

ISSN 1995-5464 (Print); ISSN 2408-9524 (Online)

<https://doi.org/10.16931/1995-5464.2025-1-20-30>

Новый критерий отбора пациентов для трансплантации по поводу гепатоцеллюлярной карциномы на фоне цирроза печени

Восканян С.Э., Рудаков В.С. *, Сушков А.И., Попов М.В., Башков А.Н.,
Губарев К.К., Муктаржан М., Колышев И.Ю., Найденов Е.В.,
Кордонова О.О., Шабалин М.В., Артемьев А.И.

ФГБУ “Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна” Федерального медико-биологического агентства;
123098, г. Москва, ул. Маршала Новикова, д. 23, Российская Федерация

Цель. Разработка и обоснование нового критерия отбора пациентов для трансплантации печени при гепатоцеллюлярной карциноме на фоне цирроза с целью повышения точности прогнозирования рецидива и обеспечения клинически приемлемых показателей пятилетней безрецидивной и общей выживаемости.

Материал и методы. Ретроспективно анализировали результаты трансплантации печени 69 пациентам с гепатоцеллюлярной карциномой на фоне цирроза. Для определения новых критериев отбора пациентов рассматривали размер наибольшей опухоли, число опухолей, уровень α -фетопротеина и максимальное значение LI-RADS. Разработали новые критерии “Правило 5-6-250/LI-RADS”, сравнили их эффективность с Миланскими критериями и Правилем 5-5-500. Рассчитывали чувствительность, специфичность, F1-score, C-index, а также общую и безрецидивную выживаемость.

Результаты. Доля пациентов, соответствующих Правилу 5-6-250/LI-RADS, Правилу 5-5-500, Миланским критериям, оказалась 65,2, 60,9 и 36,2%. Чувствительность, специфичность, C-индекс и F1-score для Правила 5-6-250/LI-RADS составили 78%, 100%, 0,89 и 0,87; для Правила 5-5-500 – 78%, 88%, 0,83 и 0,82, для Миланских критериев – 89%, 65%, 0,77 и 0,79. Пятилетняя безрецидивная выживаемость составила 85, 86 и 91%, пятилетняя общая выживаемость – 76, 79 и 78%.

Заключение. Исследование подтвердило потенциал Правила 5-6-250/LI-RADS в улучшении отбора пациентов с гепатоцеллюлярной карциномой для трансплантации печени. Интеграция LI-RADS с традиционными параметрами продемонстрировала высокие показатели чувствительности, специфичности, F1-score и C-index. Это способствует более точной оценке риска рецидива и расширению показаний к трансплантации. Для повышения точности и автоматизации классификации по LI-RADS необходимо увеличение выборки, применение методов машинного обучения, валидация на реальных данных.

Ключевые слова: гепатоцеллюлярная карцинома; трансплантация печени; рецидив гепатоцеллюлярной карциномы; трансплантологические критерии

Ссылка для цитирования: Восканян С.Э., Рудаков В.С., Сушков А.И., Попов М.В., Башков А.Н., Губарев К.К., Муктаржан М., Колышев И.Ю., Найденов Е.В., Кордонова О.О., Шабалин М.В., Артемьев А.И. Новый критерий отбора пациентов для трансплантации по поводу гепатоцеллюлярной карциномы на фоне цирроза печени. *Анналы хирургической гепатологии*. 2025; 30 (1): 20–30. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2025-1-20-30>

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

New criterion for patient selection for transplantation in hepatocellular carcinoma against the background of liver cirrhosis

Voskanyan S.E., Rudakov V.S. *, Sushkov A.I., Popov M.V., Bashkov A.N., Gubarev K.K.,
Mukhtarjan M., Kolychev I.Y., Naydenov E.V., Kordonova O.O., Shabalin M.V., Artemyev A.I.
A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of the Federal Medical Biological Agency of Russia;
23, Marshal Novikov str., Moscow, 123098, Russian Federation

Aim. To develop and justify a new criterion for selecting patients for liver transplantation in cases of hepatocellular carcinoma against the background of cirrhosis in order to improve the accuracy of recurrence prediction and ensure clinically acceptable five-year disease-free and overall survival rates.

Materials and methods. A retrospective analysis was conducted on the results of liver transplantation in 69 patients with cirrhotic hepatocellular carcinoma. The size of the largest tumor, the number of tumors, alpha-fetoprotein level and the maximum LI-RADS score were considered to determine the new selection criteria for patients. New criteria termed “5-6-250/LI-RADS” were developed and compared with regard to their effectiveness with the Milan criteria and the 5-5-500 rule. Sensitivity, specificity, F1-score, C-index, and overall and disease-free survival were calculated.

Results. The proportion of patients meeting the criteria of 5-6-250/LI-RADS, 5-5-500, and the Milan criteria accounted for 65.2%, 60.9%, and 36.2%, respectively. The sensitivity, specificity, C-index, and F1-score for the 5-6-250/LI-RADS were found to be 78%, 100%, 0.89, and 0.87; for the 5-5-500 rule — 78%, 88%, 0.83, and 0.82; for the Milan criteria — 89%, 65%, 0.77, and 0.79, respectively. The five-year disease-free survival rates amounted to 85%, 86%, and 91%, and the five-year overall survival rates accounted for 76%, 79%, and 78%.

Conclusion. The study confirmed the potential of the 5-6-250/LI-RADS rule in enhancing patient selection for liver transplantation in cases of hepatocellular carcinoma. The integration of LI-RADS with traditional parameters demonstrated high sensitivity, specificity, F1-score, and C-index values. This contributes to a more accurate assessment of recurrence risk and expands indications for transplantation. The accuracy and automation of the LI-RADS classification can be improved through increasing the sample, applying machine learning methods, and validation on real data.

Keywords: hepatocellular carcinoma; liver transplantation; hepatocellular carcinoma recurrence; transplantation criteria

For citation: Voskanyan S.E., Rudakov V.S., Sushkov A.I., Popov M.V., Bashkov A.N., Gubarev K.K., Mukhtarjan M., Kolychev I.Y., Naydenov E.V., Kordonova O.O., Shabalin M.V., Artemyev A.I. New criterion for patient selection for transplantation in hepatocellular carcinoma against the background of liver cirrhosis. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB surgery*. 2025; 30 (1): 20–30. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2025-1-20-30> (In Russian)

The authors declare no conflict of interest.

● Введение

Гепатоцеллюлярная карцинома (ГЦК) является шестой по распространенности злокачественной опухолью в мире и третьей ведущей причиной смертности от рака [1]. Трансплантация печени (ТП) остается ведущим наиболее эффективным методом лечения ГЦК, развившейся на фоне цирроза печени (ЦП), обеспечивая пятилетнюю выживаемость порядка 70–90% у пациентов, соответствующих определенным критериям [2–4]. Наиболее известными являются Миланские критерии [5]. Однако Миланским критериям соответствует лишь ограниченное число пациентов с ГЦК, что значительно уменьшает возможности радикального лечения. Ранее нами было показано, что критерий 5-5-500, продемонстрировавший F1-score 0,82 и C-index 0,83, превосходит показатели для Миланских критериев — F1-score 0,80 и C-index 0,77 (данные не опубликованы). Большинство современных критериев для отбора пациентов на ТП основаны на комплексной оценке степени поражения печени опухолью. Важными параметрами являются размер наибольшего опухолевого узла, общее число опухолевых узлов, уровень α -фетопротейна (АФП), внепеченочное распространение, инвазия в сосуды и другие факторы [4–8].

Для диагностики ГЦК с помощью КТ и МРТ с 2011 г. была введена система LI-RADS. В 2013–2018 гг. она претерпела некоторые изменения. Эта классификация упрощает взаимодействие между рентгенологами, онкологами и хирургами, позволяя четко интерпретировать новообразования в печени. Классификация включает категории LR-1 (вероятно доброкачественное), LR-2 (возможно доброкачественное), LR-3 (неопределенное), LR-4 (вероятно ГЦК), LR-5

(высокая вероятность ГЦК), LR-M (вероятно злокачественное, но не ГЦК), LR-TIV (опухолевая инвазия в сосуды), LR-TR (образование после локорегионарной терапии) и LR-NC (недиагностическое ввиду плохого качества исследования) [9]. Дополнительно было показано, что исключение опухолей LI-RADS 3 и 4 из прогностической модели Metroticket 2.0 [10] привело к ухудшению точности (уменьшение индекса с 0,72 до 0,60), тогда как включение всех жизнеспособных узловых образований (LR-3, LR-4, LR-5 и LR-TR-V) увеличивало точность прогноза до C-index 0,65 [11]. Важно отметить, что в описанном исследовании хотя бы один опухолевый узел у каждого пациента был классифицирован как LI-RADS 5. Однако остается неясным, как прогнозировать исход у пациентов с LI-RADS <5. Ограниченная точность существующих прогностических инструментов потенциально может быть улучшена за счет нового параметра — оценки по LI-RADS.

Цель исследования — разработка и обоснование нового критерия отбора пациентов для ТП при ГЦК на фоне ЦП для повышения точности прогнозирования рецидива и обеспечения клинически приемлемых показателей пятилетней безрецидивной и общей выживаемости.

● Материал и методы

В ретроспективном одноцентровом исследовании анализировали данные 69 пациентов с ГЦК и ЦП, которым с мая 2010 г. по декабрь 2022 г. была выполнена ТП. Информация о характеристиках доноров, особенностях онкологического процесса и результатах ТП была собрана из локального научного регистра. До ТП распространенность опухолевого процесса оце-

нивали по результатам КТ, а после ТП — на основе гистологического исследования удаленной печени и регионарных лимфатических узлов. В качестве анализируемых исходов определили рецидив ГЦК и смерть реципиента. Рецидив ГЦК был определен как повторное обнаружение опухоли при КТ грудной клетки и брюшной полости с внутривенным контрастированием или на основании результатов биопсии либо данных аутопсии. Обследование пациентов проводили в центре трансплантации каждые 6 мес. Исходы зарегистрированы по состоянию на 1 марта 2023 г.

Из общей когорты пациентов были сформированы 2 группы: 1-я группа — 18 пациентов с подтвержденным рецидивом ГЦК (Р ГЦК), 2-я группа — 17 больных без рецидива и сроком наблюдения после ТП ≥ 3 года (БР ГЦК). Все результаты КТ рассматривал специалист центра трансплантации экспертного уровня.

На первом этапе оценивали влияние на рецидив размера наибольшего опухолевого узла, их числа, уровня АФП и значения LI-RADS. Для последующего анализа условно приравнивали категории LI-RADS к следующим значениям: LR-M = 4, LR-TR = 5, LR-TIV = 6. На основе найденных граничных значений был предложен новый критерий “Правило 5-6-250/LI-RADS”, проведено его сравнение с Миланскими критериями и Правилom 5-5-500. На втором этапе исследования были рассмотрены все 69 наблюдений. Рассчитывали безрецидивную выживаемость (БРВ) и общую выживаемость (ОВ) за 5 лет после ТП в зависимости от соответствия разработанному критерию, Миланским критериям и Правилom 5-5-500.

Количественные данные представлены в виде медианы с указанием интерквартильного размаха, а для качественных параметров использовали абсолютные значения и процентные доли. Для поиска оптимальных пороговых значений применяли ROC-анализ с максимизацией по C-index. Для оценки прогностической ценности рассчитывали чувствительность, специфичность, F1-score и C-index. Для анализа статистической значимости различий между количественными параметрами использовали критерий Манна–Уитни, между качественными — точный критерий Фишера. БРВ и ОВ рассчитывали методом Каплана–Мейера, а различия выживаемости между группами анализировали с помощью теста Log-rank. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

● Результаты

В период наблюдения зарегистрировано 18 наблюдений рецидива ГЦК (группа Р ГЦК). Группа БР ГЦК включала 17 пациентов, прошед-

ших полное обследование в центре через ≥ 41 мес после ТП (табл. 1). Менее 3 лет после ТП прожили 34 пациента. Из 7 пациентов с Р ГЦК в течение первого года у 5 были выявлены метастазы в лимфоузлах печеночно-двенадцатиперстной связки на основании гистологического исследования послеоперационного материала.

Для определения оптимальных граничных значений параметров, таких как “значение LI-RADS”, “число опухолей”, “размер наибольшей опухоли” и “концентрация АФП в крови”, был проведен ROC-анализ. На основе установленных граничных значений рассчитали чувствительность, специфичность, C-index, F1-score и статистическую значимость параметров (табл. 2, рис. 1). На основе полученных граничных значений был сформулирован новый критерий — “Правило 5-6-250/LI-RADS”. Необходимо учитывать отсутствие внепеченочного распространения и сосудистой инвазии опухоли при одновременном соблюдении условий LI-RADS = 5: число опухолей ≤ 6 , размер наибольшего опухолевого узла ≤ 5 см, АФП ≤ 250 нг/мл; при LI-RADS < 5 — без дополнительных условий — продемонстрированы улучшенные показатели AUC, F1-score, специфичности по сравнению с ближайшими известными критериями (рис. 2, 3).

На втором этапе исследования был проведен анализ всех 69 ТП. Рассматривали БРВ и ОВ для каждого параметра, входящего в разработанный критерий, а также для нового критерия в сравнении с Миланскими критериями и Правилom 5-5-500. Пятилетняя ОВ для граничного значения в исследуемых параметрах “оценка по шкале LI-RADS ≤ 4 ”, “число опухолевых узлов ≤ 5 ”, “диаметр наибольшего опухолевого узла ≤ 5 ”, “концентрация АФП в крови ≤ 250 ” составили 79, 74, 73 и 69% ($p > 0,05$ для всех параметров). Пятилетняя БРВ для граничного значения в исследуемых параметрах “оценка по шкале LI-RADS ≤ 4 ”, “количество опухолевых узлов ≤ 6 ”, “диаметр наибольшего опухолевого узла ≤ 5 ”, “концентрация АФП в крови ≤ 250 ” составили 83, 70, 76 и 69% ($p < 0,05$ для всех параметров).

Доля пациентов, соответствующих Правилu 5-6-250/LI-RADS, Правилu 5-5-500 и Миланским критериям, составила 65,2, 60,9 и 36,2%. Пятилетняя ОВ пациентов, соответствующих условиям Правилu 5-5-500, Миланских критериев и Правилu 5-6-250/LI-RADS, составила 79, 78 и 76%. При сравнении критериев статистически значимых различий не выявлено ($p > 0,5$; рис. 4, 6). Пятилетняя БРВ пациентов, соответствующих условиям Правилu 5-5-500, Миланских критериев и Правилu 5-6-250/LI-RADS, составила 86, 91 и 85% ($p > 0,05$; рис. 5, 7).

Таблица 1. Характеристика пациентов

Table 1. Patient characteristics

Параметр	Все наблюдения	Р ГЦК	БР ГЦК	<i>p</i>
Число наблюдений, абс.	69	18	17	—
Возраст на момент ТП, лет	52 [48; 58]	52 [49; 63]	53 [48; 59]	0,467
Число мужчин, абс. (%)	44 (64)	16 (89)	8 (47)	0,011
Больных ЦП в исходе вирусного гепатита, абс. (%)				
всего	66 (96)	16 (94)	17 (100)	0,49
С	42 (61)	15 (83)	10 (59)	0,146
В	5 (7)	—	2 (12)	0,23
В + С	2 (3)	1 (5,5)	—	1
D	17 (25)	1 (5,5)	5 (29)	0,087
Больных ЦП по Child–Pugh, абс. (%)				
класс А	16 (23)	4 (22)	4 (24)	1,000
класс В	35 (51)	10 (56)	10 (59)	
класс С	18 (26)	4 (22)	3 (17)	
MELD-Na, баллы	13 [11; 18]	12 [11; 15]	13 [12; 19]	0,260
Число опухолей, абс.	2 [1; 3]	3 [1; 6]	2 [1; 3]	0,20
Размер наибольшей опухоли, см	3,5 [1,8; 5,0]	5,1 [2,7; 7,4]	3 [1,5; 4]	0,019
АФП, нг/мл	40,1 [17,8; 162,2]	42 [22,7; 380]	41,4 [41,4; 113]	0,85
Инвазия в сосуды при КТ, абс. (%)	5 (7)	3 (17)	—	0,22
LI-RADs, абс. (%)				
1	2 (3)	0	1 (5,9)	0,48
2	1 (2)	0	0	—
3	7 (10)	1 (6)	2 (11,8)	0,6
4	18 (26)	2 (11)	8 (47,1)	0,02
5	33 (48)	12 (67)	4 (23,5)	0,017
M	1 (2)	0	1 (5,9)	0,48
TIV	5 (7)	3 (17)	0	0,22
TR	2 (3)	0	1 (5,9)	0,48

Таблица 2. Частота превышения установленных граничных значений параметров**Table 2.** Frequency of exceeding the established limit values of parameters

Параметр	Граничное значение	Число наблюдений, абс. (%)		<i>p</i>
		Р ГЦК	БР ГЦК	
Оценка по шкале LI-RADS*	≤4	3 (16,7)	12 (70,6)	0,002
	>4	15 (83,3)	5 (29,4)	
Число опухолей, абс.	≤6	13 (72,2)	17 (100)	0,040
	>6	5 (27,8)	—	
Размер наибольшей опухоли, см	≤5	8 (44,4)	16 (94,1)	0,002
	>5	10 (55,6)	1 (5,9)	
АФП, нг/мл	≤250	12 (66,7)	14 (82,4)	0,440
	>250	6 (33,7)	3 (17,6)	

Примечание: * – при LR-M = 4, LR-TR = 5, LR-TIV = 6.

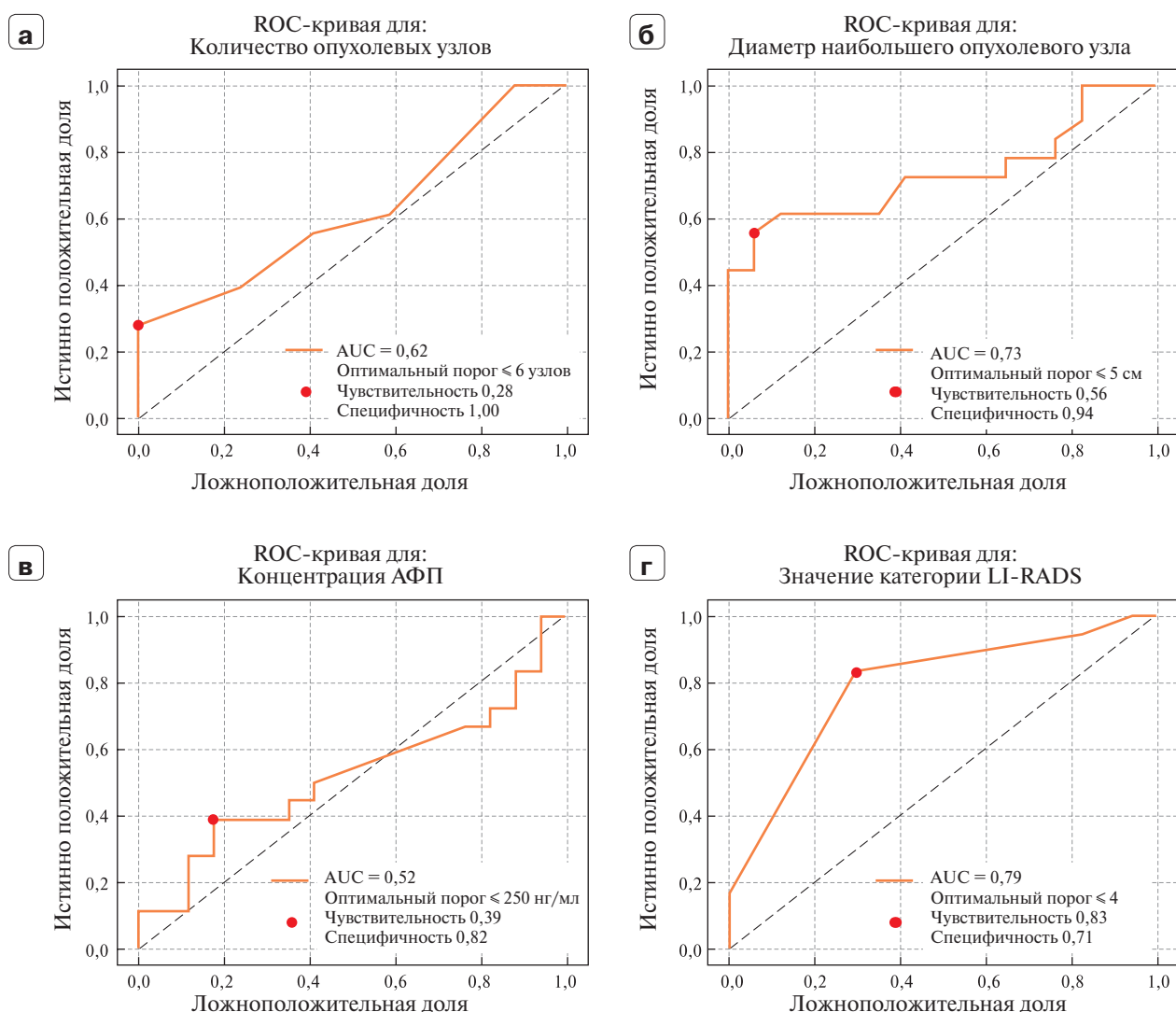


Рис. 1. Диаграмма. ROC-анализ с отображением пороговых значений предикторов рецидива ГЦК: **а** – число опухолевых узлов; **б** – размер наибольшего опухолевого узла; **в** – АФП; **г** – LI-RADS.

Fig. 1. Diagram. ROC analysis displaying threshold values of predictors for hepatocellular carcinoma recurrence: **а** – number of tumor nodules; **б** – size of the largest tumor nodule; **в** – concentration of alpha-fetoprotein; **г** – LI-RADS.

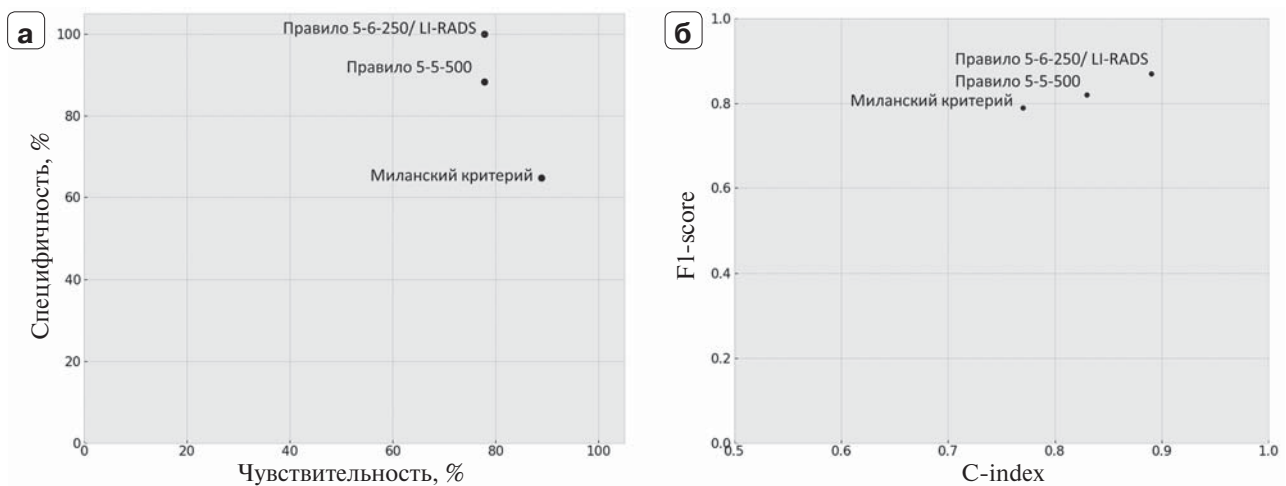


Рис. 2. Диаграмма. Предсказательная ценность Правила 5-6-250/LI-RADS, Миланских критериев, Правила 5-5-500: **а** – специфичность и чувствительность для нового критерия по сравнению с Миланскими критериями и Правилем 5-5-500; **б** – F1-score и C-index для нового критерия по сравнению с Миланскими критериями и Правилем 5-5-500.

Fig. 2. Diagram. Predictive value of the 5-6-250/LI-RADS rule, Milan criteria, and the 5-5-500 rule: **a** – specificity and sensitivity for the new criterion compared to Milan criteria and the 5-5-500 rule; **b** – F1-score and C-index for the new criterion compared to Milan criteria and the 5-5-500 rule.

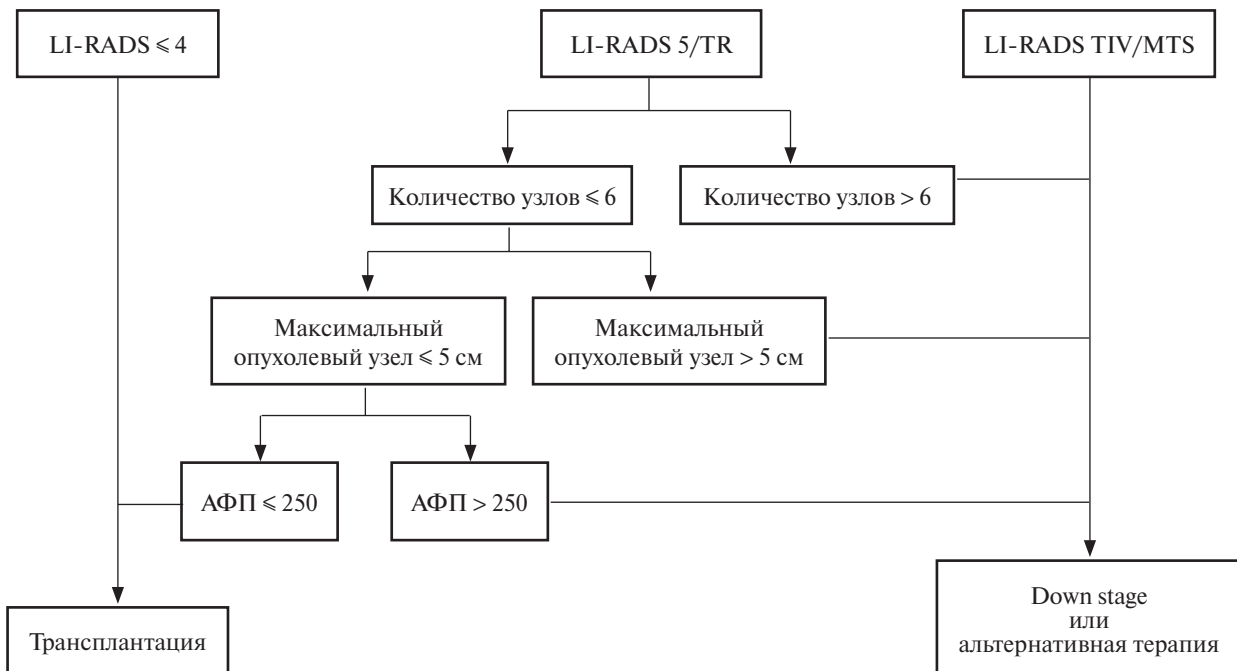
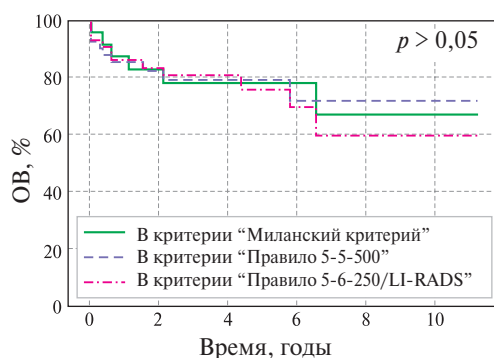


Рис. 3. Алгоритм принятия решений для ТП на основе Правила 5-6-250/LI-RADS.

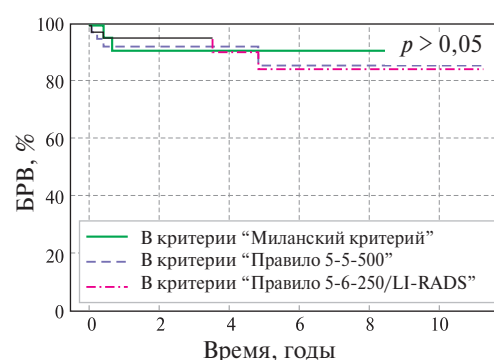
Fig. 3. Decision-making algorithm for liver transplantation based on the 5-6-250/LI-RADS rule.



Время, годы	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Миланский критерий, <i>n</i>	25	20	18	15	13	11	7	6	3	2	1
Правило 5-5-500, <i>n</i>	42	33	26	20	16	13	7	6	3	2	1
Правило 5-6-250/LI-RADS, <i>n</i>	45	36	29	23	19	14	8	6	3	2	1

Рис. 4. Диаграмма. ОВ пациентов после ТП по поводу ГЦК, соответствующих Миланским критериям, Правилу 5-5-500 и Правилу 5-6-250/LI-RADS.

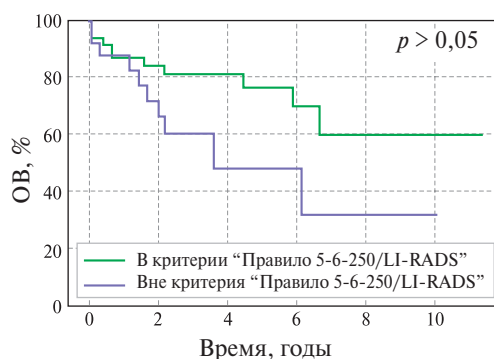
Fig. 4. Diagram. Overall survival of patients after liver transplantation for hepatocellular carcinoma meeting Milan criteria, the 5-5-500 rule, and the 5-6-250/LI-RADS rule.



Время, годы	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Миланский критерий, <i>n</i>	25	19	18	15	13	11	7	6	3	2	1
Правило 5-5-500, <i>n</i>	42	33	26	20	16	12	6	6	3	2	1
Правило 5-6-250/LI-RADS, <i>n</i>	45	36	29	23	18	13	7	6	3	2	1

Рис. 5. Диаграмма. БВ пациентов, соответствующих Миланским критериям, Правилу 5-5-500 и 5-6-250/LI-RADS.

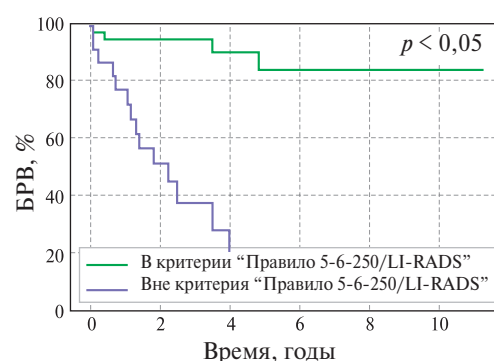
Fig. 5. Diagram. Disease-free survival of patients meeting Milan criteria, the 5-5-500 rule, and the 5-6-250/LI-RADS rule.



Время, годы	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
В критерии, <i>n</i>	45	36	29	23	19	14	8	6	3	2	1
Вне критерия, <i>n</i>	24	18	13	5	4	3	3	1	1	1	0

Рис. 6. Диаграмма. ОВ пациентов, соответствующих и не соответствующих Правилу 5-6-250/LI-RADS.

Fig. 6. Diagram. Overall survival of patients who met and did not meet the 5-6-250/LI-RADS rule.



Время, годы	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
В критерии, <i>n</i>	45	36	29	23	18	13	7	6	3	2	1
Вне критерия, <i>n</i>	24	16	10	4	3	2	2	1	1	1	0

Рис. 7. Диаграмма. БВ пациентов, соответствующих и не соответствующих Правилу 5-6-250/LI-RADS.

Fig. 7. Diagram. Disease-free survival of patients who met and did not meet the 5-6-250/LI-RADS rule.

● Обсуждение

Разработана и предложена новая модель отбора пациентов для ТП при ГЦК на основе размера наибольшей опухоли, числа опухолей, АФП и максимального значения LI-RADS (при LR-M = 4, LR-TR = 5, LR-TIV = 6). Новый критерий — Правило 5-6-250/LI-RADS — был создан для улучшения точности прогнозирования рецидива ГЦК и обеспечения оптимальных показателей БРВ и ОВ. Для удобства критерий реализован в виде онлайн-калькулятора (<https://www.medianalytix.ru/criterii>). Новый критерий по точности, пятилетней БРВ и ОВ не уступает Миланским критериям и Правилу 5-5-500, но расширяет когорту пациентов, в лечении которых может быть применена ТП.

Необходимо отметить, что, хотя пороговое значение АФП 250 нг/мл обладало максимальным C-index на основе ROC-анализа, статистически значимой разницы между частотами этого признака в группах Р ГЦК и БР ГЦК не было ($p > 0,05$). Тем не менее этот показатель включили в Правило 5-6-250/LI-RADS по нескольким причинам. Во-первых, концентрация АФП является общепризнанным прогностическим маркером при ГЦК, который широко применяют в существующих критериях отбора пациентов для ТП, таких как 5-5-500 и др. [4]. Во-вторых, при анализе всей когорты пациентов уровень АФП >250 нг/мл был ассоциирован с меньшей БРВ ($p < 0,05$). Это подтверждает его клиническую значимость. Таким образом, включение АФП в критерий способствует более точной стратификации риска и улучшает прогноз исходов ТП. В дальнейшем, с увеличением объема выборки и накоплением дополнительных данных, планируем провести более детальный анализ прогностической ценности АФП и уточнить его оптимальное пороговое значение.

Включение параметра LI-RADS в критерий позволило увеличить специфичность, F1-score и C-index, а также расширить показания к ТП при ГЦК без ухудшения пятилетней БРВ, ОВ по сравнению с общепринятыми критериями. Важно отметить возможные сложности с корректной оценкой опухолевого процесса по классификации LI-RADS. В обсуждаемом исследовании результаты КТ оценивали наиболее опытные специалисты по лучевой диагностике. В многоцентровом исследовании [12] было показано, что интерпретация LI-RADS субъективна и что степень согласованности оценок среди опытных врачей была статистически значимо больше, чем среди остальных специалистов: 0,68 и 0,62 ($p = 0,03$). Это подчеркивает необходимость стандартизации методов оценки по LI-RADS. Одним из вариантов является использование методов машинного обучения. В одном из исследований [13] показано, что модель на

основе глубокого машинного обучения достигла 90% точности в диагностике ГЦК. Кроме того, модель эффективно оценивала число опухолей, что является важным для клинической практики.

Для увеличения достоверности и оптимизации критерия необходимы дальнейшие исследования, включая межцентровые с расширением базы данных. Это позволит уточнить пороговые значения и усовершенствовать критерии отбора пациентов.

● Заключение

Предложенный критерий “Правило 5-6-250/LI-RADS” позволяет расширить показания к ТП у пациентов с ГЦК на фоне ЦП при сохранении пятилетней БРВ и ОВ на уровне Миланских критериев и Правил 5-5-500.

Для подтверждения, улучшения и оптимизации полученных результатов, а также популяризации этого подхода в клинической практике необходимы дополнительные исследования, включая уточнение выбранных граничных значений на большем количестве данных, валидацию критерия и использование методов машинного обучения для стандартизации оценки LI-RADS.

Участие авторов

Восканян С.Э. — разработка концепции и общего плана исследования, анализ данных, редактирование, ответственность за целостность всех частей статьи, окончательное утверждение рукописи для публикации.

Рудаков В.С. — сбор и обработка материала, подготовка рукописи к публикации, статистическая обработка данных, написание текста.

Сушков А.И. — подготовка рукописи к публикации, редактирование.

Попов М.В. — подготовка рукописи к публикации, редактирование.

Башков А.Н. — сбор и обработка материала.

Губарев К.К., Муктаржан М., Колышев И.Ю., Найденов Е.В., Кордонова О.О., Шабалин М.В., Артемьев А.И. — сбор материала.

Authors contribution

Voskanyan S.E. — concept and design of the study, data analysis, editing, responsibility for the integrity of all parts of the article, approval of the final version of the article.

Rudakov V.S. — collection and processing of material, preparation of the manuscript for publication, statistical analysis, writing text.

Sushkov A.I. — preparation of the manuscript for publication, editing.

Popov M.V. — preparation of the manuscript for publication, editing.

Bashkov A.N. — collection and analysis of data.

Gubarev K.K., Muktarjan M., Kolychev I.Y., Naydenov E.V., Kordonova O.O., Shabalin M.V., Artemyev A.I. — collection of data.

● Список литературы

- Sung H., Ferlay J., Siegel R.L., Laversanne M., Soerjomataram I., Jemal A., Bray F. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA Cancer J. Clin.* 2021; 71 (3): 209–249. <https://doi.org/10.3322/caac.21660>
- Horwitz J.K., Agopian V.G. Indication of liver transplant for HCC: current status and future directions. *Curr. Hepatol. Rep.* 2024; 23 (1): 185–192. <https://doi.org/10.1007/s11901-024-00641-y>
- Восканян С.Э., Сушков А.И., Артемьев А.И., Рудаков В.С., Колышев И.Ю., Губарев К.К., Забежинский Д.А., Попов М.В. Программа трансплантации печени в Федеральном медицинском биофизическом центре им. А.И. Бурназяна: опыт 500 операций. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.* 2024; 7: 45–60. <https://doi.org/10.17116/hirurgia202407145>
- Восканян С.Э., Рудаков В.С., Сушков А.И., Попов М.В., Башков А.Н., Губарев К.К., Артемьев А.И., Колышев И.Ю., Муктаржан М., Пашков А.Н., Найденев Е.В., Светлакова Д.С. Новая прогностическая модель исходов трансплантации печени по поводу гепатоцеллюлярной карциномы. *Трансплантология.* 2024; 16 (3): 278–290. <https://doi.org/10.23873/2074-0506-2024-16-3-278-290>
- Mazzaferro V., Regalia E., Doci R., Andreola S., Pulvirenti A., Bozzetti F., Montalto F., Ammatuna M., Morabito A., Gennari L. Liver transplantation for the treatment of small hepatocellular carcinomas in patients with cirrhosis. *N. Engl. J. Med.* 1996; 334 (11): 693–700. <https://doi.org/10.1056/NEJM199603143341104>
- Олисов О.Д., Новрузбеков М.С., Гуляев В.А., Луцык К.Н. Роль ингибиторов кальциневрина в прогрессии гепатоцеллюлярной карциномы после трансплантации печени. *Трансплантология.* 2022; 14 (3): 292–300. <https://doi.org/10.23873/2074-0506-2022-14-3-292-300>
- Восканян С.Э., Найденев Е.В., Артемьев А.И., Колышев И.Ю., Забежинский Д.А., Губарев К.К., Рудаков В.С., Шабалин М.В., Сушков А.И., Попов М.В., Светлакова Д.С., Мальцева А.П., Муктаржан М., Садыхов З., Видмер Е.В. Отдаленные результаты трансплантации печени при гепатоцеллюлярном раке. *Анналы хирургической гепатологии.* 2021; 26 (2): 68–82. <https://doi.org/10.16931/10.16931/1995-5464.2021-2-68-82>
- Восканян С.Э., Сушков А.И., Артемьев А.И., Забежинский Д.А., Найденев Е.В., Башков А.Н., Чучуев Е.С., Шабалин М.В., Сюткин В.Е. Salvage-трансплантация печени при лечении гепатоцеллюлярной карциномы. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.* 2019; 10: 21–28. <https://doi.org/10.17116/hirurgia201910121>
- Schima W., Heiken J. LI-RADS v2017 for liver nodules: how we read and report. *Cancer Imaging.* 2018; 18 (1): 14. <https://doi.org/10.1186/s40644-018-0149-5>
- Mazzaferro V., Sposito C., Zhou J., Pinna A.D., De Carlis L., Fan J., Cescon M., Di Sandro S., He Y.F., Lauterio A., Bongini M., Cucchetti A. Metroticket 2.0 model for analysis of competing risks of death after liver transplantation for hepatocellular carcinoma. *Gastroenterology.* 2018; 154: 128–139. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2017.09.025>
- Centonze L., Di Sandro S., Lauterio A., De Carlis R., Sgrazutti C., Ciulli C., Vella I., Vicentin I., Incarboni N., Bagnardi V., Vanzulli A., De Carlis L. A retrospective single-centre analysis of the oncological impact of LI-RADS classification applied to Metroticket 2.0 calculator in liver transplantation: every nodule matters. *Transpl. Int.* 2021; 34 (9): 1712–1721. <https://doi.org/10.1111/tri.13983>
- Hong C.W., Chernyak V., Choi J.-Y., Lee S., Potu C., Delgado T., Wolfson T., Gamst A., Birnbaum J., Kampalath R., Lall C., Lee J.T., Owen J.W., Aguirre D.A., Mendiratta-Lala M., Davenport M.S., Masch W., Roudenko A., Lewis S.C., Kierans A.S., Hecht E.M., Bashir M.R., Brancatelli G., Douek M.L., Ohliger M.A., Tang A., Cerny M., Fung A., Costa E.A., Corwin M.T., McGahan J.P., Kalb B., Elsayes K.M., Surabhi V.R., Blair K., Marks R.M., Horvat N., Best S., Ash R., Ganesan K., Kagay C.R., Kambadakone A., Wang J., Cruite I., Bijan B., Goodwin M., Cunha G.M., Tamayo-Murillo D., Fowler K.J., Sirlin C.B. A Multicenter assessment of interreader reliability of LI-RADS version 2018 for MRI and CT. *Radiology.* 2023; 307 (5): e222855. <https://doi.org/10.1148/radiol.222855>
- Wang K., Liu Y., Chen H., Yu W., Zhou J., Wang X. Fully automating LI-RADS on MRI with deep learning-guided lesion segmentation, feature characterization, and score inference. *Front. Oncol.* 2023; 13: 1153241. <https://doi.org/10.3389/fonc.2023.1153241>

● References

- Sung H., Ferlay J., Siegel R.L., Laversanne M., Soerjomataram I., Jemal A., Bray F. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA Cancer J. Clin.* 2021; 71 (3): 209–249. <https://doi.org/10.3322/caac.21660>
- Horwitz J.K., Agopian V.G. Indication of liver transplant for HCC: current status and future directions. *Curr. Hepatol. Rep.* 2024; 23 (1): 185–192. <https://doi.org/10.1007/s11901-024-00641-y>
- Voskanyan S.E., Sushkov A.I., Artemiev A.I., Rudakov V.S., Kolyshev I.Yu., Gubarev K.K., Zabezhinskiy D.A., Popov M.V. Liver transplantation program at the Burnasyan Federal Biophysical Center: experience in 500 procedures. *Pirogov Russian Journal of Surgery = Khirurgiya. Zhurnal imeni N.I. Pirogova.* 2024; 7: 45–60. <https://doi.org/10.17116/hirurgia202407145> (In Russian)
- Voskanyan S.E., Rudakov V.S., Sushkov A.I., Popov M.V., Bashkov A.N., Gubarev K.K., Artemyev A.I., Kolyshev I.Yu., Muktarzhan M., Pashkov A.N., Naydenov E.V., Svetlakova D.S. New prognostic model for liver transplantation outcomes in hepatocellular carcinoma. *Transplantologiya. The Russian Journal of Transplantation.* 2024; 16 (3): 278–290. <https://doi.org/10.23873/2074-0506-2024-16-3-278-290> (In Russian)
- Mazzaferro V., Regalia E., Doci R., Andreola S., Pulvirenti A., Bozzetti F., Montalto F., Ammatuna M., Morabito A., Gennari L. Liver transplantation for the treatment of small hepatocellular carcinomas in patients with cirrhosis. *N. Engl. J. Med.* 1996; 334 (11): 693–700. <https://doi.org/10.1056/NEJM199603143341104>
- Olisov O.D., Novruzbekov M.S., Gulyaev V.A., Lutsyk K.N. The role of calcineurin inhibitors in the progression of hepatocellular carcinoma after liver transplantation. *Transplantologiya. The Russian Journal of Transplantation.* 2022; 14 (3): 292–300. <https://doi.org/10.23873/2074-0506-2022-14-3-292-300> (In Russian)
- Voskanyan S.E., Naidenov E.V., Artemiev A.I., Kolyshev I.Yu., Zabezhinsky D.A., Gubarev K.K., Rudakov V.S., Shabalin M.V., Sushkov A.I., Popov M.V., Svetlakova D.S., Maltseva A.P., Muktarzhan M., Sadykhov Z., Vidmer E.V. Long-term results of liver transplantation for hepatocellular cancer. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB Surgery.* 2021;

- 26 (2): 68–82. <https://doi.org/10.16931/10.16931/1995-5464.2021-2-68-82> (In Russian)
8. Voskanyan S.E., Sushkov A.I., Artem'ev A.I., Zabezhinskiy D.A., Naidyonov E.V., Bashkov A.N., Chuchuev E.S., Shabalin M.V., Syutkin V.E. Salvage liver transplantation for hepatocellular carcinoma. *Pirogov Russian Journal of Surgery = Khirurgiya. Zhurnal imeni N.I. Pirogova*. 2019; 10: 21–28. <https://doi.org/10.17116/hirurgia201910121> (In Russian)
 9. Schima W., Heiken J. LI-RADS v2017 for liver nodules: how we read and report. *Cancer Imaging*. 2018; 18 (1): 14. <https://doi.org/10.1186/s40644-018-0149-5>
 10. Mazzaferro V., Sposito C., Zhou J., Pinna A.D., De Carlis L., Fan J., Cescon M., Di Sandro S., He Y.F., Lauterio A., Bongini M., Cucchetti A. Metroticket 2.0 model for analysis of competing risks of death after liver transplantation for hepatocellular carcinoma. *Gastroenterology*. 2018; 154: 128–139. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2017.09.025>
 11. Centonze L., Di Sandro S., Lauterio A., De Carlis R., Sgrazutti C., Ciulli C., Vella I., Vicentin I., Incarbone N., Bagnardi V., Vanzulli A., De Carlis L. A retrospective single-centre analysis of the oncological impact of LI-RADS classification applied to Metroticket 2.0 calculator in liver transplantation: every nodule matters. *Transpl. Int.* 2021; 34 (9): 1712–1721. <https://doi.org/10.1111/tri.13983>
 12. Hong C.W., Chernyak V., Choi J.-Y., Lee S., Potu C., Delgado T., Wolfson T., Gamst A., Birnbaum J., Kampalath R., Lall C., Lee J.T., Owen J.W., Aguirre D.A., Mendiratta-Lala M., Davenport M.S., Masch W., Roudenko A., Lewis S.C., Kierans A.S., Hecht E.M., Bashir M.R., Brancatelli G., Douek M.L., Ohliger M.A., Tang A., Cerny M., Fung A., Costa E.A., Corwin M.T., McGahan J.P., Kalb B., Elsayes K.M., Surabhi V.R., Blair K., Marks R.M., Horvat N., Best S., Ash R., Ganesan K., Kagay C.R., Kambadakone A., Wang J., Cruite I., Bijan B., Goodwin M., Cunha G.M., Tamayo-Murillo D., Fowler K.J., Sirlin C.B. A Multicenter assessment of interreader reliability of LI-RADS version 2018 for MRI and CT. *Radiology*. 2023; 307 (5): e222855. <https://doi.org/10.1148/radiol.222855>
 13. Wang K., Liu Y., Chen H., Yu W., Zhou J., Wang X. Fully automating LI-RADS on MRI with deep learning-guided lesion segmentation, feature characterization, and score inference. *Front. Oncol.* 2023; 13: 1153241. <https://doi.org/10.3389/fonc.2023.1153241>

Сведения об авторах [Authors info]

Восканян Сергей Эдуардович — доктор мед. наук, профессор, член-корр. РАН, заместитель главного врача по хирургии, руководитель Центра хирургии и трансплантологии, заведующий кафедрой хирургии с курсами онкологии, эндоскопии, хирургической патологии, клинической трансплантологии и органного донорства Медико-биологического университета инноваций и непрерывного образования ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. <https://orcid.org/0000-0001-5691-5398>. E-mail: Voskanyan_SE@mail.ru

Рудаков Владимир Сергеевич — канд. мед. наук, врач-хирург Центра хирургии и трансплантологии ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. <https://orcid.org/0000-0002-3171-6621>. E-mail: Rudakov_vc@list.ru

Сушков Александр Игоревич — канд. мед. наук, заведующий лабораторией новых хирургических технологий ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. <https://orcid.org/0000-0002-1561-6268>. E-mail: sushkov.transpl@gmail.com

Попов Максим Васильевич — канд. мед. наук, врач-хирург отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. <https://orcid.org/0000-0002-6558-7143>. E-mail: maximmsk@mail.ru

Башков Андрей Николаевич — канд. мед. наук, заведующий отделением компьютерной диагностики ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. <https://orcid.org/0000-0002-4560-6415>. E-mail: abashkov@yandex.ru

Губарев Константин Константинович — доктор мед. наук, заведующий хирургическим отделением по координации донорства органов и (или) тканей человека ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. <https://orcid.org/0000-0001-9006-163X>. E-mail: kkgubarev@gmail.com

Муктаржан Марлен — врач-хирург хирургического отделения по координации донорства органов и (или) тканей человека ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. <https://orcid.org/0000-0003-4967-1588>. E-mail: marlen-94@inbox.ru

Колышев Илья Юрьевич — канд. мед. наук, заведующий хирургическим отделением №1 ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. <https://orcid.org/0000-0002-6254-130X>. E-mail: diffdiagnoz@mail.ru

Найденев Евгений Владимирович — канд. мед. наук, врач-хирург хирургического отделения №2 ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. <https://orcid.org/0000-0002-9753-4345>. E-mail: naydyonov@pochta.ru

Кордонова Ольга Олеговна — врач-терапевт хирургического отделения №2 ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. <https://orcid.org/0009-0003-9173-4535>. E-mail: olga.kordonova@yandex.ru

Шабалин Максим Вячеславович — канд. мед. наук, врач-хирург хирургического отделения №1 ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. <https://orcid.org/0000-0002-4527-0448>. E-mail: shabalin.max.v@mail.ru

Артемьев Алексей Игоревич — канд. мед. наук, заведующий хирургическим отделением №2 ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. <https://orcid.org/0000-0002-1784-5945>. E-mail: coma2000@yandex.ru

Для корреспонденции*: Рудаков Владимир Сергеевич — e-mail: Rudakov_VC@list.ru

Sergey E. Voskanyan – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Deputy Chief Physician for Surgical Care, Head of Center for Surgery and Transplantation; Head of Department of Surgery with Courses in Oncology, Endoscopy, Surgical Pathology, Clinical Transplantology, and Organ Donation at the Medical and Biological University of Innovation and Continuing Education, A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of the FMBA of Russia. <https://orcid.org/0000-0001-5691-5398>. E-mail: Voskanyan_SE@mail.ru

Vladimir S. Rudakov – Cand. of Sci. (Med.), Surgeon, Center for Surgery and Transplantation, A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of the FMBA of Russia. <https://orcid.org/0000-0002-3171-6621>. E-mail: Rudakov_vc@list.ru

Alexander I. Sushkov – Cand. of Sci. (Med.), Head of Laboratory of New Surgical Technologies, A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of the FMBA of Russia. <https://orcid.org/0000-0002-1561-6268>. E-mail: sushkov.transpl@gmail.com

Maxim V. Popov – Cand. of Sci. (Med.), Surgeon, Department of X-ray Surgical Methods of Diagnosis and Treatment, A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of the FMBA of Russia. <https://orcid.org/0000-0002-6558-7143>. E-mail: maximmsk@mail.ru

Andrey N. Bashkov – Cand. of Sci. (Med.), Head of the Department of Computer Diagnostics, A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of the FMBA of Russia. <https://orcid.org/0000-0002-4560-6415>. E-mail: abashkov@yandex.ru

Konstantin K. Gubarev – Doct. of Sci. (Med.), Head of Surgical Department, Coordination Center for Human Organ and/or Tissue Donation, A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of the FMBA of Russia. <https://orcid.org/0000-0001-9006-163X>. E-mail: kkgubarev@gmail.com

Marlen Mukhtazhan – Surgeon, Surgical Department, Coordination Center for Human Organ and/or Tissue Donation, A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of the FMBA of Russia. <https://orcid.org/0000-0003-4967-1588>. E-mail: marlen-94@inbox.ru

Илья Y. Kolychev – Cand. of Sci. (Med.), Head of Surgical Department No. 1, A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of the FMBA of Russia. <https://orcid.org/0000-0002-6254-130X>. E-mail: diffdiagnoz@mail.ru

Evgeny V. Naydenov – Cand. of Sci. (Med.), Surgeon, Surgical Department No. 2, A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of the FMBA of Russia. <https://orcid.org/0000-0002-9753-4345>. E-mail: naydyonov@pochta.ru

Olga O. Kordonova – Physician-therapist, Surgical Department No. 2, A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of the FMBA of Russia. <https://orcid.org/0009-0003-9173-4535>. E-mail: olga.kordonova@yandex.ru

Maxim V. Shabalin – Cand. of Sci. (Med.), Surgeon, Surgical Department No. 1, A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of the FMBA of Russia. <https://orcid.org/0000-0002-4527-0448>. E-mail: shabalin.max.v@mail.ru

Alexey I. Artemyev – Cand. of Sci. (Med.), Head of Surgical Department No. 2, A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of the FMBA of Russia. <https://orcid.org/0000-0002-1784-5945>. E-mail: coma2000@yandex.ru

For correspondence*: Vladimir S. Rudakov – e-mail: Rudakov_VC@list.ru

Статья поступила в редакцию журнала 26.09.2024.
Received 26 September 2024.

Принята к публикации 28.01.2025.
Accepted for publication 28 January 2025.