pm 0,5 \times 10^{-3}$  мм<sup>2</sup>/с, для гепатита –  $1,75 \pm 0,6 \times 10^{-3}$  мм<sup>2</sup>/с, для цирроза –  $1,15 \pm 0,6 \times 10^{-3}$  мм<sup>2</sup>/с (AUROC 0,948; 95% ДИ 0,922–0,983). Качественные показатели ДВИ печени при МРТ (наличие/отсутствие ограничения диффузии) дают возможность прогнозировать нарушение режима абстиненции у пациентов с АБП при всех ее клинических формах (AUROC 0,931; 95% ДИ 0,822–0,979).

**Ключевые слова:** магнитно-резонансная томография, диффузионно-взвешенное изображение, алкогольная болезнь печени.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Лозбенев Ф.С., Морозова Т.Г. Современные возможности диффузионно-взвешенного изображения печени при магнитно-резонансной томографии в диагностике алкогольной болезни печени. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2022; 103(4–6): 6–17. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2022-103-4-6-6-17>

**Для корреспонденции:** Лозбенев Федор Сергеевич, E-mail: [lozfes@gmail.com](mailto:lozfes@gmail.com)

Статья поступила 19.01.2022

После доработки 27.07.2022

Принята к печати 28.07.2022

# Modern Possibilities of Liver Diffusion-Weighted Magnetic Resonance Images in the Diagnosis of Alcoholic Liver Disease

**Fedor S. Lozbenev, Tatiana G. Morozova**

*Smolensk State Medical University,  
ul. Krupskoy, 28, Smolensk, 214019, Russian Federation*

**Fedor S. Lozbenev**, Postgraduate, Smolensk State Medical University;  
<http://orcid.org/0000-0002-1628-9799>

**Tatiana G. Morozova**, Dr. Med. Sc., Chief of Chair of Radiation Diagnostics and Therapy with a Course of Additional Professional Education, Smolensk State Medical University;  
<http://orcid.org/0000-0003-4983-5300>

## Abstract

**Objective:** to evaluate the current possibilities of diffusion-weighted imaging (DWI) in liver magnetic resonance imaging (MRI) for the diagnosis of alcoholic liver disease (ALD).

**Material and methods.** The examined patients were at the inpatient and outpatient stages of observation in the gastroenterology department on the basis of the Clinical Hospital No. 1 (Smolensk) and received treatment for diffuse liver diseases of alcoholic etiology. The study included 128 patients: 76 (59%) males and 52 (41%) females, mean age  $42.3 \pm 4.7$  years. Patients were monitored from 2019 to 2022. All of them underwent abdominal organs ultrasound with liver clinical elastography and liver MRI with DWI; in 34 cases liver multi-slice computed tomography was performed.

**Results.** When comparing the results of a qualitative assessment of liver DWI MRI with the CAGE (Cut, Annoyed, Guilty, Eye-opener) test data and the results of patients and relatives survey about the use of alcoholic beverages, a high correlation was established between the diffusion restriction in the liver during MRI and impaired withdrawal regimen ( $r = 0.901$ ). The diagnostic and prognostic significance of the developed criteria for liver DWI MRI in patients with ALD at admission was assessed: for qualitative assessment AUROC 0.827 (95% CI 0.792–0.873), for quantitative assessment AUROC 0.949 (95% CI 0.912–0.981); in dynamic observation: for qualitative assessment AUROC 0.958 (95% CI 0.925–0.984), for quantitative assessment AUROC 0.947 (95% CI 0.947–0.981).

**Conclusion.** The obtained quantitative indicators of liver DWI MRI make it possible to predict the clinical form of ALD: apparent diffusion coefficient for steatosis is  $2.66 \pm 0.9 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ , for steatohepatitis –  $2.14 \pm 0.5 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ , for hepatitis –  $1.75 \pm 0.6 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ , for cirrhosis –  $1.15 \pm 0.6 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  (AUROC 0.948; 95% CI 0.922–0.983). Qualitative parameters of liver DWI MRI (there is/is not a diffusion restriction) predict violations of the withdrawal regimen in patients with ALD in all its clinical forms (AUROC 0.931; 95% CI 0.822–0.979).

**Keywords:** magnetic resonance imaging, diffusion-weighted images, alcoholic liver disease.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**For citation:** Lozbenev FS, Morozova TG. Modern possibilities of liver diffusion-weighted magnetic resonance images in the diagnosis of alcoholic liver disease. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2022; 103(4–6): 6–17 (in Russian). <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2022-103-4-6-6-17>

**For corresponding:** Fedor S. Lozbenev, E-mail: lozfes@gmail.com

*Received January 19, 2022*

*Revised July 27, 2022*

*Accepted July 28, 2022*

## Введение

Согласно статистическим данным каждый второй житель Российской Федерации (РФ) в возрасте старше 18 лет имеет проблемы с алкоголем и риск развития алкогольных висцеропатий [1]. На 2017 г. официальная заболеваемость алкоголизмом в РФ составила 1304,6 тыс. чел. Алкогольная болезнь печени (АБП) развивается у 60–100%

граждан, злоупотребляющих алкогольными напитками, и у 100% страдающих алкоголизмом [2].

АБП – клинко-морфологическое понятие, включающее несколько вариантов повреждения паренхимы печени вследствие злоупотребления алкоголем от стеатоза до алкогольного гепатита (стеатогепатита), приводящего к развитию последовательных стадий – фиброза, цирроза печени

и гепатоцеллюлярной карциномы [1, 2]. Новые экспериментальные методы лечения подчеркнули важность раннего выявления фиброгенеза, чтобы начать терапию и получить регрессию фиброза [3]. Биопсия печени является инвазивной, болезненной процедурой, существует риск осложнений после ее выполнения. Анализируемый фрагмент ткани печени может не отражать те изменения, которые наблюдаются в органе в целом [4]. Ультразвуковое исследование (УЗИ) при диффузных заболеваниях печени не дает возможности оценить наличие фиброзного процесса, нарушения режима абстиненции у пациентов с АБП [5, 6]. Эластографические методики являются неинвазивными, безболезненными, но, к сожалению, не все медицинские учреждения оснащены данной опцией, что приводит к дополнительным экономическим затратам [5, 6]. Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) печени даже при использовании контрастного усиления (КУ) позволяет заподозрить только стеатоз или цирроз печени, дополнительно обладая лучевой нагрузкой [7].

Магнитно-резонансная томография (МРТ) дает информацию о диффузных заболеваниях печени без указаний на какие-либо специфические проявления для каждой этиологии [8, 9]. При проведении стандартных МР-протоколов с включением T1 opposite-phase, T2-взвешенных изображений (ВИ) при стеатозе, стеатогепатите, гепатите врач лучевой диагностики может визуализировать единые качественные признаки, не позволяющие давать точную оценку об имеющейся клинической форме, признаках фиброзного процесса [8, 9]. Таким образом, следует более широко рассматривать возможности МРТ (метод не обладает лучевой нагрузкой) при использовании различных методик, которые могут быть направлены на конкретную этиологическую форму диффузного заболевания печени.

Диффузионно-взвешенное изображение (ДВИ) – это специфический метод МРТ, который оценивает движение, главным образом, протонов воды в ткани [8, 9]. Измеряемый коэффициент диффузии (ИКД) является наиболее часто используемой мерой ДВИ и дает полезную информацию о воспалении, перфузии и локальном расщеплении клеток. Карта ИКД рассчитывается на основе экспоненциальной подгонки ДВИ по нескольким значениям b-фактора и применяется для количественного измерения диффузии [9, 10]. Предыдущие исследования показали, что при фиброзе печени диффузия воды может уменьшаться внеклеточными коллагеновыми волокнами и протеогликанами, поэтому сообщалось о снижении значений ИКД для фиброза печени [10]. Эти данные свидетельствуют о том, что ДВИ может быть полезным методом визуализации для оценки фиброза [8, 10]. Применение

методики ДВИ позволяет получить ценную дополнительную информацию о тканевых характеристиках печени, что может иметь существенное значение при проведении дифференциальной диагностики клинических форм АБП [8–10].

**Цель исследования** – оценить современные возможности ДВИ печени при МРТ в диагностике АБП.

## Материал и методы

Обследованные пациенты находились на стационарном и амбулаторном этапах наблюдения в гастроэнтерологическом отделении на базе ОГБУЗ «Клиническая больница № 1» г. Смоленска и получали лечение по поводу диффузных заболеваний печени алкогольной этиологии. В исследование включены 128 больных: 76 (59%) мужчин и 52 (41%) женщины, средний возраст составил  $42,3 \pm 4,7$  года.

Наблюдение за пациентами проводилось с 2019 по 2022 гг. Критерии включения в исследование:

- подтверждение алкогольной природы поражения печени по данным анализа теста CAGE (Cut, Annoyed, Guilty, Eye-opener), клинических и биохимических показателей;
- отсутствие поражения печени другой этиологии (вирусной, лекарственной);
- употребление чистого этанола в дозе  $\geq 60$  г/сут для мужчин и  $\geq 40$  г/сут для женщин;
- возраст старше 18 лет.

В соответствии с клиническими рекомендациями для установки вредного употребления алкоголя собирается анамнез предпочтения спиртосодержащих напитков: стандартная порция (единица) алкоголя равна 10 г чистого спирта (25 г 40% напитка – водки, 100 г 9–11% сухого вина или 200 г 3–5% пива) [1]. Данные по группам систематического употребления алкоголя и эпизодического употребления алкоголя в больших количествах ( $> 60$  г чистого спирта за сутки) представлены в таблице 1.

Таким образом, при функциональном обследовании пациентов оценивали основные клинические признаки хронического злоупотребления алкоголем по сетке P.M. LeGo в модификации О.Б. Жаркова, П.П. Огурцова, В.С. Моисеева [2].

Всем пациентам проводили комплексное лучевое обследование, включающее УЗИ органов брюшной полости с клинической эластографией печени на аппарате Digital Color Doppler Ultrasound Imaging System (Apogree 3500, Китай), а также МРТ с ДВИ печени на аппарате Vantage Titan 1.5 T (Toshiba, Япония) по протоколу МР-исследования для брюшной полости с обязательным прицельным включением режима ДВИ для печени.

Таблица 1

Распределение пациентов с алкогольной болезнью печени в зависимости от модели употребления алкоголя, n (%)

Table 1

Distribution of patients with alcoholic liver disease depending on the pattern of alcohol consumption, n (%)

Клиническая форма / Clinical form	Систематическое употребление алкоголя / Regular alcohol consumption		Эпизодическое употребление алкоголя / Episodic alcohol consumption		Всего / Total
	Мужчины / Males	Женщины / Females	Мужчины / Males	Женщины / Females	
Стеатоз / Steatosis	6 (25)	7 (29)	9 (38)	2 (8)	24 (19)
Стеатогепатит / Steatohepatitis	9 (31)	8 (27)	7 (25)	5 (17)	29 (22)
Гепатит / Hepatitis	13 (25)	11 (22)	15 (29)	12 (24)	51 (40)
Цирроз / Cirrhosis	11 (46)	3 (12)	6 (25)	4 (17)	24 (19)
<b>Итого / Total</b>	<b>43 (33)</b>	<b>32 (25)</b>	<b>33 (26)</b>	<b>20 (16)</b>	<b>128 (100)</b>

В 34 случаях выполняли МСКТ печени по стандартному протоколу на аппарате Aquilion 16 (Toshiba, Япония). По итогам комплексного лучевого алгоритма обследования 47 (37%) пациентам проведена биопсия печени, повторное выполнение инвазивного вмешательства потребовалось 89 (69%) больным (табл. 2).

ДВИ-последовательность давала возможность оценки изотропных изображений и карт ИКД, а использование значений b-фактора 100/600/1000 позволяло получить наиболее качественные МР-изображения. Таким образом, данный подход

подтверждал необходимость комплексного алгоритма не только с точки зрения максимального использования лучевых методов исследования с индивидуальным подходом, но и для применения внутри используемых методик.

### Результаты

МСКТ печени проведена 34 (26,5%) пациентам с АБП, из них с КУ – 11 (32,3%) больным. МРТ печени выполнена всем исследуемым, из них с КУ – 29 (22,6%). В таблице 3 представлены результаты МСКТ печени у пациентов с АБП.

Таблица 2

Инструментальные методы исследования для пациентов с алкогольной болезнью печени, n (%)

Table 2

Instrumental research methods for patients with alcoholic liver disease, n (%)

Метод / Method	Число пациентов / Number of patients
УЗИ ОБП с ЦДК v. portae и v. lienalis / Abdominal US with DCFM of v. portae and v. lienalis	128 (100,0)
Клиническая эластография печени / Liver clinical elastography	
транзиентная эластометрия / transient elastometry	84 (65,6)
компрессионная эластография / compression elastography	35 (27,3)
эластография сдвиговой волной / shear wave elastography	99 (77,3)
ДВИ печени при МРТ / с КУ // DWI in liver MRI / with CE	128/29 (100,0/22,6)
МСКТ печени / с КУ // Liver MSCT / with CE	34/11 (26,5/32,3)
Трепанобиопсия печени / Liver trephine biopsy	89 (69,5)

**Примечание.** УЗИ ОБП – ультразвуковое исследование органов брюшной полости; ЦДК – цветное доплеровское картирование; ДВИ – диффузионно-взвешенное изображение; МТР – магнитно-резонансная томография; КУ – контрастное усиление; МСКТ – мультисрезовая компьютерная томография.

**Note.** US – ultrasound; DCFM – Doppler color flow mapping; DWI – diffusion-weighted imaging; MRI – magnetic resonance imaging; CE – contrast enhancement; MSCT – multi-slice computed tomography.

Таблица 3

Результаты мультисрезовой компьютерной томографии печени у пациентов с алкогольной болезнью печени, n (%) (n = 34)

Table 3

Results of liver multi-slice computed tomography in patients with alcoholic liver disease, n (%) (n = 34)

МСКТ-признак / MSCT sign	Клиническая форма АБП / Clinical form of ALD			
	Стеатоз / Steatosis (n = 12)	Стеатогепатит / Steatohepatitis (n = 9)	Гепатит / Hepatitis (n = 10)	Цирроз / Cirrhosis (n = 3)
Гепатомегалия / Hepatomegaly	1 (8,3)	4 (44,4)	2 (20,0)	2 (66,7)
Зоны неизменной плотности / Zones of unchanged density	7 (58,3)	3 (33,3)	–	–
Снижение плотности печени / Decreased liver density	5 (41,7)	7 (77,8)	10 (100,0)	1 (33,3)
Уплотнение перипортальной клетчатки / Periportal tissue thickening	1 (8,3)	5 (55,6)	7 (70)	–
Узлы в паренхиме печени / Nodules in liver parenchyma	–	–	–	2 (66,7)

При внутривенном КУ патологического накопления в паренхиме печени выявлено не было, у 2 (66,7%) исследуемых с циррозом печени визуализируемые узлы накапливали контрастное вещество (КВ) как окружающая паренхима. Таким образом, на основании полученных результатов по данным МСКТ у пациентов со стеатозом, стеатогепатитом и гепатитом встречались неспецифические признаки, которые не позволяли судить

о стадии фиброза в печени, вероятных изменениях со стороны биохимического анализа крови, прогнозировать нарушение режима абстиненции. Учитывая необходимость динамического наблюдения за больными с АБП при МСКТ печени, лучевая нагрузка ограничивает использование метода для оценки отдаленных результатов лечения.

В таблице 4 представлены результаты МРТ печени у пациентов с АБП. На первом этапе МРТ

Таблица 4

Результаты магнитно-резонансной томографии печени у пациентов с алкогольной болезнью печени, n (%) (n = 128)

Table 4

Results of liver magnetic resonance imaging in patients with alcoholic liver disease, n (%) (n = 128)

МРТ-признак / MRI sign	Клиническая форма АБП / Clinical form of ALD			
	Стеатоз / Steatosis (n = 24)	Стеатогепатит / Steatohepatitis (n = 29)	Гепатит / Hepatitis (n = 51)	Цирроз / Cirrhosis (n = 24)
Гипоинтенсивный МР-сигнал на T1-ВИ opposite-phase / Hypointense MRI-signal on T1WI opposite-phase	22 (91,7)	24 (82,7)	31 (60,7)	–
Гипоинтенсивный/изоинтенсивный МР-сигнал на T2-ВИ // Hypointense/isointense MRI-signal on T2WI	–	–	–	15 (62,5)
Умеренный гиперинтенсивный МР-сигнал на T2-ВИ / Moderate hyperintense MRI-signal on T2WI	2 (8,3)	11 (37,9)	47 (92,1)	–
Гиперинтенсивный/изоинтенсивный МР-сигнал на T1-ВИ // Hyperintense/isointense MRI-signal on T1WI	–	–	4 (7,8)	9 (37,5)
Сосуды деформированы / Vessels are deformed	–	–	–	13 (54,2)

**Примечание.** МР – магнитно-резонансный; ВИ – взвешенное изображение.

**Note.** WI – weighted image.



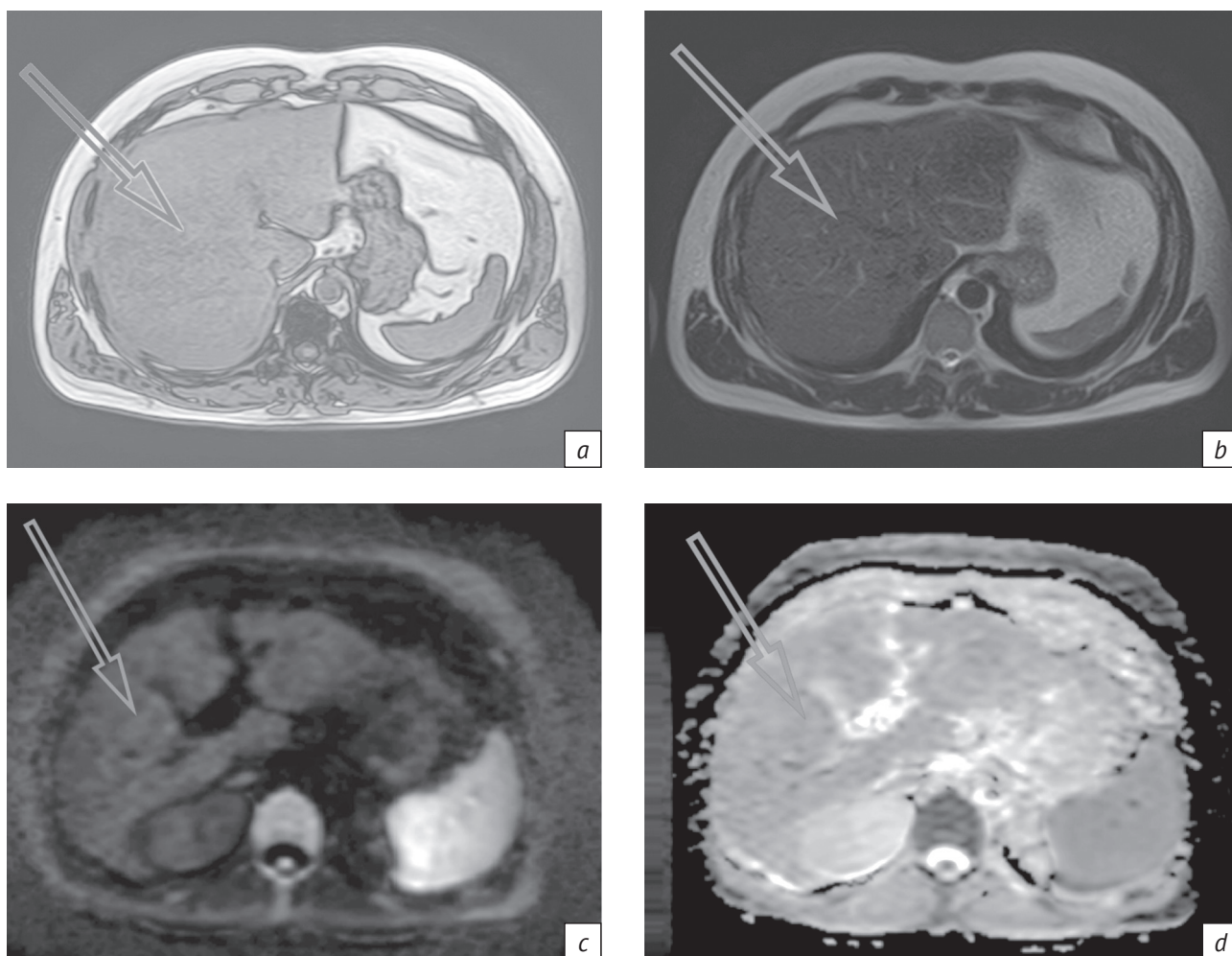


Рис. 1. Пациент Д., 44 года, МРТ органов брюшной полости:

*a* – T1-ВИ печени (аксиальный срез), зоны гипоинтенсивного сигнала в паренхиме печени (стрелка); *b* – T2-ВИ печени (аксиальный срез), зоны гипоинтенсивного сигнала в паренхиме печени (стрелка); *c* – ДВИ печени (b-фактор 1000) для качественной оценки, зоны повышенного сигнала в паренхиме печени (стрелка); *d* – карта ИКД печени для количественной оценки, зоны пониженного сигнала в паренхиме печени (стрелка).

МРТ – магнитно-резонансная томограмма; ВИ – взвешенное изображение; ДВИ – диффузионно-взвешенное изображение; ИКД – измеряемый коэффициент диффузии

Fig. 1. Patient D., 44 years old, abdominal MRI:

*a* – liver T1WI (axial section), areas of hypointense signal in the liver parenchyma (arrow); *b* – liver T2WI (axial section), areas of hypointense signal in the liver parenchyma (arrow); *c* – liver DWI (b-value 1000) for qualitative assessment, areas of increased signal in the liver parenchyma (arrow); *d* – liver ADC map for quantitative assessment, areas of reduced signal in liver parenchyma (arrow).

MRI – magnetic resonance imaging; WI – weighted image; DWI – diffusion-weighted image; ADC – apparent diffusion coefficient

получают T2- (время поперечной релаксации) и T1- (время продольной релаксации) ВИ печени (b-фактор 100/600/1000), затем проводят исследование в режиме ДВИ с качественной оценкой диффузии (белая цветовая гамма – ограничение диффузии, черная – нет ограничения диффузии) и построением карт ИКД (рис. 1).

Внутривенное КУ при МРТ было проведено 29 (22,6%) пациентам: перипортальное накопление КВ отмечено у 4 (13,8%) больных со стеатогепатитом, у 13 (44,8%) с гепатитом. У 9 (31%) пациен-

тов со стеатозом накопление КВ было менее выражено, чем в окружающей паренхиме, у 3 (10,4%) больных с циррозом печени происходило равномерное накопление КВ. Следовательно, умеренное повышение интенсивности сигнала на T2-ВИ, свидетельствующее об умеренном отеке паренхимы встречалось в основном в группе больных с гепатитом, а гипоинтенсивный сигнал на T1-ВИ, который расценивали как проявления стеатоза, более чем в 50% случаев наблюдался у пациентов со стеатозом, стеатогепатитом, гепатитом.

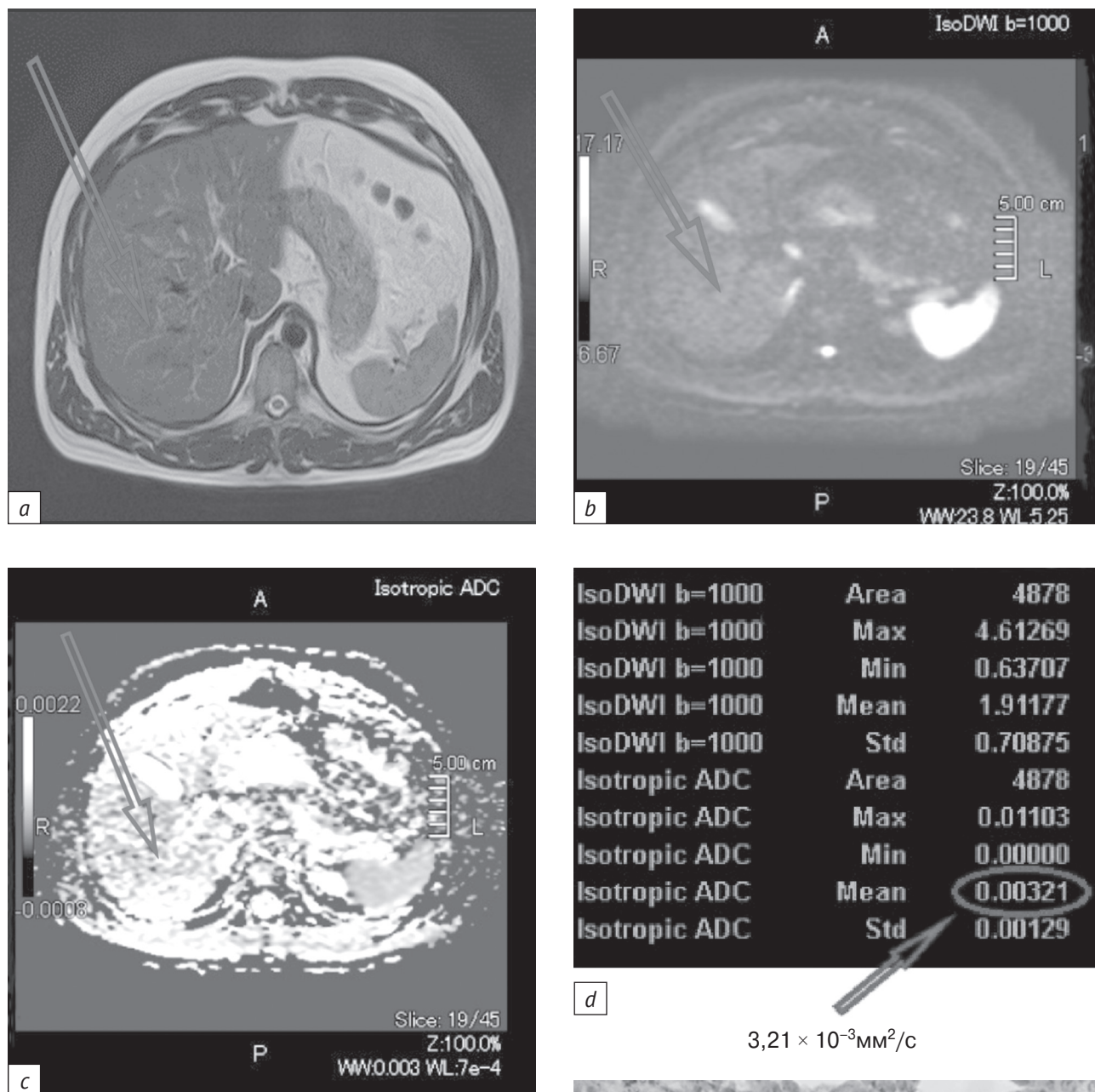


Рис. 2. Пациент Д, 49 лет, стеатоз алкогольного генеза:

*a* – T2-ВИ, аксиальный срез, зоны гипоинтенсивного сигнала в паренхиме печени (стрелка); *b* – последовательность ДВИ печени, б-фактор 1000 (низкий сигнал – нет ограничения диффузии (стрелка)); *c* – карта ИКД печени (низкий сигнал – нет ограничения диффузии (стрелка)); *d* – ИКД  $3,21 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$  (стрелка); *e* – гистологический материал печени (окраска гематоксилином-эозином, увеличение  $\times 200$ ) – жировые вакуоли (стрелки)

*Fig. 2. Patient D, 49 years old, steatosis of alcoholic origin:*

*a* – T2 WI, axial section, areas of hypointense signal in the liver parenchyma (arrow); *b* – liver DWI sequence, b-value 1000 (low signal – no diffusion restriction (arrow)); *c* – liver ADC map (low signal – no diffusion restriction (arrow)); *d* – ADC  $3.21 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  (arrow); *f* – histological liver material (hematoxylin-eosin stain, magnification  $\times 200$ ) – fatty vacuoles (arrow)

При КУ специфических признаков для каждой клинической формы выявлено не было. Прогнозировать клиническую форму только по данным ДВИ при МРТ печени затруднительно.

При проведении последовательности ДВИ печени использовали b-фактор 100/600/1000, проводили качественную оценку (черное картирование (низкий сигнал) – нет ограничения диффузии, белое (высокий сигнал) – есть ограничение диффузии) и количественную (ИКД,  $\times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$ ).

Анализ количественной и качественной оценок ДВИ печени при МРТ путем маркирования печени по данным специальной постпроцессинговой обработки в программном обеспечении МРТ позволил разработать основные диагностические параметры для пациентов с АБП (рис. 2).

Первый этап оценки показателей ДВИ печени предусматривал определение клинической формы АБП. Был проведен анализ количественных показателей ДВИ печени при МРТ при поступлении для каждой клинической формы АБП с выяснением вида распределения данных и получением средних значений, доверительного интервала (ДИ), медиан (табл. 5). Количественные показатели ДВИ печени при МРТ позволяли прогнозировать клиническую форму АБП.

При анализе качественных показателей ДВИ при МРТ при поступлении и на разных сроках динамического наблюдения за пациентами со стеатозом, стеатогепатитом, гепатитом, циррозом алкогольного генеза сопоставляли результаты количественной и качественной оценок с целью стандартизации методики ДВИ печени при МРТ. Было установлено, что независимо от клинической формы АБП качественная оценка характе-

ризовалась ограничением диффузии или его отсутствием. Для подтверждения прогностической значимости качественной оценки проводили мониторинг при поступлении, через 1, 3, 6, 9 и 12 мес (табл. 6).

При сопоставлении результатов качественной оценки ДВИ печени при МРТ с данными теста CAGE и результатов опроса пациента и родственников об употреблении спиртных напитков установлена высокая корреляционная связь ограничения диффузии в печени при МРТ и нарушением режима абстиненции ( $r = 0,901$ ) (рис. 3).

Таким образом, были сделаны выводы, что если ИКД составляет  $2,66 \pm 0,9 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$ , то это свидетельствует о стеатозе, ИКД  $1,75 \pm 0,6 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$  – о гепатите, ИКД  $1,15 \pm 0,6 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$  – о циррозе; если нет ограничения диффузии – нет нарушения режима абстиненции, при ограничении диффузии – есть нарушение режима абстиненции.

Была проведена оценка диагностической и прогностической значимости разработанных критериев ДВИ печени при МРТ у пациентов с АБП при поступлении: для качественной оценки – площадь под ROC-кривой (AUROC) 0,827 (95% ДИ 0,792–0,873), для количественной – AUROC 0,949 (95% ДИ 0,912–0,981); при динамическом наблюдении: для качественной оценки – AUROC 0,958 (95% ДИ 0,925–0,984), для количественной – AUROC 0,947 (95% ДИ 0,947–0,981) (рис. 4).

Полученные результаты свидетельствовали об отличном качестве диагностической и прогностической модели последовательности ДВИ печени при МРТ для пациентов с АБП при поступлении и динамическом наблюдении.

Таблица 5

**Результаты количественной оценки диффузионно-взвешенных изображений печени при магнитно-резонансной томографии у пациентов с алкогольной болезнью печени при поступлении,  $10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$  (n = 128)**

Table 5

**The results of quantitative assessment of liver magnetic resonance diffusion-weighted images in patients with alcoholic liver disease at admission,  $10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$  (n = 128)**

Количественный показатель / Quantitative indicator	Клиническая форма АБП / Clinical form of ALD			
	Стеатоз / Steatosis (n = 24)	Стеатогепатит / Steatohepatitis (n = 29)	Гепатит / Hepatitis (n = 51)	Цирроз / Cirrhosis (n = 24)
Среднее значение / Mean value	2,73	2,30	1,82	1,27
Доверительный интервал / Confidence interval	2,67–2,79	2,18–2,42	1,74–1,90	1,10–1,44
Медиана / Median	2,67	2,15	1,75	1,18
Минимальное–максимальное значение / Minimum–maximum value	2,56–3,00	2,08–2,96	1,68–2,78	1,01–2,80
Стандартное отклонение / Standard deviation	0,151	0,317	0,283	0,364



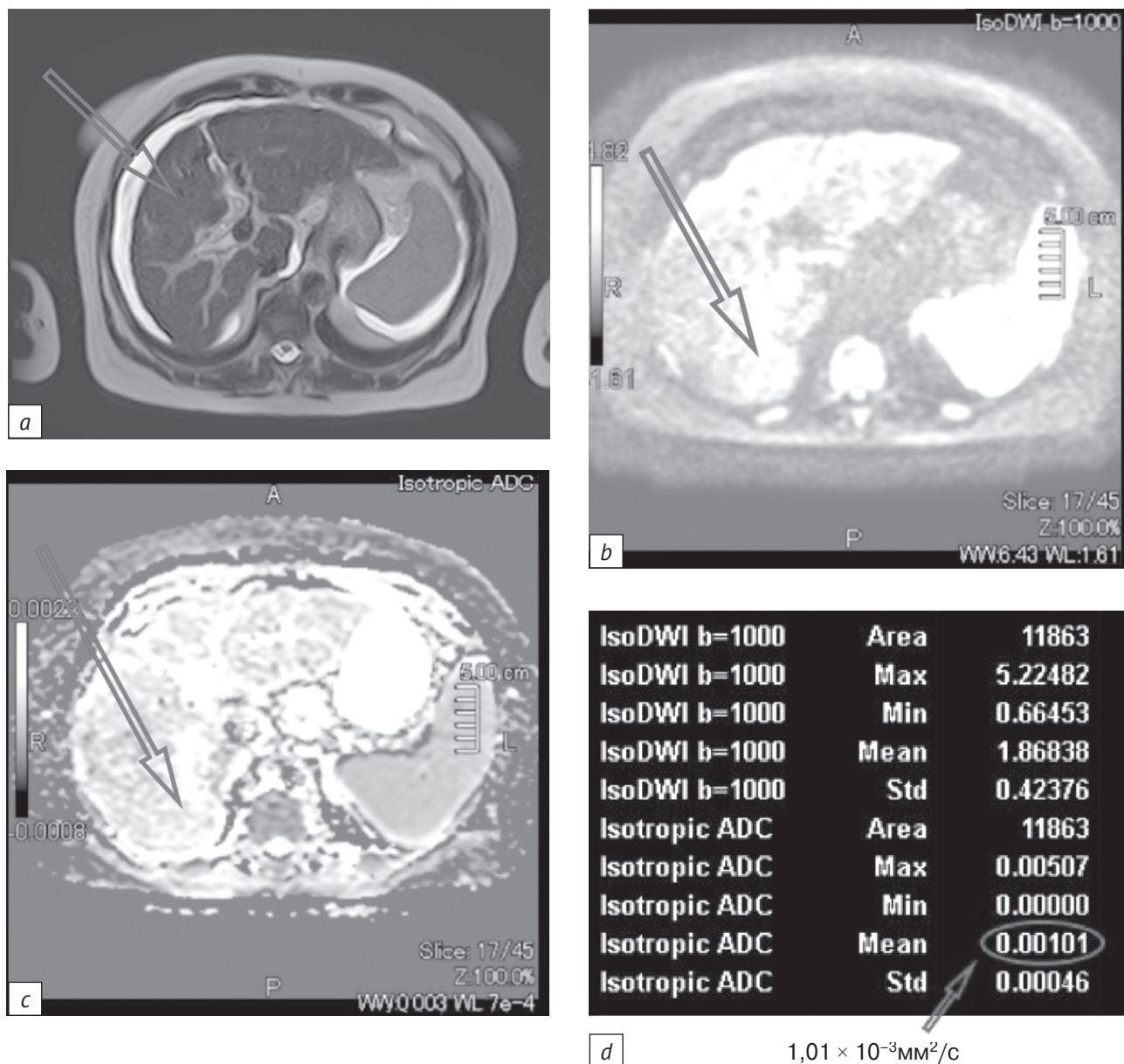


Рис. 3. Пациент Ж., 50 лет:

*a* – T2 FS, аксиальный срез, гепатомегалия, неоднородная структура печени, контуры неровные, асцит (зоны гипоинтенсивного сигнала в паренхиме печени (стрелка)); *b* – последовательность ДВИ печени, b-фактор 1000 (высокий сигнал – ограничение диффузии (стрелка)); *c* – карта ИКД печени, зоны пониженного сигнала в паренхиме печени (стрелка); *d* – коэффициент диффузии  $1,01 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$ , что соответствует циррозу (стрелка); *e* – гистологический материал печени (окраска гематоксилином-эозином), увеличение  $\times 200$ , узлы-регенераты при среднеузловом циррозе печени (стрелка)

Fig. 3. Patient Zh., 50 years old:

*a* – T2 FS, axial section, hepatomegaly, heterogeneous liver structure, uneven contours, ascites (zones of hypointense signal in the liver parenchyma (arrow)); *b* – liver DWI sequence, b-value 1000 (high signal – diffusion limitation (arrow)); *c* – liver ADC map, areas of reduced signal in the liver parenchyma (arrow); *d* – diffusion coefficient  $1.01 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ , which corresponds to cirrhosis (arrow); *e* – histological liver material (hematoxylin-eosin stain, magnification  $\times 200$ ), regenerated nodes in mid-nodular cirrhosis of the liver (arrow)

Таблица 6

Результаты динамического наблюдения за пациентами по данным качественной оценки диффузионно-взвешенных изображений печени при магнитно-резонансной томографии у пациентов с алкогольной болезнью печени, n (%) (n=128)

Table 6

The results of dynamic observation of patients according to the qualitative assessment of liver magnetic resonance diffusion-weighted images in patients with alcoholic liver disease, n (%) (n=128)

Срок динамического наблюдения / Time of dynamic observation	Качественная характеристика / Qualitative characteristics							
	Ограничение диффузии / Diffusion restriction				Нет ограничения диффузии / No diffusion restriction			
	Стеатоз / Steatosis (n = 24)	Стеатогепатит / Steatohepatitis (n = 29)	Гепатит / Hepatitis (n = 51)	Цирроз / Cirrhosis (n = 24)	Стеатоз / Steatosis (n = 24)	Стеатогепатит / Steatohepatitis (n = 29)	Гепатит / Hepatitis (n = 51)	Цирроз / Cirrhosis (n = 24)
При поступлении / At admission	21 (87,5)	27 (93,1)	48 (13)	23 (13)	3 (12,5)	2 (6,9)	3 (5,9)	1 (4,2)
Через 1–3 мес / After 1–3 months	13 (54,2)	25 (86,2)	28 (54,9)	22 (91,7)	11 (45,8)	4 (13,8)	23 (45,1)	2 (8,3)
Через 6–9 мес / After 6–9 months	5 (20,8)	25 (86,2)	16 (31,4)	21 (87,5)	19 (79,2)	4 (13,8)	35 (68,6)	3 (12,5)
Через 9–12 мес / After 9–12 months	2 (8,3)	23 (79,3)	10 (19,6)	20 (83,3)	22 (91,7)	6 (20,7)	41 (80,4)	4 (16,7)

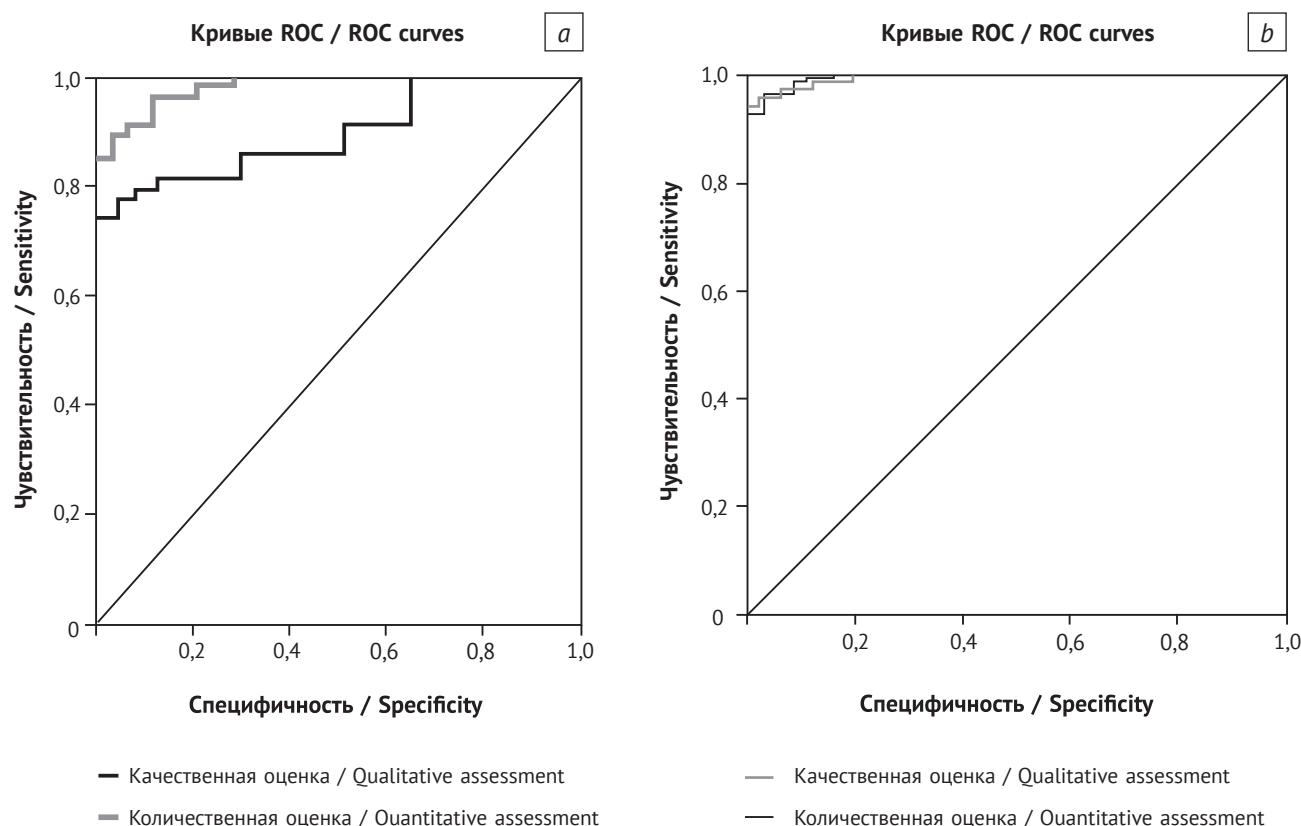


Рис. 4. Диагностическая и прогностическая значимость качественной и количественной оценок последовательности ДВИ печени при МРТ (диагональные сегменты формируются совпадениями):

а – при поступлении; б – при динамическом наблюдении

Fig. 4. Diagnostic and prognostic significance of qualitative and quantitative assessments of liver DWI MRI (diagonal segments are formed by coincidences):

а – at admission; б – under dynamic observation

## Обсуждение

В работе К.Х. Ломовцевой отражены преимущества режима ДВИ печени при МРТ, автор указывает на возможности получения количественной и качественной характеристик. Но в представленном исследовании приняли участие пациенты только с очаговой патологией печени. Алгоритм проведения исследования для данной группы включает использование контрастного препарата парентерально с целью последующего мониторинга, а ДВИ, как отмечает автор, является дополнением к другим импульсным последовательностям МРТ и не может заменить КУ при дифференциальной диагностике образований печени солидной структуры. В нашем исследовании рассматриваются все клинические формы АБП с целью стандартизации результатов методики ДВИ печени при МРТ, а данные количественной и качественной оценок сопоставлены с референтными методами (биопсия – для количественной оценки, тест CAGE – для качественной оценки).

Е.Л. Белоусова и др. (2015 г.) отмечают, что современная лучевая диагностика накопила много возможностей, связанных с применением ДВИ и построением карт ИКД (хотя они неспецифичны, но обладают высокой чувствительностью) [11]. Исследование авторов связано также с очаговыми образованиями печени. Указано, что ДВИ не входит в стандартные алгоритмы диагностики, например, гепатоцеллюлярной карциномы, а может быть использовано на различных этапах химиотерапии опухолей для оценки успешности лечения. В своей работе мы обращаем внимание на то, что для пациентов с АБП проведение ДВИ печени важно как на этапе мониторинга, так и при поступлении.

В работе Э.Д. Акчуриной рекомендуется обязательное включение ДВИ в протокол МРТ-исследования органов брюшной полости, но при подозрении на очаговые образования печени, причем данные должны расцениваться в совокупности с результатами традиционных последовательностей МРТ, дополняться КУ, а ИКД в целях дифференциальной диагностики ограничено вследствие «серых зон» для различных видов очагов. Автор отмечает, что показатель ИКД очагов может изменяться при диффузных заболеваниях печени, неинформативен при мелких солидных очагах. Наше исследование посвящено одной из этиологических форм диффузной патологии печени

(алкогольной болезни), и при анализе литературных источников не было найдено публикаций об интерпретации результатов ДВИ печени при МРТ для данной этиологической формы.

Представленная нами работа позволит разграничить результаты ДВИ при очагах, например, на фоне диффузной патологии печени. Мы разработали критерии качественной и количественной оценок, что позволяет проводить полноценную дифференциальную диагностику внутри АБП, в структуре ее клинических форм, оценивать результаты лечения и своевременно его корректировать.

## Заключение

Таким образом, количественная и качественная оценки ДВИ печени при МРТ путем маркирования печени по данным специальной постпроцессинговой обработки в программном обеспечении МРТ позволили разработать основные диагностические параметры для пациентов с АБП. Результаты определения количественных показателей ДВИ печени при МРТ позволяют прогнозировать клиническую форму АБП при поступлении и на разных сроках динамического наблюдения: ИКД для стеатоза составляет  $2,66 \pm 0,9 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$ , для стеатогепатита –  $2,14 \pm 0,5 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$ , для гепатита –  $1,75 \pm 0,6 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$ , для цирроза –  $1,15 \pm 0,6 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$  (AUROC 0,948; 95% ДИ 0,922–0,983).

При сопоставлении результатов качественной оценки ДВИ печени при МРТ с данными теста CAGE, результатами опроса пациента и родственников об употреблении спиртных напитков установлена высокая корреляционная связь ограничения диффузии в печени при МРТ и нарушении режима абстиненции ( $r = 0,901$ ). Качественные показатели ДВИ печени при МРТ (наличие/отсутствие ограничения диффузии) позволяют прогнозировать нарушение режима абстиненции у пациентов с АБП при всех ее клинических формах (AUROC 0,931; 95% ДИ 0,822–0,979).

Диагностическая и прогностическая значимость разработанных критериев ДВИ печени при МРТ у пациентов с АБП при поступлении: для качественной оценки – AUROC 0,827 (95% ДИ 0,792–0,873), для количественной – AUROC 0,949 (95% ДИ 0,912–0,981); при динамическом наблюдении: для качественной оценки – AUROC 0,958 (95% ДИ 0,925–0,984), для количественной – AUROC 0,947 (95% ДИ 0,947–0,981).

## Литература

1. Иванишкина Е.В., Диденко В.Н., Крикова А.В. и др. Проблема алкоголизации населения как угроза национальной безопасности Российской Федерации. Вестник Смоленской государственной медицинской академии. 2019; 18(4): 101–10.
2. Министерство здравоохранения Российской Федерации. Клинические рекомендации. Алкогольная болезнь печени (АБП) у взрослых. [https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/711\\_1](https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/711_1) (дата обращения 02.09.2022).
3. Маев И.В., Андреев Д.Н., Кучерявый Ю.А. Клиническая гепатология: алгоритмы диагностики и лечения. М.: Прима Принт; 2019: 80 с.
4. Невзорова М.С., Чепкасова Н.И., Ботало Н.С. Клинико-лабораторная и инструментальная диагностика алкогольной болезни печени. Международный студенческий научный вестник. 2018; 6.
5. Усанова А.А., Новикова Э.К., Кузма Ф.М. и др. Современные неинвазивные методы диагностики алкогольной болезни печени. Современные проблемы науки и образования. 2020; 4: 147. <http://doi.org/10.17513/spno.29859>.
6. Шкута А.С. Алкогольная болезнь печени. Современные аспекты диагностики. Справочник врача общей практики. 2019; 9: 27–32.
7. Матиас П., Галански М. Спиральная и многослойная компьютерная томография. М.: МЕДпресс-информ; 2006.
8. Baliyan V, Das CJ, Sharma R, Gupta AK. Diffusion weighted imaging: technique and applications. World J Radiol. 2016; 8(9): 785–98. <http://doi.org/10.4329/wjr.v8.i9.785>.
9. Banerjee R, Pavlides M, Tunnicliffe EM, et al. Multiparametric magnetic resonance for the non-invasive diagnosis of liver disease. J Hepatol. 2014; 60(1): 69–77. <http://doi.org/10.1016/j.jhep.2013.09.002>.
10. Shin MK, Song JS, Hwang SB, et al. Liver fibrosis assessment with diffusion-weighted imaging: value of liver apparent diffusion coefficient normalization using the spleen as a reference organ. Diagnostics (Basel). 2019; 9(3): 107. <http://doi.org/10.3390/diagnostics9030107>.
11. Белоусова Е.Л., Кармазановский Г.Г., Кубышкин В.А. и др. Возможности магнитно-резонансной томографии в дифференциальной диагностике очаговых образований печени. Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2015; 7: 78–84. <http://doi.org/10.17116/hirurgia2015778-84>.

## References

1. Ivanichkina EV, Didenko VN, Krikova AV, et al. Alcoholism as a threat to the national security of the Russian Federation. Vestnik of the Smolensk State Medical Academy. 2019; 18(4): 101–10 (in Russ).
2. Ministry of Health of the Russian Federation. Clinical guidelines. Alcoholic liver disease (ALD) in adults. Available at: [https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/711\\_1](https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/711_1) (in Russ) (accessed 02.09.2022).
3. Mayev IV, Andreev DN, Kucheryavyy YuA. Clinical hepatology: diagnostic and treatment algorithms. Moscow: Prima print; 2019; 80 pp (in Russ).
4. Nevzorova MS, Chepkasova NI, Botalo NS. The role of clinical-laboratory and instrumental methods in diagnosis of alcohol steatosis. International Student Scientific Bulletin. 2018; 6 (in Russ).
5. Usanova AA, Novikova EK, Kuzma FM, et al. Modern non-invasive methods for the diagnosis of alcoholic liver disease. Modern Problems of Science and Education. 2020; 4: 147 (in Russ). <http://doi.org/10.17513/spno.29859>.
6. Shkuta AS. Alcoholic liver disease. Modern aspects of diagnostics. General Practitioner's Handbook. 2019; 9: 27–32 (in Russ).
7. Mathias P, Galanski M. Spiral and multislice computed tomography of the body. Moscow: MEDpress-inform; 2006 (in Russ).
8. Baliyan V, Das CJ, Sharma R, Gupta AK. Diffusion weighted imaging: technique and applications. World J Radiol. 2016; 8(9): 785–98. <http://doi.org/10.4329/wjr.v8.i9.785>.
9. Banerjee R, Pavlides M, Tunnicliffe EM, et al. Multiparametric magnetic resonance for the non-invasive diagnosis of liver disease. J Hepatol. 2014; 60(1): 69–77. <http://doi.org/10.1016/j.jhep.2013.09.002>.
10. Shin MK, Song JS, Hwang SB, et al. Liver fibrosis assessment with diffusion-weighted imaging: value of liver apparent diffusion coefficient normalization using the spleen as a reference organ. Diagnostics (Basel). 2019; 9(3): 107. <http://doi.org/10.3390/diagnostics9030107>.
11. Belousova EL, Karmazanovsky GG, Kubyshevsk VA, et al. Opportunities of magnetic resonance imaging in differential diagnosis of focal liver masses. Pirogov Russian Journal of Surgery. 2015; 7: 78–84 (in Russ). <http://doi.org/10.17116/hirurgia2015778-84>.