

<https://doi.org/10.17238/2072-3180-2026-1-123-131>

УДК: 006.617-089

© Шагдалеев Р.Ф., Тонеев Е.А., Власов А.П., Смолькина А.В., Глумнушина Д.В., Крымзалова Н.Д., Белова М.А., Белова С.В., Евсеев Р.М., 2026

Оригинальная статья / Original article



ПРОГНОСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ РИСКА ЗАТЯЖНОГО ПЛЕВРАЛЬНОГО ВЫПОТА ПОСЛЕ ЛОБЭКТОМИИ НА ДООПЕРАЦИОННОМ ЭТАПЕ

Р.Ф. ШАГДАЛЕЕВ^{1,2*} (1shagdaleev@gmail.com), Е.А. ТОНЕЕВ^{1,2}, А.П. ВЛАСОВ³, А.В. СМОЛЬКИНА², Д.В. ГЛУМНУШИНА², Н.Д. КРЫМЗАЛОВА², М.А. БЕЛОВА², С.В. БЕЛОВА², Р.М. ЕВСЕЕВ²

¹ Государственное учреждение здравоохранения «Областной клинический онкологический диспансер», 432017, Ульяновск, Россия

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Ульяновский государственный университет», 432017, Ульяновск, Россия

³ Национальный исследовательский мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева, 43005, Саранск, Россия

Резюме

Введение. Разработать номограмму и калькулятор дооперационной оценки риска затяжного плеврального выпота у пациентов после лобэктомии при раке легкого с целью обеспечения ранней профилактики данного осложнения.

Материалы и методы. Исследование выполнено на базе хирургического отделения торакальной онкологии ГУЗ ОКОД г. Ульяновск, в анализ были включены пациенты, которым была выполнена лобэктомия с 01.01.2023 по 01.01.2025 на базе хирургического отделения торакальной онкологии ГУЗ «Областной онкологический диспансер» г. Ульяновск (свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2025621960). Всего в исследование включено 215 пациентов, 115 из которых были без затяжного плеврального выпота (ЗПВ) и 100 с наличием данного осложнения. После статистического анализа выполнен bootstrap данных и выполнена калибровка логистической регрессии на основе машинного обучения искусственного интеллекта.

Полученные результаты. частота развития затяжного плеврального выпота – 100/215 (46,5 %). При выполнении многофакторного статистического анализа определены статистически значимые факторы: количественное значение лейкоцитов, нейтрофилов, лимфоцитов в общем анализе крови до операции, индекс-Тиффно, а также видео-ассистированный доступ. Разработанная прогностическая модель показала высокую чувствительность (85 %) и специфичность (61,7 %).

Выводы: частота развития затяжного плеврального выпота в исследовании – 100/215 (46,5 %). Разработана прогностическая модель и интерактивный калькулятор для оценки риска затяжного плеврального выпота у пациентов после лобэктомии.

Ключевые слова: рак легкого, затяжной плевральный выпот, лобэктомия, прогностическая модель, калькулятор, машинное обучение, искусственный интеллект

Конфликт интересов: отсутствует.

Для цитирования: Шагдалеев Р.Ф., Тонеев Е.А., Власов А.П., Смолькина А.В., Глумнушина Д.В., Крымзалова Н.Д., Белова М.А., Белова С.В., Евсеев Р.М. Прогностическая модель оценки риска затяжного плеврального выпота после лобэктомии на дооперационном этапе. *Московский хирургический журнал*, 2026. № 1. С. 123–131. <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2026-1-123-131>

Вклад авторов: Шагдалеев Р.Ф. – разработка идеи исследования, методологическое обеспечение, руководство проектом и окончательное редактирование рукописи, Тонеев Е.А. – сбор и обработка данных, выполнение основных расчетов, подготовка чернового варианта рукописи, Власов А.П. – разработка идеи исследования, методологическое обеспечение, Смолькина А.В. – статистический анализ данных и проверка результатов на предмет достоверности, Глумнушина Д.В. – участие в интерпретации данных и написание разделов рукописи, Крымзалова Н.Д. – критическое чтение и редактирование текста, корректировка стиля изложения, Белова М.А. – корректировка стиля изложения, поиск литературы, Белова С.В., Евсеев Р.М. – поиск литературы.

PREDICTIVE MODEL FOR PREOPERATIVE RISK ASSESSMENT OF PROLONGED PLEURAL EFFUSION FOLLOWING LOBECTOMY

ROMAN F. SHAGDALEEV^{1,2} (1shagdaleev@gmail.com), EVGENIY A. TONEEV^{1,2}, ALEKSEY P. VLASOV³, ANTONINA V. SMOLKINA², DARYA V. GLUMNUSHINA², NATALYA D. KRYMZALOVA², MARIA A. BELOVA², SVETLANA V. BELOVA², ROMAN. M. EVSEEV²

¹ State Healthcare Institution Regional Oncological Dispensary, 432017, Ulyanovsk, Russia

² Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Ulyanovsk State University, 432017, Ulyanovsk, Russia

³ National Research Mordovia State University, 430005, Saransk, Russia

Abstract

Introduction. To develop a nomogram and a preoperative risk calculator for predicting prolonged pleural effusion (PPE) in patients undergoing lobectomy for lung cancer, aimed at early prevention of this complication.

Materials and methods. The study was conducted at the Thoracic Oncology Surgery Department of the Regional Oncology Dispensary in Ulyanovsk, Russia. It included patients who underwent lobectomy between January 1, 2023, and January 1, 2025 (State Registration Certificate № 2025621960 for the database). A total of 215 patients were analyzed, of whom 115 did not develop PPE and 100 experienced the complication. After statistical analysis, bootstrap resampling was applied and logistic regression calibration was performed using artificial intelligence-based machine learning techniques.

Results. The incidence of prolonged pleural effusion was 100 out of 215 patients (46,5 %). Multivariate analysis identified significant predictors: preoperative white blood cell, neutrophil, and lymphocyte counts; Tiffeneau index; and video-assisted thoracoscopic access. The developed predictive model demonstrated high sensitivity (85 %) and specificity (61,7 %).

Conclusion. The incidence of prolonged pleural effusion in this study was 46.5 %. A predictive model and interactive risk calculator for PPE following lobectomy have been developed.

Key words: reconstructive surgery, lipoabdominoplasty, electrodissection, Valleylab, seroma, hematoma, pain syndrome

Conflict of interests: none.

For citation: Shagdaleev R.F., Toneev E.A., Vlasov A.P., Smolkina A.V., Glumnushina D.V., Krymzalova D.V., Belova M.A., Belova S.V., Evseev R.M. Predictive Model for Preoperative Risk Assessment of Prolonged Pleural Effusion Following Lobectomy. *Moscow Surgical Journal*, 2026, № 1, pp. 123–131. <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2026-1-123-131>

Contribution of the authors: Shagdaleev R.F. – development of the research idea, methodological support, project supervision, and final editing of the manuscript; Toneev E.A. – data collection and processing, performing main calculations, and preparation of the initial draft of the manuscript; Vlasov A.P. – study concept development, methodological support; Smolkina A.V. – statistical analysis of data and verification of results for reliability; Glumnushina D.V. – participation in data interpretation and writing sections of the manuscript; Krymzalova N.D. – critical review and editing of the text, adjustment of the presentation style; Belova M.A. – literature search, adjustment of the presentation style; Belova S.V., Evseev R.M. – literature search.

Введение

Лобэктомия с медиастинальной лимфодиссекцией представляет собой серьёзное хирургическое вмешательство, широко применяемое при злокачественных новообразованиях лёгкого. Несмотря на прогресс в области медицины, подобные операции могут сопровождаться различными осложнениями. Одним из наиболее распространённых осложнений является затяжной плевральный выпот, частота которого варьируется по данным авторов от 10,8 % до 49 % [1].

В современной медицинской практике отсутствует единый подход к определению критериев, позволяющих предсказать вероятность развития затяжного плеврального выпота. Имеются сведения, указывающие на то, что раннее удаление плеврального дренажа создаёт благоприятные условия для последующей реабилитации пациента. Однако точное время удаления дренажа установить затруднительно. Несвоевременное удаление дренажа может не только увеличить продолжительность пребывания пациента в стационаре, но и привести к возникновению нежелательных осложнений, таких как гидроторакс, что, в свою очередь, может потребовать повторной плевральной пункции и дренирования [2, 3].

В настоящее время, параметры, определяющие необходимость своевременного и безопасного извлечения дренажной трубки из плевральной полости, значительно различаются и колеблются в диапазоне от 150 до 500 миллилитров в сутки [3].

Однако ряд исследователей прибегают к использованию и других методов. Ввиду того, что на сегодняшний день не существует чётких критериев для определения затяжного плеврального выпота (ЗПВ), некоторые авторы опытным путём пришли к выводу, что его пороговым значением можно считать 5 суток, а диапазон нахождения дренажа в плевральной полости может варьироваться от 3 до 15 суток при условии отсутствия гнойно-воспалительных осложнений [4, 5].

В настоящее время, при внимательном изучении научной литературы, не обнаружено публикаций, содержащих прогностические модели, которые могли бы предсказать вероятность развития затяжного плеврального выпота у пациентов после проведения лобэктомии по дооперационным и интраоперационным параметрам.

Целью данного исследования является разработка прогностической модели и создание интерактивного калькулятора для определения риска развития затяжного

плеврального выпота на дооперационном этапе с использованием методов машинного обучения и искусственного интеллекта.

Материалы и методы

Затяжной плевральный выпот – это длительно сохраняющееся скопление жидкости в плевральной полости после лобэктомии, которое не разрешается самостоятельно или после стандартного лечения в течение нескольких недель или месяцев. Такой выпот требует тщательной диагностики, так как может указывать на серьезные заболевания.

Авторы провели анализ данных о пациентах, которым было проведено хирургическое лечение рака лёгкого в период с 1 января 2023 года по 1 января 2024 года в хирургическом отделении торакальной онкологии Ульяновского областного клинического онкологического диспансера [6].

Критерии включения:

1. Подтверждение наличия рака лёгкого с помощью гистологического исследования.
2. Лобэктомия с медиастинальной лимфодиссекцией.
3. Сохранность целостности лёгочной ткани в течение суток после хирургического вмешательства.
4. Согласно результатам рентгенографии, лёгкое полностью расправилось в течение суток.

Критерии исключения:

1. В течение суток после операции по удалению доли лёгкого не обеспечивается полная герметичность дренажной системы.
2. Злокачественный плеврит, который был подтверждён с помощью цитологического исследования.
3. Операции, которые проводились на грудной клетке в прошлом.
4. Вторичное хирургическое вмешательство в первые дни после операции (повторная торакоскопия и торакотомия).

Стадирование опухолевого процесса было проведено соответствии с классификацией TNM, пересмотренной в 8-й редакции, которая была утверждена Международным союзом по борьбе с раком (UICC).

В рамках исследования воспалительных процессов были проведены следующие исследования:

- 1) В ходе общего анализа крови были определены значения лейкоцитов, гемоглобина, нейтрофилов и лимфоцитов, а также количество тромбоцитов.
- 2) Были рассчитаны индексы, такие как нейтрофильно-лимфоцитарный (НЛИ) и тромбоцитарно-лимфоцитарный (ТЛИ). Эти показатели были измерены до проведения операции.
- 3) В рамках биохимического анализа крови были определены уровни общего белка, креатинина, мочевины, С-реактивного белка и фибриногена. Эти показатели были измерены до операции.

Операция проводилась с использованием высокотехнологичного метода – видео-ассистированной торакоскопической лобэктомии (ВТС-лобэктомии), который предполагает многопортовый доступ. Торакотомия осуществлялась стандартным образом в четвёртом или пятом межреберье. Для обеспечения эффективного дренирования плевральной полости использовался один дренаж, который устанавливался в восьмом межреберье по задней подмышечной линии в куполе плевральной полости. Дренирование проводилось без активной аспирации по методу Бюлау. С первых суток послеоперационного периода осуществлялся тщательный мониторинг объёма плевральной жидкости по дренажу. Рентгенография органов грудной клетки проводилась в первые сутки после операции, а затем по клиническим показаниям. Ежедневно осуществлялся мониторинг объёма жидкости, эвакуируемой через дренаж. На вторые и пятые сутки, а также в день извлечения дренажа, если оно имело место ранее, проводился анализ состава плевральной жидкости, включающий оценку количества лейкоцитов, общего белка, нейтрофилов и лимфоцитов. Антибактериальная терапия проводилась в соответствии с рекомендациями Совета по контролю антимикробной терапии (СКАТ).

В отделении, где проводилось исследование, были введены требования к удалению дренажа, которые неукоснительно соблюдались всеми участниками исследования:

- полное восстановление лёгкого, подтверждённое данными рентгенографии грудной клетки;
- отсутствие утечки воздуха через дренажную систему;
- объём плеврального выпота, при котором было возможно удаление дренажа, не превышал 100 миллилитров в сутки.

Анализ статистических данных

Все вычисления были проведены с использованием программы StatTech v. 4.04, разработанной компанией «Статтех» (Россия).

С применением обученной логистической регрессии и последующих bootstrap-выборок были созданы прогностическая модель и инструмент для вычисления вероятности возникновения затяжного плеврального выпота после лобэктомии. Эти инструменты представлены в виде интерактивного приложения, доступного на веб-сайте. Разработка осуществлялась с использованием R 4.3.0 (R-Project).

Результаты

Основные клинико-лабораторные данные исследуемых пациентов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Клинико-лабораторные результаты исследуемых пациентов

Table 1

Clinical and Laboratory Results of the Studied Patients

Параметр/ Parameter		Благополучный п/о период/ Uncomplicated postoperative period n=115	ЗПВ/ Prolonged pleural effusion n=100	p-value
Пол/ Sex	Мужской/ Male	66 (57,4)	70 (70,0)	0,056
	Женский/ Female	49 (42,6)	30 (30,0)	
Возраст (лет)/ Age (years), Me, Q1-Q3	64 (60,00 – 69,50)	64 (60,00 – 69,50)	65,00 (60,75 – 69,00)	0,742
Вариант доступа/ Surgical approach	ОТ/ Thoracotomy	87 (75,7)	94 (94,0)	< 0,001
	ВТС/ VATS	28 (24,3)	6 (6,0)	
NLR до операции/ Preoperative NLR, Me, Q1-Q3		2,47 (1,75 – 3,29)	3,55 (2,48 – 5,16)	< 0,001
Neut до операции/ Preoperative neutrophils, Me, Q1-Q3		4,55 (3,52 – 5,85)	5,05 (4,14 – 6,33)	0,016
Лимфоциты до операции/ Preoperative lymphocytes, Me, Q1-Q3		1,87 (1,45 – 2,46)	1,35 (1,20 – 1,80)	< 0,001
TLR до операции/ Preoperative PLR, Me, Q1-Q3		128,08 (94,62 – 199,86)	179,17 (125,50 – 229,66)	< 0,001
Le-клетки до операции/ Preoperative leukocytes, median, Me, Q1-Q3		6,89 (6,12 – 8,06)	6,26 (5,17 – 7,12)	< 0,001
Индекс-Тиффно/ Tiffeneau index, Me, Q1-Q3		82,00 (72,00 – 96,00)	78,50 (69,00 – 87,25)	0,014
Срок удаления дренажа, дни/ Drain removal time (days), Me, Q1-Q3		5,00 (4,00 – 7,00)	10,00 (8,00 – 12,00)	< 0,001
Кровопотеря (мл)/ Blood loss (mL), Me, Q1-Q3		100,00 (100,00 – 200,00)	100,00 (100,00 – 262,50)	0,225
Койко-дни/ Length of hospital stay (days), Me, Q1-Q3		8,00 (7,00 – 9,00)	12,00 (10,00 – 14,00)	< 0,001

Примечание: НЛИ – нейтрофильно-лимфоцитарный индекс; ОТ – торакотомия; ВТС – видеоторакоскопия.

Note: NLR – Neutrophil-to-Lymphocyte Ratio; PLR – Platelet-to-Lymphocyte Ratio; VATS – Video-Assisted Thoracoscopic Surgery; Thoracotomy – OT (Open Thoracotomy).

В таблице 2 представлена частота осложнений в группах.

Таблица 2

Многофакторный анализ исследуемых параметров

Table 2

Multivariate analysis of the studied predictors

Предикторы/ Predictors	Unadjusted		Adjusted	
	COR; 95 % ДИ/(95 % CI)	p-value	AOR; 95 % ДИ/(95 % CI)	p-value
Лейкоциты до операции/ Preoperative leukocytes	0,733; 0,618 – 0,871	< 0,001*	0,703; 0,579 – 0,854	< 0,001*
Лимфоциты до операции/ Preoperative lymphocytes	0,581; 0,392 – 0,862	0,007*	0,650; 0,435 – 0,973	0,036*
Нейтрофилы до операции/ Preoperative neutrophils	1,228; 1,038 – 1,454	0,017*	1,286; 1,062 – 1,556	0,010*
Индекс Тиффно/ Tiffeneau index	0,976; 0,960 – 0,993	0,006*	0,977; 0,959 – 0,995	0,014*
Хирургический доступ: втс/ Surgical approach (VATS)	0,198; 0,078 – 0,502	0,001*	0,312; 0,113 – 0,863	0,025*

При оценке зависимости вероятности показателя «затяжной плевральный выпот» от значения логистической функции Р с помощью ROC-анализа была получена следующая кривая, представленная на рисунке 2.

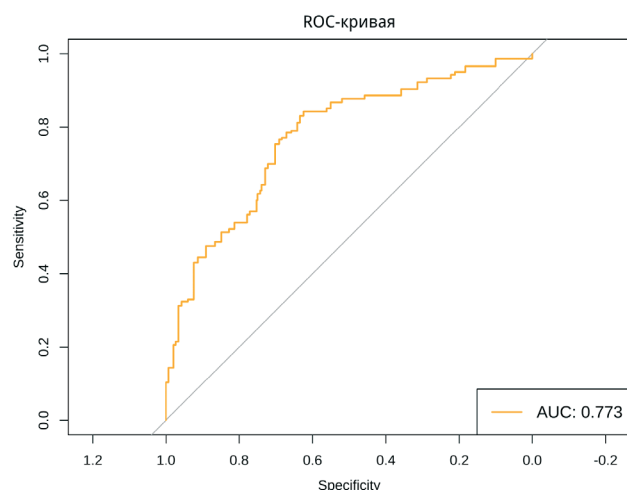


Рис. 1. ROC-кривая исходной модели логистической регрессии

Fig. 1. ROC Curve of the Initial Logistic Regression Model

Площадь под ROC-кривой составила $0,769 \pm 0,033$ с 95 % ДИ: 0,705 – 0,833. Полученная модель была статистически значимой ($p < 0,001$). Чувствительность и специфичность модели составили 85,0 % и 61,7 %, соответственно.

После того как мы внедрили Bootstrap и обучили логистическую регрессию, используя методы машинного обучения и искусственного интеллекта, мы создали калибровочную кривую для внутренней верификации. Результаты этого процесса представлены на рисунке 2.

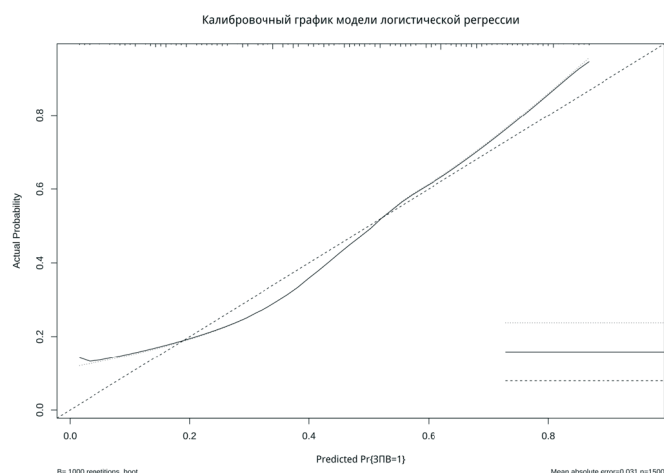


Рис. 2. График калибровочной кривой логистической регрессии bootstrap-модели при внутренней валидации

Fig. 2. Calibration Curve Plot of the Logistic Regression Bootstrap Model During Internal Validation

По результатам внутреннего аудита, созданная модель демонстрирует выдающуюся точность, что подтверждается незначительным значением среднего абсолютного отклонения (MAE), равным 0,031. Это свидетельствует о способности модели точно предсказывать вероятности, что делает её надёжным инструментом для прогнозирования.

Проведён анализ мультиколлинеарности признаков с использованием тепловой карты корреляции, полученной из модели логистической регрессии с применением метода bootstrap. Результаты анализа представлены в виде графика на рисунке 3. Анализ позволяет оценить характер взаимодействия между признаками. Полученные данные свидетельствуют о том, что все признаки имеют низкие значения коэффициентов корреляции, что указывает на их независимое влияние на модель логистической регрессии.

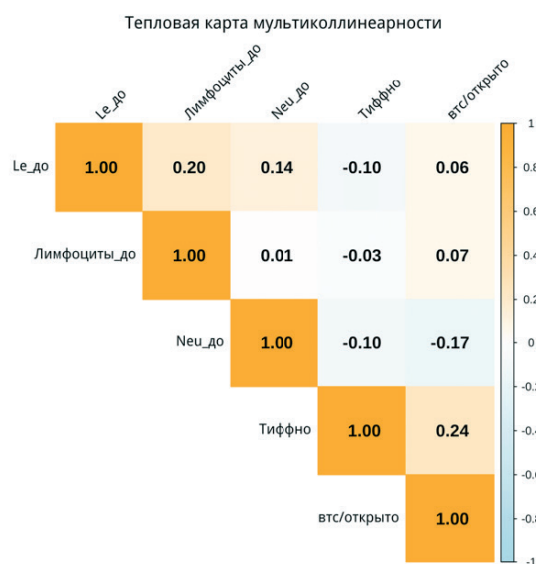


Рис. 3. Корреляционная тепловая карта признаков модели логистической регрессии Bootstrap-модели

Fig. 3. Correlation Heatmap of Features in the Logistic Regression Bootstrap Model

В результате анализа, проведённого с применением машинного обучения и логистической регрессии Bootstrap, была разработана номограмма для прогнозирования развития длительного скопления жидкости в плевральной полости у пациентов после хирургического вмешательства, связанного с удалением части лёгкого. Данная номограмма учитывает данные, собранные до и во время операции, что позволяет врачам проводить дифференциальную диагностику с учётом ключевых факторов (рис. 4) [7].

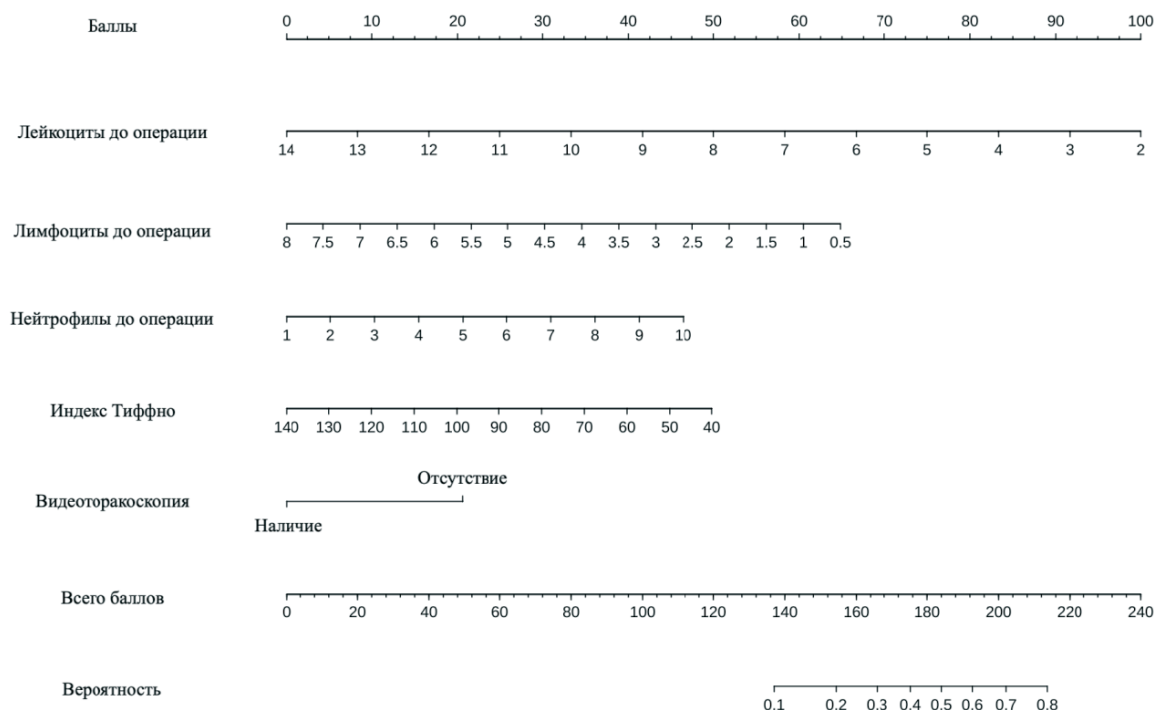


Рис. 4. Номограмма по прогнозированию риска ЗПВ после лобэктомии
Fig. 4. Nomogram for Predicting the Risk of Prolonged Pleural Effusion After Lobectomy

Кроме того, было создано интерактивное приложение-калькулятор риска затяжного плеврального выпота после лобэктомии [8].

Обсуждение

В XX веке торакальная хирургия совершила прорыв в широком внедрении миниинвазивных технологий, а также обеспечение быстрого восстановления пациентов после хирургических вмешательств. После выполнения лобэктомии, у части пациентов имеются риски развития затяжного плеврального выпота, который требует более продолжительного дренирования плевральной полости, что впоследствии увеличивает сроки госпитализации и риск развития инфекционных осложнений в области постановки дренажа. Кроме того, длительное стояние дренажей может способствовать развитию инфекционных процессов непосредственно в плевральной полости. Согласно результатам проведенного анализа, медиана продолжительности госпитализации при возникновении данного осложнения увеличивалась на 3 дня ($p < 0,001$). Также известно, что длительное наличие дренажной трубки в плевральной полости может привести к дискомфорту в области раны и вызывать болевой синдром требующей лекарственной коррекции [9].

При построении логистической регрессии при многофакторном статистическом анализе определено, что количе-

ственное значение лейкоцитов, лимфоцитов, нейтрофилов в общем анализе крови до операции, индекс-Тиффно, а также доступ являются взаимосвязанными предикторами развития затяжного плеврального выпота.

В ходе исследования Yakuwa K et al., проведенного с участием 20 педиатрических пациентов после кардиохирургических вмешательств, были получены значимые данные. Анализ показал, что повышенный нейтрофильно-лимфоцитарный индекс (NLR), превышающий пороговое значение 8, может служить прогностическим маркером для развития длительного (продолжительного) плеврального выпота в послеоперационном периоде [10].

В нашем исследовании при статистическом анализе было установлено, что медиана NLR составила 3,55, а в исследовании отечественных авторов пороговое значение NLR на 5 сутки после операции составило 2,88 [1]. Сравнение групп с учетом порогового значения выявило достоверные различия ($p < 0,001$), что подтверждает значимость данного параметра в качестве прогностического маркера затяжного течения плеврита.

Следует отметить, что показатель лейкоцитов сохраняет свою диагностическую значимость: в нашем исследовании медианный уровень лейкоцитов в предоперационном периоде у пациентов с последующим развитием затяжного плеврального выпота составил 6,26, причем различия были статистически достоверными ($p < 0,001$).

Результаты нашего исследования свидетельствуют о клинической значимости индекса Тиффно как прогностического инструмента. Выявлено достоверное снижение этого показателя в группе пациентов с затяжным плевральным выпотом ($p=0,014$), что открывает возможности для его использования в предиктивной диагностике длительного плеврального выпота на доклинической стадии. Как показано в работе Shamji FM., снижение индекса Тиффно ниже 60 % достоверно повышает риск послеоперационных осложнений в 2–3 раза. Учитывая, что FEV_1/FVC служит маркером бронхиальной обструкции, его уменьшение приводит к гипоксии, провоспалительному ответу и усиленной экссудации жидкости в плевральную полость. Указанные механизмы создают патофизиологические предпосылки для пролонгированного течения плеврального выпота [11].

В ходе исследования также установлено, что применение видеоторакоскопической техники при выполнении лобэктомии ассоциировалось с более благоприятным течением послеоперационного периода ($p < 0,001$). Представленный метод хирургического вмешательства отличается сниженной инвазивностью, ускоренным восстановлением пациентов и меньшей частотой послеоперационных осложнений в сравнении с традиционной открытой лобэктомией [12].

В последнее время наблюдается активное развитие моделей машинного обучения на основе искусственного интеллекта, которые зарекомендовали себя благодаря высокой чувствительности и точности в прогнозировании исходов событий, превосходя традиционные методы клинической оценки. Эффективность и надежность таких прогностических моделей подтверждаются множеством статистических анализов [13, 14]. Эти достижения открывают новые возможности в прогнозировании клинических событий, позволяя врачам принимать обоснованные решения на основе ранее обработанных данных. Такой подход позволит значительно улучшить качество лечения и повысить шансы на положительный исход для пациентов. В настоящее время существует прогностическая модель, основанная на послеоперационных факторах, изучении клеток в плевральной жидкости [15], она более чувствительна (71 %) и специфична (89,4 %), однако может прогнозировать наличие ЗПВ только с 5 суток после операции.

На основе полученных данных и применения методов машинного обучения с использованием искусственного интеллекта была разработана прогностическая модель, а также интерактивный онлайн-калькулятор, которые помогают прогнозировать риск развития затяжного плеврального выпота, учитывая до- и интраоперационные параметры, что позволяет заблаговременно начать профилактику данного осложнения. Эти инструменты могут оказать помощь в принятии решения о своевременном и безопасном удалении плеврального дренажа.

Выводы

Частота развития ЗПВ в исследовании составила 46,5 % (100/215).

С применением машинного обучения на основе искусственного интеллекта разработана прогностическая модель и интерактивный калькулятор для оценки риска наличия затяжного плеврального выпота у пациентов после лобэктомии.

Список литературы:

1. Тонеев Е.А., Шагдалеев Р.Ф., Пикин О.В., Мартынов А.А., Мидленко О.В., Чуканова Г.Р. Частота и индикаторы развития затяжного плеврита после лобэктомии при раке легкого. *Новости хирургии*, 2023. Т. 31, № 5. С. 351–361.
2. Huang L., Kehlet H., & Petersen R. H. Reasons for staying in hospital after video-assisted thoracoscopic surgery lobectomy. *BJS open*, 2022, № 6(3), zrac050. <https://doi.org/10.1093/bjsopen/zrac050>
3. Xie H. Y., Xu K., Tang J. X., Bian W., Ma H. T., Zhao J., & Ni B. A prospective randomized, controlled trial deems a drainage of 300 ml/day safe before removal of the last chest drain after video-assisted thoracoscopic surgery lobectomy. *Interactive cardiovascular and thoracic surgery*, 2015, 21(2), pp. 200–205. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivv115>
4. Olgac G., Cosgun T., Vayvada M., Ozdemir A., & Kutlu C. A. Low protein content of drainage fluid is a good predictor for earlier chest tube removal after lobectomy. *Interactive cardiovascular and thoracic surgery*, 2014, № 19(4), pp. 650–655. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivu207>
5. Bevilacqua Filho C.T., Schmidt A.P., Felix E.A., Bianchi F., Guerra F.M., & Andrade C.F. Risk factors for postoperative pulmonary complications and prolonged hospital stay in pulmonary resection patients: a retrospective study. *Brazilian journal of anesthesiology (Elsevier)*, 2021, 71(4), pp. 333–338. <https://doi.org/10.1016/j.bjane.2021.02.003>
6. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2025621960 Российская Федерация. Проспективная база данных пациентов после анатомической резекции легкого: заявл. 21.04.2025; опубл. 30.04.2025 / Р. Ф. Шагдалеев, М. А. Белова, Д. В. Бирюков [et al.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Ульяновский государственный университет". – EDN KAQMWW.
7. Патент № 2849128 С1 Российская Федерация, МПК A61B 5/00, G01N 33/48, A61B 17/24. Способ прогнозирования риска развития затяжного плеврального выпота после лобэктомии по дооперационным и интраоперационным параметрам: заявл. 06.08.2024 : опубл. 10.03.2025 / Р. Ф. Шагдалеев, Е. А. Тонеев, Н.Д. Крымзалова [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Ульяновский государственный университет". – EDN UQYQYA.
8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025660146 Российская Федерация. Калькулятор дооперационного прогнозирования риска развития затяжного плеврального выпота после предстоящей анатомической резекции легкого: заявл. 22.04.2025; опубл. 22.04.2025 / Р. Ф. Шагдалеев, М. А. Белова, А. Д. Миначева [et al.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Ульяновский государственный университет". – EDN AEALRP.
9. Miyazaki T., Sakai T., Yamasaki N., Tsuchiya T., Matsumoto K., Tagawa T., Hatachi G., Tomoshige K., Mine M., Nagayasu T. Chest tube

insertion is one important factor leading to intercostal nerve impairment in thoracic surgery. *Gen Thorac Cardiovasc Surg.*, 2014, Jan; № 62(1), pp. 58–63. <https://doi.org/10.1007/s11748-013-0328-z>

10. Yakuwa K., Miyaji K., Kitamura T., Miyamoto T., Ono M., Kaneko Y. Neutrophil-to-lymphocyte ratio is prognostic factor of prolonged pleural effusion after pediatric cardiac surgery. *JRSM Cardiovasc Dis.*, 2021, № 10, pp. 20480040211009438. <https://doi.org/10.1177/20480040211009438>

11. Shamji F.M. Controversies in Lung Cancer: When to Resect with Compromised Pulmonary Function. *Thorac Surg Clin.*, 2021, Nov; № 31(4), pp. 485–495. <https://doi.org/10.1016/j.thorsurg.2021.07.004>

12. Тонеев Е.А., Шагдалеев Р.Ф., Пикин О.В., Мартынов А.А., Лисютин Р.И., Зулькарняев А.Ш. Прогностические индикаторы развития затяжного плеврального выпота после видеоассистированной и открытой лобэктомии при раке легкого. *Российский медико-биологический вестник им. академика И.П. Павлова*, 2025. Т. 33, № 3. С. 369–376. <https://doi.org/10.17816/PAVLOVJ627533EDN:FDUBFK>

13. Li C., Kazzaz F.I., Scoon J.M., Estrada-Y-Martin R.M., Cherian S.V. Lymphocyte predominant exudative pleural effusions: a narrative review. *Shanghai Chest.*, 2022, № 6, pp. 5. <https://doi.org/10.21037/shc-21-11>

14. Issaiy M., Zarei D., Saghaazadeh A. Artificial Intelligence and Acute Appendicitis: A Systematic Review of Diagnostic and Prognostic Models. *World J Emerg Surg.*, 2023, Dec 19; № 18(1), pp. 59. <https://doi.org/10.1186/s13017-023-00527-2>

15. Патент № 2838312 C1 Российская Федерация, МПК A61B 5/00, G01N 33/48, A61B 17/24. Способ прогнозирования риска развития затяжного плеврального выпота после анатомических резекций легкого: заявл. 06.08.2024; опублик. 14.04.2025 / Р. Ф. Шагдалеев, Е. А. Тонеев, О. В. Мидленко [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Ульяновский государственный университет". – EDN UQYQYA.

References:

1. Toneev E.A., Shagdaleev R.F., Pikin O.V., Martynov A.A., Midlenko O.V., Chukanova G.R. The frequency and indicators of the development of prolonged pleuritis after lobectomy in lung cancer. *Surgery News*, 2023, № 31(5), pp. 351–361. (In Russ.).

2. Huang L., Kehlet H., & Petersen R. H. Reasons for staying in hospital after video-assisted thoracoscopic surgery lobectomy. *BJS open*, 2022, № 6(3), zrac050. <https://doi.org/10.1093/bjsopen/zrac050>

3. Xie H. Y., Xu K., Tang J. X., Bian W., Ma H. T., Zhao J., & Ni B. A prospective randomized, controlled trial deems a drainage of 300 ml/day safe before removal of the last chest drain after video-assisted thoracoscopic surgery lobectomy. *Interactive cardiovascular and thoracic surgery*, 2015, 21(2), pp. 200–205. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivv115>

4. Olgac G., Cosgun T., Vayvada M., Ozdemir A., & Kutlu C. A. Low protein content of drainage fluid is a good predictor for earlier chest tube removal after lobectomy. *Interactive cardiovascular and thoracic surgery*, 2014, № 19(4), pp. 650–655. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivu207>

5. Bevilacqua Filho C.T., Schmidt A.P., Felix E.A., Bianchi F., Guerra F.M., & Andrade C.F. Risk factors for postoperative pulmonary complications and prolonged hospital stay in pulmonary resection patients: a retrospective study. *Brazilian journal of anesthesiology (Elsevier)*, 2021, 71(4), pp. 333–338. <https://doi.org/10.1016/j.bjane.2021.02.003>

6. Shagdaleev R.F., Belova M.A., Biryukov D.V., et al. Prospective database of patients after anatomical lung resection. Certificate of state registration of database № 2025621960, Russian Federation; published 2025 Apr 30. EDN KAMQWY. (In Russ.).

7. Shagdaleev R.F., Toneev E.A., Krymzalova N.D., et al. Method for predicting the risk of prolonged pleural effusion after lobectomy based on preoperative and intraoperative parameters. Patent № 2849128 C1, Russian Federation; published 2025 Mar 10. EDN UQY-QYA. (In Russ.).

8. Shagdaleev R.F., Belova M.A., Minacheva A.D., et al. Calculator for preoperative prediction of prolonged pleural effusion risk after anatomical lung resection. Certificate of state registration of computer program № 2025660146, Russian Federation; published 2025 Apr 22. EDN AEALRP. (In Russ.).

9. Miyazaki T., Sakai T., Yamasaki N., Tsuchiya T., Matsumoto K., Tagawa T., Hatachi G., Tomoshige K., Mine M., Nagayasu T. Chest tube insertion is one important factor leading to intercostal nerve impairment in thoracic surgery. *Gen Thorac Cardiovasc Surg.*, 2014, Jan; № 62(1), pp. 58–63. <https://doi.org/10.1007/s11748-013-0328-z>

10. Yakuwa K., Miyaji K., Kitamura T., Miyamoto T., Ono M., Kaneko Y. Neutrophil-to-lymphocyte ratio is prognostic factor of prolonged pleural effusion after pediatric cardiac surgery. *JRSM Cardiovasc Dis.*, 2021, № 10, pp. 20480040211009438. <https://doi.org/10.1177/20480040211009438>

11. Shamji F.M. Controversies in Lung Cancer: When to Resect with Compromised Pulmonary Function. *Thorac Surg Clin.*, 2021, Nov; № 31(4), pp. 485–495. <https://doi.org/10.1016/j.thorsurg.2021.07.004>

12. Тонеев Е.А., Шагдалеев Р.Ф., Пикин О.В., Мартынов А.А., Лисютин Р.И., Зулькарняев А.Ш. Прогностические индикаторы развития затяжного плеврального выпота после видеоассистированной и открытой лобэктомии при раке легкого. *Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова*, 2025. Т. 33, № 3. С. 369–376. <https://doi.org/10.17816/PAVLOVJ627533EDN:FDUBFK>

13. Li C., Kazzaz F.I., Scoon J.M., Estrada-Y-Martin R.M., Cherian S.V. Lymphocyte predominant exudative pleural effusions: a narrative review. *Shanghai Chest.*, 2022, № 6, pp. 5. <https://doi.org/10.21037/shc-21-11>

14. Issaiy M., Zarei D., Saghaazadeh A. Artificial Intelligence and Acute Appendicitis: A Systematic Review of Diagnostic and Prognostic Models. *World J Emerg Surg.*, 2023, Dec 19; № 18(1), pp. 59. <https://doi.org/10.1186/s13017-023-00527-2>

15. Shagdaleev R.F., Toneev E.A., Midlenko O.V., et al. Method for predicting the risk of prolonged pleural effusion after anatomical lung resections. Patent № 2838312 C1, Russian Federation; published 2025 Apr 14. EDN UQYQYA. (In Russ.).

Сведения об авторах:

Шагдалеев Роман Фатыхович – врач-хирург хирургического отделения торакальной онкологии ГУЗ Областной клинический онкологический диспансер (ОКОД), 432078, Россия, Ульяновская область, г. Ульяновск, ул. 12 Сентября, д. 90 ; ассистент кафедры физиологии и патофизиологии, Институт медицины, экологии и физической культуры, ФГБОУ ВО Ульяновский государственный университет, 432071, Россия, Ульяновская область, г. Ульяновск, ул. Льва Толстого, д. 42 , SCOPUS ID: 1245970, SPIN-код: 6566-9671, e-mail: roman2000shagdaleev@gmail.com

ORCID: 0009-0004-0218-666X

Тонеев Евгений Александрович – кандидат медицинских наук, врач-торакальный хирург хирургического отделения торакальной онкологии ГУЗ Областной клинический онкологический диспансер (ОКОД), 432078, Россия, Ульяновская область, г. Ульяновск, ул. 12 Сентября, д. 90 ; доцент кафедры госпитальной хирур-

гии, анестезиологии, реаниматологии, урологии, травматологии и ортопедии медицинского факультета им. Т.З. Биктимирова, Институт медицины, экологии и физической культуры, ФГБОУ ВО Ульяновский государственный университет, 432071, Россия, Ульяновская область, г. Ульяновск, ул. Льва Толстого, д. 42, SCOPUS ID: 1043371, SPIN-код: 2236-3277, e-mail: e.toneev@inbox.ru
ORCID: 0000-0001-8590-2350

Власов Алексей Петрович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой факультетской хирургии с курсами топографической анатомии и оперативной хирургии, урологии и детской хирургии Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарёва (430005, РФ, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Большевикская, 68), ResearcherID: C-3981-2018, Scopus ID: 55543808600, SPIN: 7405-5077, e-mail: vap.61@yandex.ru

ORCID: 0000-0003-4731-2952

Смолькина Антонина Васильевна – доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой общей и оперативной хирургии с топографической анатомией и курсом стоматологии медицинского факультета им. Т.З. Биктимирова, Институт медицины, экологии и физической культуры, ФГБОУ ВО Ульяновский государственный университет, 432071, Россия, Ульяновская область, г. Ульяновск, ул. Льва Толстого, д. 42, e-mail: smolant1@yandex.ru

ORCID: 0000-0001-5140-7757

Глумнушина Дарья Валериевна – студент медицинского факультета им. Т.З. Биктимирова, Институт медицины, экологии и физической культуры, ФГБОУ ВО Ульяновский государственный университет, 432071, Россия, Ульяновская область, г. Ульяновск, ул. Льва Толстого, д. 42. Email: dasha12dasha14@mail.ru

ORCID: 0009-0000-3679-7187

Крымзалова Наталья Дмитриевна – студент медицинского факультета им. Т.З. Биктимирова, Институт медицины, экологии и физической культуры, ФГБОУ ВО Ульяновский государственный университет, 432071, Россия, Ульяновская область, г. Ульяновск, ул. Льва Толстого, д. 42. Email: natali_krym2018@mail.ru

ORCID: 0009-0001-0777-0142

Белова Мария Александровна – студентка медицинского факультета им. Т.З. Биктимирова, Институт медицины, экологии и физической культуры, ФГБОУ ВО Ульяновский государственный университет, 432071, Россия, Ульяновская область, г. Ульяновск, ул. Льва Толстого, д. 42, belovamaria5102@gmail.com

ORCID: 0000-0003-2781-6184

Белова Светлана Викторовна – к.м.н., доцент кафедры госпитальной хирургии им. В.И. Мидленко, медицинский факультет им. Т.З. Биктимирова, Институт медицины, экологии и физической культуры, Ульяновский государственный университет, г. Ульяновск, Российская Федерация ФГБОУ ВО Ульяновский государственный университет, 432071, Россия, Ульяновская область, г. Ульяновск, ул. Льва Толстого, д. 42. Email: belovansv@yandex.ru

ORCID: 0009-0009-1604-6736

Евсеев Роман Михайлович, кандидат медицинских наук, доцент кафедры общей и оперативной хирургии с топографической анатомией медицинского факультета им. Т.З. Биктимирова, Институт медицины, экологии и физической культуры, ФГБОУ ВО Ульяновский государственный университет, 432071, Россия, Ульяновская область, г. Ульяновск, ул. Льва Толстого, д. 42, e-mail: erm-73@inbox.ru,

ORCID : 0009-0007-8266-8408

Information about the authors:

Shagdaleev Roman Fatykhovich – M.D., Surgeon, Thoracic Oncology Department, Regional Clinical Oncological Dispensary (OKOD), 90 12 Sentyabrya Street, Ulyanovsk, 432078, Russia; Assistant, Department of Physiology and Pathophysiology, Institute of Medicine, Ecology and Physical Culture, Ulyanovsk State University, 42 Lev Tolstoy Street, Ulyanovsk, 432071, Russia. SCOPUS ID: 1245970. SPIN code: 6566-9671. E-mail: roman2000shagdaleev@gmail.com. ORCID: 0009-0004-0218-666X.

Toneev Evgeny Aleksandrovich – Ph.D. (Medicine), Thoracic Surgeon, Thoracic Oncology Department, Regional Clinical Oncological Dispensary (OKOD), 90 12 Sentyabrya Street, Ulyanovsk, 432078, Russia; Associate Professor, Department of Hospital Surgery, Anesthesiology, Intensive Care, Urology, Traumatology and Orthopedics named after T.Z. Biktimirov, Institute of Medicine, Ecology and Physical Culture, Ulyanovsk State University, 42 Lev Tolstoy Street, Ulyanovsk, 432071, Russia. SCOPUS ID: 1043371. SPIN code: 2236-3277. E-mail: e.toneev@inbox.ru. ORCID: 0000-0001-8590-2350.

Vlasov Aleksey Petrovich – Dr.Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Faculty Surgery with Courses in Topographic Anatomy and Operative Surgery, Urology and Pediatric Surgery, National Research Mordovia State University (68 Bolshevistskaya St., Saransk 430005, Russian Federation), ResearcherID: C-3981-2018, Scopus ID: 55543808600, SPIN-code: 7405-5077, e-mail: vap.61@yandex.ru

ORCID: 0000-0003-4731-2952

Smolkina Antonina Vasilievna – M.D., D.Sc. (Medicine), Professor, Head of the Department of General and Operative Surgery with Topographic Anatomy and Dentistry Course, Faculty of Medicine named after T.Z. Biktimirov, Institute of Medicine, Ecology and Physical Culture, Ulyanovsk State University, 42 Lev Tolstoy Street, Ulyanovsk, 432071, Russia. E-mail: smolant1@yandex.ru. ORCID: 0000-0001-5140-7757.

Glumnushina Daria Valerievna – Student, Faculty of Medicine named after T.Z. Biktimirov, Institute of Medicine, Ecology and Physical Culture, Ulyanovsk State University, 42 Lev Tolstoy Street, Ulyanovsk, 432071, Russia. E-mail: dasha12dasha14@mail.ru. ORCID: 0009-0000-3679-7187.

Krymzalova Natalia Dmitrievna – Student, Faculty of Medicine named after T.Z. Biktimirov, Institute of Medicine, Ecology and Physical Culture, Ulyanovsk State University, 42 Lev Tolstoy Street, Ulyanovsk, 432071, Russia. E-mail: natali_krym2018@mail.ru. ORCID: 0009-0001-0777-0142.

Belova Maria Aleksandrovna – Student, Faculty of Medicine named after T.Z. Biktimirov, Institute of Medicine, Ecology and Physical Culture, Ulyanovsk State University, 42 Lev Tolstoy Street, Ulyanovsk, 432071, Russia. E-mail: belovamaria5102@gmail.com. ORCID: 0000-0003-2781-6184.

Belova Svetlana Victorovna – PhD (Medicine), Docent, Department of Hospital Surgery named after V.I. Midlenko, Faculty of Medicine named after T.Z. Biktimirov, Institute of Medicine, Ecology and Physical Culture, Ulyanovsk State University, 42 Lev Tolstoy Street, Ulyanovsk, 432071, Russia. E-mail: belovansv@yandex.ru. ORCID: 0009-0009-1604-6736

Evsееv Roman Mikhailovich, PhD (Medicine), Docent, Department of General and Operative Surgery with Topographic Anatomy, Faculty of Medicine named after T.Z. Biktimirov, Institute of Medicine, Ecology and Physical Culture, Ulyanovsk State University, 42 Lev Tolstoy Street, Ulyanovsk, 432071, Russia. e-mail: erm-73@inbox.ru, ORCID : 0009-0007-8266-8408