

РОЛЬ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ВЫЯВЛЕНИИ ПРЕДИКТОРОВ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛЕЧЕНИЯ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНЫХ КРОВОТЕЧЕНИЙ У ПАЦИЕНТОВ, ПОЛУЧАЮЩИХ АНТИАГРЕГАНТЫ И АНТИКОАГУЛЯНТЫ

А.Н. Северцев¹, В.Д. Аносов^{1,2}, С.А. Домрачев³, А.О. Исмати², С.В. Овчинников², Н.О. Соловьев³,
А.В. Шмаков², Л.С. Рогожина², И.Г. Репин^{4*}, Т.Г. Мурадян¹

¹ ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва

² ГБУЗ «Городская клиническая больница № 15 им. О.И. Филатова» Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва

³ ГБУЗ «Московский клинический научно-практический центр им. А.С. Логинова» Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва

⁴ ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента РФ, Москва

IDENTIFYING KEY FACTORS IMPACTING OUTCOMES IN HOSPITALIZED PATIENTS WITH GASTROINTESTINAL BLEEDING AND RECEIVING ANTIPLATELET AND ANTICOAGULANT THERAPY: A MACHINE LEARNING APPROACH

A.N. Severtsev¹, V.D. Anosov^{1,2}, S.A. Domrachev³, A.O. Ismati², S.V. Ovchinnikov², N.O. Solovyev³,
A.V. Shmakov², L.S. Rogozhina², I.G. Repin^{4*}, T.G. Muradyan¹

¹ N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

² O.M. Filatov Municipal Clinical Hospital No 15, Moscow, Russia

³ A.S. Loginov Moscow Clinical Scientific and Practical Center, Moscow, Russia

⁴ Central State Medical Academy of Department of Presidential Affairs, Moscow, Russia

*E-mail: ilya-repin@mail.ru

Аннотация

Цель исследования – оценка и выявление предикторов результатов лечения желудочно-кишечных кровотечений (ЖКК) у пациентов, получающих антиагреганты и антикоагулянты, при помощи методов машинного обучения. **Материалы и методы.** В представленном ретроспективном исследовании проведена оценка эффективности и имплементация методов машинного обучения, а именно алгоритма «случайный лес» (Random forest, RF) в статистической обработке данных, для определения предикторов результатов лечения ЖКК у больных, получающих антикоагулянтную и антиагрегантную терапию. Были изучены результаты лечения пациентов с ЖКК, получавших антиагрегантную (АГ, n = 101) или антикоагулянтную терапию (АК, n = 112). Основные предикторы успешной выписки из стационара или летального исхода были определены с помощью прогностической модели на основе машинного обучения при помощи метода «случайный лес». **Результаты.** Наиболее ценными предикторами результатов лечения ЖКК у изучаемой категории больных были показатели шкалы комы Глазго, уровень артериального давления и частота сердечных сокращений, а также уровни лактата, С-реактивного белка, прокальцитонина и ферритина. Принимая во внимание полученные данные, можно сделать вывод, что методика анализа данных «случайный лес» эффективна и может быть обосновано использована для построения прогностических моделей в доказательной медицине, и, в частности, у больных с ЖКК.

Ключевые слова: желудочно-кишечные кровотечения, антикоагулянты, антиагреганты, машинное обучение.

Abstract

Purpose. To assess and to find out predictors of the effectiveness of gastrointestinal bleeding management in patients receiving antiplatelet and anticoagulant therapy using machine learning techniques. **Materials and methods.** In their retrospective study, the authors assessed the effectiveness and practical implementation of machine learning techniques, especially the Random Forest (RF) algorithm in the statistical data analysis, for identifying outcomes of gastrointestinal bleeding management in patients receiving anticoagulant and antiplatelet therapy. Outcomes in patients with gastrointestinal bleeding receiving antiplatelet (AP, n = 101) or anticoagulant (AC, n = 112) therapy were studied. Basic predictors of successful hospital discharge or in-hospital mortality were seen upon using the Random Forest approach. **Results.** The most reliable predictors of outcomes in the studied hospitalized patients were Glasgow Coma Scale (GCS), blood pressure level and heart rate as well as lactate, CRP, procalcitonin and ferritin levels. The data obtained demonstrate that the Random Forest analysis is an effective one and can be reasonably used in the evidence-based medicine in patients with gastrointestinal bleeding.

Keywords: gastrointestinal bleeding, antiplatelet, anticoagulant, machine learning.

Ссылка для цитирования: Северцев А.Н., Аносов В.Д., Домрачев С.А., Исмати А.О., Овчинников С.В., Соловьев Н.О., Шмаков А.В., Рогожина Л.С., Репин И.Г., Мурадян Т.Г. Роль машинного обучения в выявлении предикторов результатов лечения желудочно-кишечных кровотечений у пациентов, получающих антиагреганты и антикоагулянты. *Кремлевская медицина. Клинический вестник.* 2025; 1: 35–39.

Введение

Желудочно-кишечные кровотечения (ЖКК) – одна из наиболее частых причин экстренной госпитализации в стационары хирургического профиля [1]. Одной из наиболее сложных задач в борьбе с ЖКК является лечение пациентов, которым вследствие сопутствующей патологии необходима антикоагулянтная (АК) и антиагрегантная (АГ) терапия. Данная категория больных имеет высокий риск развития первичного кровотечения и последующего рецидива, а эффективность даже современных минимально инвазивных методов лечения у таких пациентов ниже в сравнении с общей популяцией [1, 2]. При этом на сегодняшний день отсутствуют единые стандарты лечения ЖКК у пациентов, получающих АК- и АГ-терапию [2]. Лечение этой группы пациентов усложняет тот факт, что АК- и АГ-терапия, как правило, требуется при тяжелых сердечно-сосудистых патологиях, что, в свою очередь, увеличивает риски осложнений и летального исхода [3]. Таким образом, проблема ЖКК у данной категории больных требует углубленного изучения для дальнейшего улучшения результатов лечения.

На современном этапе развитие хирургии неизменно сопровождается внедрением новых методов статистической обработки данных, что позволяет получить новую, актуальную информацию и способствует совершенствованию алгоритмов и тактики лечения. Большой интерес представляет статистический анализ данных на основе машинного обучения. Такие методики могут быть использованы с целью выявления предикторов и построения прогностических моделей результатов лечения. Одним из таких методов является «случайный лес» (RF – Random Forest), который применяют для классификации, кластеризации и численного прогнозирования данных [3].

В нашем предыдущем исследовании были изучены результаты лечения вышеописанной категории больных в условиях экстренного хирургического стационара с применением общепринятых в доказательной медицине методов статистической обработки данных.

Это исследование является следующим этапом научной работы в вышеуказанной области. Цель исследования – оценка эффективности и имплементация методов машинного обучения, в частности алгоритма «случайный лес» в статистической обработке данных, для определения предикторов результатов лечения ЖКК у больных, получающих АК- и АГ-терапию, при помощи метода RF.

Материалы и методы

Проведено ретроспективное исследование на базе данных 757 пациентов, которые проходили лечение в ГКБ им. О.И. Филатова с 2020 по 2023 г. по поводу ЖКК. Из них были выделены две группы больных, получавших АГ-терапию (n = 101) или АК-терапию (n = 112).

Были изучены прогностические факторы, ассоциированные с внутригоспитальной летальностью и успешной выпиской пациентов, при помощи метода RF.

Демографические характеристики пациентов, вошедших в исследование, были следующими: 121 (56.8%) мужчина и 92 (43.2%) женщины. Средний возраст составил 73 года (32–102). Все основные характеристики представлены в табл. 1.

Алгоритм RF был выбран для определения факторов, влияющих на результаты лечения, как один из наиболее точных методов построения прогностических моделей на основе машинного обучения. RF проводили в режиме-сетке GridSearchCV для автоматического поиска наилучших гиперпараметров из указанных для гиперпараметра n_estimators опций в 100, 500, 1000, 3000 деревьев, для max_depth – опций ограничения глубины роста

Таблица 1

Характеристика исследуемых групп

Характеристика	АГ, n = 101	АК, n = 112
Возраст, медиана, лет (IQR)	71 (45–102)	75 (32–95)
Пол, % (n)	Ж – 42 (41.5) М – 59 (58.5)	Ж – 50 (44.4) М – 62 (55.6)
ИМТ, медиана (IQR)	25.9 (16–42)	26.4 (18–43)
Время от манифестации симптомов ЖКК, часы, медиана (IQR)	48 (1–201)	14 (1–203)
Хронические заболевания легких, n (%)	11 (10.8)	6 (5.9)
Сахарный диабет, n (%)	29 (28.7)	39 (34.8)
Курение, n (%)	15 (14.8)	6 (5.3)
Злоупотребление алкоголем, n (%)	4 (3.9)	4 (3.5)
Трансфузия эритроцитной массы, n (%)	63 (62.3)	66 (58.9)
Трансфузия свежзамороженной плазмы, n (%)	26 (25.7)	47 (41.9)
Мелена, n (%)	46 (45.5)	46 (41)
Гематемезис, n (%)	4 (3.9)	14 (12.5)
Мелена и гематемезис, n (%)	11 (1)	10 (8.9)
Гемоглобин, г/л, медиана (IQR)	92 (35–150)	86 (48–169)
Тромбоциты, медиана, 10 ⁹ /л (IQR)	243 (44–1268)	218 (36–805)
Альбумин, г/л, медиана (IQR)	31 (14–41)	29 (12–45)
Мочевина, ммоль/л, медиана (IQR)	14 (3–68)	17 (3.3–68)
Креатинин, мкмоль/л медиана (IQR)	107 (63–729)	131 (63–616)
СРБ, мг/л медиана (IQR)	31 (0.5–400)	49 (0.6–400)
МНО, медиана (IQR)	1.25 (1–11)	1.4 (1.03–16)
ASA*, медиана (IQR)	3 (2–5)	3 (2–5)
КД, медиана (IQR)	6 (1–28)	6.5 (1–20)
Рецидив ЖКК, n (%)	39 (38.6)	41 (36.6)
30-дневная летальность, n (%)	32 (31)	52 (46.4)

* American Society of Anesthesiologists (Американское общество анестезиологов).
Примечание. ИМТ – индекс массы тела, ЖКК – желудочно-кишечные кровотечения, СРБ – С-реактивный белок, МНО – международное нормализованное отношение, КД – койко-день.

деревьев в 1, 2, 5, 10, «без ограничения»; для min_samples_split – 2, 5, 10, 20; для min_samples_leaf – 1, 2, 5, 10; для max_features – sqrt и log2; для bootstrap – True и False; для criterion – опции gini и entropy. Параметр кросс-валидации был установлен со значением «10» для основных этиологических подгрупп. Для финальных выборок кросс-валидация была установлена в режиме RepeatedStratifiedKFold с параметрами n_splits – 10, n_repeats – 3, генератором случайных значений – 31. Основные этиологические подгруппы пациентов были случайно разделены на обучающую и тестовую значениями test_size, равным 0.2, что соответствовало 80% обучающей выборки и 20% тестовой.

По завершении анализа «случайный лес» (RF) в каждой из выборок результаты значимости признаков-параметров, которые в научной литературе принято обозначать важностью или ценностью, были сгруппированы по их аналогичности с выведением суммы для упрощения дальнейшего просмотра и анализа, к примеру: эндоскопические признаки обобщены в одну группу, уровень креатинина в первые, третьи и пятые сутки – в следующую группу, факт проведения гемотрансфузии – в другую группу (табл. 2). Для результатов основных этиологических подгрупп и финальных выборок в зависимости от этиологии ЖКК были рассчитаны средние взвешенные значения сгруппированных признаков. Для облегчения интерпретации полученные взвешенные средние значения были преобразованы в относительные путем нормализации с суммой, равной 100.

Таблица 2

Группы показателей

Название группы	Формирующие компоненты
Возраст	Возраст
Альбумин	Показатели альбумина в первые, третьи, пятые сутки
АЛТ	Показатели АЛТ в первые, третьи, пятые сутки
Амилаза	Показатели амилазы в первые, третьи, пятые сутки
АЧТВ	Показатели АЧТВ крови в первые, третьи, пятые сутки
Нарушения ритма	Аритмогенные нарушения в первые, третьи, пятые сутки
ASA*	Шкала ASA
АСТ	Показатели АСТ в первые, третьи, пятые сутки
Билирубин	Показатели билирубина крови за первые, третьи, пятые сутки
Зонд Блэкмора	Постановка зонда-обтуратора Блэкмора
Артериальное давление	Показатели, связанные с артериальным давлением: систолическое, диастолическое, среднее артериальное давление, необходимость вазопрессорной поддержки
Шкала комы Глазго	Показатели шкалы Глазго в первые, третьи, пятые сутки
Заболевания центральной нервной системы	Наличие или отсутствие в анамнезе острого нарушения мозгового кровообращения, транзиторной ишемической атаки, деменции
ЧДД	Показатели ЧДД в первые, третьи, пятые сутки
Уровень CO ₂	Уровень CO ₂ артериальной крови за первые, третьи, пятые сутки
Шкала Charlson	Результаты шкалы Charlson в процентном и балльном выражении
Хлор	Показатели хлора крови в первые, третьи, пятые сутки
Сопутствующая патология	Сопутствующие заболевания, а именно: инфаркт миокарда в анамнезе, гипертоническая болезнь, сахарный диабет второго типа, бронхиальная астма, хроническая обструктивная болезнь легких, хронические неспецифические заболевания легких, онкологическая патология с наличием и отсутствием отдаленных метастазов, лейкоз, лимфома, хроническая сердечная недостаточность, цирроз с наличием или отсутствием признаков портальной гипертензии, аутоиммунные ревматические заболевания, хроническая почечная недостаточность, COVID-19, заболевания периферических сосудов, пролежни, наличие травм на момент стационарного лечения, язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки в анамнезе
Контрольный показатель (Control Benchmark)	Контрольный показатель, изначально введенный в базы данных пациентов в виде столбца-фактора, состоящего из случайных неповторяющихся чисел для каждого из пациентов в рамках экспериментального подхода, для отделения потенциально значимых результатов от потенциально незначимых
Креатинин	Показатели креатинина в первые, третьи, пятые сутки
СРБ	Показатели СРБ в первые, третьи, пятые сутки
МСКТ ОГК	Результат КТ ОГК по степени тяжести пневмонии от 0 до 4, где 0 – отсутствие пневмонии, 4 – наиболее тяжелые изменения
Койко-день	Продолжительность госпитализации пациента (до 30-го дня включительно)
D-димер	Показатели D-димера в первые, третьи, пятые сутки
Диурез	Суточный диурез за первые, третьи и пятые сутки
Базовая амбулаторная терапия	Влияние препаратов, составляющих базовую амбулаторную терапию и стационарное лечение, на исход госпитализации: анальгетики, антибиотики, антигипертензивные препараты, глюкокортикостероиды, НПВС (кроме ацетилсалициловой кислоты), гемостатики, гастропротективные препараты, препараты биологической терапии
Эндоскопический гемостаз	Результаты эндоскопического гемостаза: инъекционный, электрокоагуляция, аргонплазменная коагуляция, клипирование, лигирование
Ферритин	Показатели ферритина крови в первые, третьи, пятые сутки
Фибриноген	Показатели фибриногена крови в первые, третьи, пятые сутки
Фракция выброса левого желудочка	Фракция выброса левого желудочка
Глюкоза	Показатели глюкозы крови в первые, третьи, пятые сутки
Вредные привычки	Наличие вредных привычек: курение, употребление алкоголя
Гемоглобин	Показатели гемоглобина крови в первые, третьи, пятые сутки
Динамика уровня гемоглобина	Разница уровня гемоглобина между тремя наблюдениями в период госпитализации: первые, третьи, пятые сутки
НСО ₃	Показатели НСО ₃ крови в первые, третьи, пятые сутки
Гематокрит	Показатели гематокрита в первые, третьи, пятые сутки
МНО	Показатели МНО в первые, третьи, пятые сутки
Лактат	Показатели лактата крови в первые, третьи, пятые сутки
ЛДГ	Показатели ЛДГ в первые, третьи, пятые сутки
Лейкоциты	Показатели лейкоцитоза в первые, третьи, пятые сутки
Тяжелая сердечно-сосудистая патология	Наличие коронарных стентов, кардиостимулятора
Анамнез ЖKK	Длительность, внегоспитальное или стационарное возникновение ЖKK
Хирургическое лечение	Оперативные вмешательства при невозможности проведения гемостаза минимально инвазивным способом и послеоперационные осложнения
Парциальное давление кислорода	Показатели парциального давления кислорода артериальной крови в первые, третьи, пятые сутки
Сатурация кислорода	Насыщение артериальной крови кислородом в первые, третьи, пятые сутки
Боль	Наличие и локализация боли в животе в первые, третьи, пятые сутки
pH артериальной крови	Показатели pH артериальной крови в первые, третьи, пятые сутки
pH венозной крови	Показатели pH венозной крови в первые, третьи, пятые сутки
Тромбоциты	Показатели тромбоцитоза в первые, третьи, пятые сутки
Калий	Показатели калия крови в первые, третьи, пятые сутки
Прокальцитонин	Показатели прокальцитонина в первые, третьи, пятые сутки
Общий белок	Показатели общего белка крови в первые, третьи, пятые сутки
Протромбин	Показатели ПТВ в первые, третьи, пятые сутки
ЧСС	ЧСС в первые, третьи, пятые сутки
Повторные кровотечения	Рецидив после эндоскопического, эндоваскулярного, оперативного гемостаза
Эндоскопические находки	Все эндоскопические находки
Пол	Только половая принадлежность
Шок	Наличие или отсутствие шока, значение индекса Альговера (Allgower)
Натрий	Показатели натрия крови в первые, третьи, пятые сутки
Симптоматика ЖKK	Макроскопические признаки ЖKK
Температура	Температура тела в первые, третьи, пятые сутки
Гемотрансфузии	Результаты гемотрансфузионной терапии: факт и объем трансфузий эритроцитарной массы, плазматрансфузий и переливания тромбоцитарной массы
Мочевина	Показатели мочевины крови в первые, третьи, пятые сутки
ИВЛ	Необходимость ИВЛ за первые, третьи, пятые сутки
ИМТ	Рост, вес и ИМТ

* American Society of Anesthesiologists (Американское общество анестезиологов).

Примечание. АЛТ – аланинаминотрансфераза, АЧТВ – активированное частичное тромбопластиновое время, АСТ – аспаратаминотрансфераза, ЧДД – частота дыхательных движений, СРБ – С-реактивный белок, МСКТ ОГК – мультиспиральная компьютерная томография органов грудной клетки, КД – койко-день, МНО – международное нормализованное отношение, ЛДГ – лактатдегидрогеназа, ЖKK – желудочно-кишечные кровотечения, ЧСС – частота сердечных сокращений, ИВЛ – искусственная вентиляция легких, ИМТ – индекс массы тела.

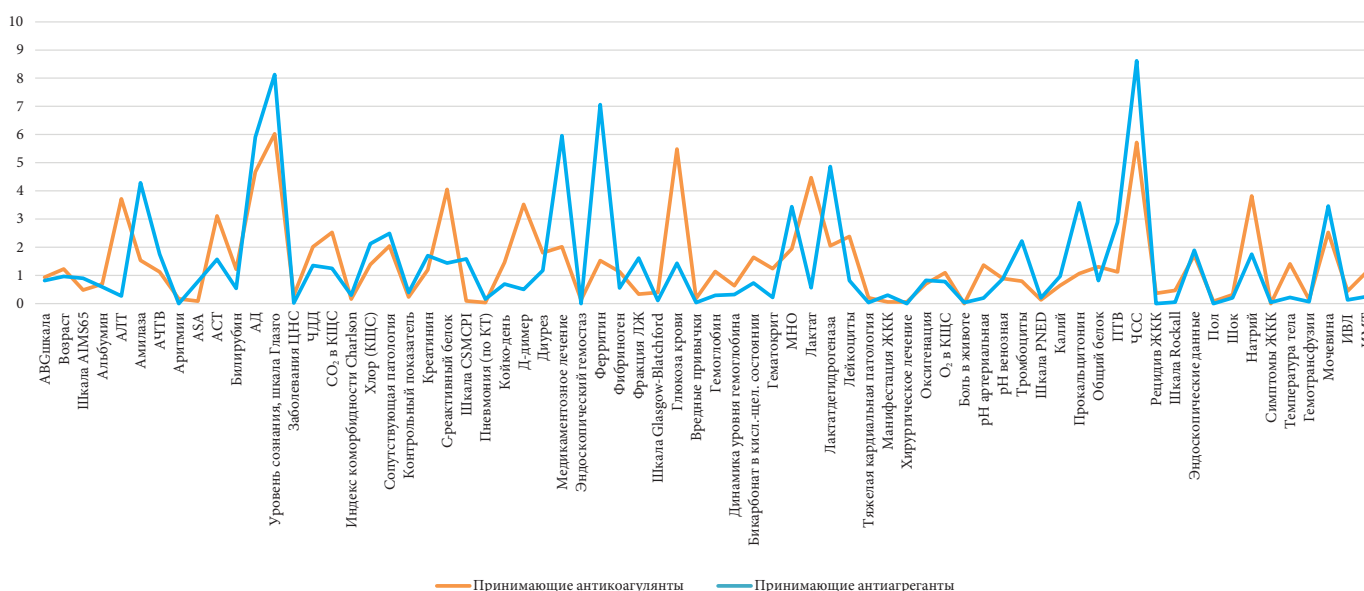


Рис. 1. График ценности каждого из показателей в прогнозе летального исхода

Таблица 3

Метрики RF на этапе тестовой выборки

Группа	Характеристика	Точность	Средневзвешенное значение	Положительное прогностическое значение	Истинный положительный показатель	F1	Поддержка
АГ		0.81	Выживаемость	0.82	0.93	0.88	15
			Летальность	0.75	0.50	0.60	6
			Weighted AVG	0.80	0.81	0.80	
АК		0.83	Выживаемость	0.83	0.83	0.83	12
			Летальность	0.82	0.82	0.82	11
			Weighted AVG	0.83	0.83	0.83	

Примечание. Weighted AVG – средняя метрическая оценка для каждого класса, пропорционально его представительству в данных. При расчете weighted avg учитывается поддержка каждого класса – количество реальных экземпляров класса в наборе данных. Вес – это доля поддержки каждого класса относительно суммы всех значений поддержки.

Результаты

Было изучено 70 групп различных факторов (табл. 2). Ценность контрольного показателя составила 0.2 и 0.3 для больных группы АК и АГ соответственно. Показатели, значения которых превышали уровень контрольного, считали обладающими высокой прогностической значимостью. Таким образом, наибольшую ценность по результатам анализа алгоритма RF имели следующие показатели: результаты шкалы комы Глазго, уровень АД и ЧСС независимо от получаемой терапии – АК или АГ. В группе АК высокую ценность также продемонстрировали следующие пять показателей: уровни СРБ, глюкозы крови, лактата, натрия и мочевины. В группе АГ наибольшей ценностью обладали следующие пять показателей: базовая амбулаторная терапия, МНО, уровни ферритина, ЛДГ и прокальцитонина.

Обращает на себя внимание, что аритмии, заболевания центральной нервной системы, показатели шкал Glasgow-Blatchford и Rockall, даже рецидив кровотечения и необходимость ИВЛ имели ценность ниже контрольного показателя в обеих группах АК и АГ. При этом не следует рассматривать подобные факторы как абсолютно незначимые, тем не менее по результатам анализа их влияние на результат лечения наименее выражено. Стоит отметить, что высокую ценность имели такие предикторы, как уровни ферритина и ЛДГ, упоминание которых в контексте ЖКК в литературе встречается редко. Подробная характеристика ценности групп показателей представлена на рис. 1.

По данным, полученным на этапе валидации тестовой выборки, с учетом показателя F1 в группе АГ, прогностическая модель

в большей степени эффективна для определения выживаемости, чем смертности. В группе АК показатель F1 оказался сопоставимым высоким при оценке выживаемости и смертности.

Обсуждение

По результатам анализа «случайный лес» (RF) большинство из предикторов результатов лечения ЖКК у больных, получающих АК- и АГ-терапию, значимость которых превысила контрольный показатель, соответствуют общепринятой концепции прогнозирования факторов риска неблагоприятного исхода. Тем не менее некоторые результаты оказались несколько неожиданными, в связи с чем необходимо дальнейшее их изучение.

Результаты оценки шкалы комы Глазго напрямую коррелируют с тяжестью состояния пациента, что, в свою очередь, непосредственно связано с тяжестью кровотечения и объемом кровопотери. При этом низкие значения шкалы могут быть следствием декомпенсации сопутствующей патологии. Для изучаемой группы больных данная шкала не является специфичной прогностической моделью, и ее ценность, по результатам анализа, вероятно, связана с высокой степенью утилитарности, и в целом она является отражением тяжести общего состояния больного.

Артериальное давление и частота сердечных сокращений – общепринятые и надежные прогностические факторы для пациентов с ЖКК, в том числе получающих АК- и АГ-терапию. Данные показатели широко используются в специфических шкалах, таких как шкала Rockall и Glasgow-Blatchford Score. Важно отметить, что данные шкалы, по результатам исследования, имели ценность ниже

контрольного показателя. Можно предположить, что оценка более простых факторов и значений, таких как артериальное давление и частота сердечных сокращений, у изучаемой группы больных предоставляет более ценную информацию в сравнении с расчетом сложных прогностических моделей. В эту же категорию наиболее значимых прогностических факторов следует отнести уровень МНО.

СРБ и прокальцитонин – крайне важные и наиболее широко распространенные маркеры воспаления. Прокальцитонин, в частности, выступает в роли маркера тяжести бактериальной инфекции и септических процессов. Также известно, что у пациентов с ЖКК уровень прокальцитонина возрастает [4, 5]. Несомненно, что уровень данных маркеров следует учитывать при лечении ЖКК. Их высокая ценность по результатам анализа RF побуждает в большей мере уделять внимание инфекционным осложнениям у пациентов с желудочно-кишечными кровотечениями, получающих антикоагулянты и антиагреганты.

По данным мировой литературы, высокий уровень глюкозы крови статистически значимо ассоциирован с частотой необходимости лечения больных с ЖКК в условиях отделения реанимации [6]. Эти данные можно экстраполировать и на изучаемую группу. Очевидно, что высокий уровень глюкозы может быть ассоциирован с сахарным диабетом, в некоторых случаях при ранее не установленном диагнозе СД. Данная патология, в свою очередь, достоверно связана с риском гнойно-септических осложнений и, следовательно, летального исхода.

Уровень лактата является достоверным предиктором результатов лечения у пациентов с ЖКК. На сегодняшний день в актуальной мировой литературе встречается достаточное количество исследований, подтверждающих прогностическую значимость уровня лактата для указанной категории больных [7–9]. Таким образом, полученные результаты согласуются с данными мировой литературы, уровень лактата крови является высокоспецифичным прогностическим фактором при ЖКК, в том числе у больных, получающих антикоагулянты и антиагреганты. Также вышесказанное можно рассматривать как обоснование прогностической значимости лактатдегидрогеназы в качестве фермента, влияющего на уровень лактата.

Наряду с уровнем креатинина, мочевины является ценным прогностическим маркером. По данным некоторых авторов, уровень мочевины ≥ 10 ммоль/л служит независимым, статистически значимым предиктором положительных эндоскопических находок при подозрении на ЖКК [10].

Очевидна корреляция базовой амбулаторной терапии и рисков неблагоприятного прогноза при ЖКК. Так, постоянный прием нестероидных противовоспалительных препаратов зачастую ассоциирован с гастропатией и может быть связан с более тяжелыми, рецидивирующими кровотечениями. Прием антигипертензивных препаратов, антибиотиков, препаратов биологической терапии отражает тяжесть сопутствующей патологии и, следовательно, связан с риском осложнений и летального исхода. Целесообразно дальнейшее изучение необходимости выделения отдельных групп препаратов в самостоятельные факторы риска у данной категории больных.

Ферритин является одним из основных маркеров хронической железодефицитной анемии. У данной категории больных снижение уровня ферритина может быть ассоциировано в том числе и с длительным рецидивирующим характером кровотечения, что, в свою очередь, является общепризнанным фактором неблагоприятного прогноза при ЖКК.

Таким образом, значимость большинства прогностических факторов, по результатам анализа RF, имеет клиническое обоснование. При этом низкие значения ценности рецидива кровотечения и ИВЛ не соответствуют общепринятой концепции и, вероятно, лимитированы изучаемой выборкой. Среди ограниче-

ний исследования необходимо отметить дизайн исследования – моноцентровое, ретроспективное. Тем не менее полученные результаты представляют большой интерес, а дальнейшее внедрение методик машинного обучения в статистическую обработку данных является крайне перспективным.

Заключение

Методика анализа данных «случайный лес» (RF), основанная на машинном обучении, продемонстрировала свою эффективность и может быть обосновано использована для построения прогностических моделей в доказательной медицине, в частности у больных с ЖКК. Наиболее ценными предикторами результатов лечения ЖКК у больных, получающих антикоагулянтную и антиагрегантную терапию, были показатели шкалы комы Глазго, уровень артериального давления и ЧСС, а также уровни лактата, СРБ, прокальцитонина и ферритина. Полученные результаты согласуются с данными мировой литературы, но при этом необходимо их подробное изучение с целью дальнейшего внедрения в клиническую практику.

Литература

1. St. Mauro A. et al. Upper gastrointestinal bleeding in COVID-19 inpatients: Incidence and management in a multicenter experience from Northern Italy // Clin. Res. Hepatol. Gastroenterol. – 2021. – V. 45. – No 3. – P. 101521. DOI: 10.1016/j.clinre.2020.07.025.
2. Burr N. et al. Risk of gastrointestinal bleeding with direct oral anticoagulants: a systematic review and network meta-analysis // Lancet Gastroenterol. Hepatol. – 2017. – V. 2. – No 2. – P. 85–93. DOI: 10.1016/S2468-1253(16)30162-5.
3. Jin Y. et al. Development and testing of a random forest-based machine learning model for predicting events among breast cancer patients with a poor response to neoadjuvant chemotherapy // Eur. J. Med. Res. – 2023. – V. 28. – No 1. – P. 394. DOI: 10.1186/s40001-023-01361-7.
4. Yang Q.Y. et al. Sepsis as an important risk factor for gastrointestinal bleeding in acute coronary syndrome patients: Two case reports // Medicine. – 2018. – V. 97. – No 36. – P. e12273. DOI: 10.1097/MD.00000000000012273.
5. Zidan M.H.S. et al. Bacteremia as a risk factor for variceal upper gastrointestinal tract bleeding in cirrhotic patients: a hospital-based study // Egyptian Liver Journal. – 2021. – V. 11. – P. 1–7. DOI: 10.1186/s43066-021-00078-8.
6. Kaya E. et al. Predictors of poor outcome in gastrointestinal bleeding in emergency department // World journal of gastroenterology. – 2016. – V. 22. – No 16. – P. 4219–4225. DOI: 10.3748/wjg.v22.i16.4219.
7. Kim K. et al. Early lactate clearance for predicting outcomes in patients with gastrointestinal bleeding // Irish journal of medical science. – 2023. – V. 192. – No 4. – P. 1923–1929. DOI: 10.1007/s11845-022-03185-6.
8. Gulen M. et al. Lactate level predicts mortality in patients with upper gastrointestinal bleeding // Gastroenterol. Res. Pract. – 2019. – V. 2019. – No 1. – P. 5048078. DOI: 10.1155/2019/5048078.
9. Arik Y. E. et al. Effectiveness of lactate clearance to predict in-hospital mortality in patients with upper gastrointestinal bleeding // J. Coll. Physicians Surg Pak. – 2023. – V. 33. – No 10. – P. 1136–1140. DOI: 10.29271/jcpsp.2023.10.1136.
10. Chopra D. et al. Is blood urea concentration an independent predictor of positive endoscopic findings in presumed upper gastrointestinal bleeding? // Dig. Dis. – 2020. – V. 38. – No 1. – P. 77–84. DOI: 10.1159/000501549.