

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ШКАЛ SIRS, qSOFA И MEWS ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ СЕПСИСА У ОНКОГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ БОЛЬНЫХ

Лянгузов А.В.^{*}, Лучинин А.С.

ФГБУН «Кировский научно-исследовательский институт гематологии и переливания крови Федерального медико-биологического агентства», 610027, Киров, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. У онкогематологических больных сепсис является одной из причин высокой летальности. Для его своевременной диагностики используют скоринговые шкалы, точность которых различается между собой.

Цель — оценить эффективность применения шкал SIRS, qSOFA и MEWS для диагностики сепсиса у онкогематологических больных.

Материалы и методы. В исследование включили 202 онкогематологических больных, госпитализированных в отделение интенсивной терапии с инфекционными осложнениями, из них 112 (55 %) мужчин и 90 (45 %) женщин (медиана возраста — 57 лет). В качестве независимых предикторов сепсиса использовали показатели, входящие в шкалы SIRS, qSOFA и MEWS, и другие патофизиологически обоснованные критерии. С целью селекции предикторов применен метод «Voruta». Оценка прогностической значимости показателей производили методом многофакторной бинарной логистической регрессии. На основании уравнения регрессии рассчитывали вероятность развития сепсиса. Соответствие вероятности исхода и показателей диагностических шкал проверяли с помощью корреляционного анализа (коэффициент ранговой корреляции Кендалла).

Результаты. Диагноз «сепсис» при использовании любой шкалы установлен у 95 из 202 (47 %) больных: SIRS — у 77 (81 %), qSOFA — у 31 (33 %), MEWS — у 65 (68 %). Из 19 первоначально включенных в исследование предикторов сепсиса в итоговую модель логистической регрессии вошли 6 (частота дыхания, частота сердечных сокращений, нарушение темпа диуреза, систолическое АД, температура тела и баллы по шкале комы Глазго), что соответствовало критериям шкалы MEWS. Медиана вероятности сепсиса составила 0,38 (0,079–0,921). Результаты рассчитанной вероятности сепсиса, согласно модели логистической регрессии, наиболее тесно коррелировали с балльной оценкой по шкале MEWS, в меньшей степени — с таковой по SIRS и qSOFA.

Заключение. Шкала MEWS является более подходящим инструментом диагностики сепсиса, чем SIRS и qSOFA, у онкогематологических больных.

Ключевые слова: сепсис, прогноз, диагностические шкалы

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Лянгузов А.В., Лучинин А.С. Анализ эффективности применения шкал SIRS, qSOFA и MEWS для идентификации сепсиса у онкогематологических больных. Гематология и трансфузиология. 2022; 67(3): 398–405. <https://doi.org/10.35754/0234-5730-2022-67-3-398-405>

ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF THE SIRS, qSOFA AND MEWS SCALE FOR THE SEPSIS IDENTIFICATION IN ONCOHEMATOLOGICAL PATIENTS

Lyanguzov A.V.¹, Luchinin A.S.

Kirov Research Institute of Hematology and Blood Transfusion of the Federal Medical Biological Agency, 610027, Kirov, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. Sepsis is one of the main causes of high mortality in oncohematological patients. Sepsis is diagnosed using different scoring scales, but the accuracy of the diagnosis varies.

Aim — to determine the effectiveness of SIRS, qSOFA and MEWS scales for the diagnosis of sepsis in oncohematological patients.

Materials and methods. Study participants included 202 patients hospitalized in the intensive care unit with infectious complications — 112 (55 %) male, 90 (45 %) female. The median age was 57 years. The estimated predictors were the criteria of SIRS, qSOFA and MEWS scales and other significant indicators. The Boruta method was employed to select the predictors. A multiple binomial logistic regression model was used to determine the prognostic value of the predictors. The probability of sepsis was calculated based on the regression equation. The correlation between sepsis probability and the prognostic scales was assessed using correlation analysis (Kendall rank correlation coefficient).

Results. Diagnoses were confirmed by scales in 95 of 202 (47 %) patients: SIRS — in 77 (81 %), qSOFA — in 31 (33 %), MEWS — in 65 (68 %). Of the 19 predictors initially included in the study, the final logistic regression model included 6: respiratory rate, heart rate, impaired urine output, systolic blood pressure, body temperature, and Glasgow coma scale level, which matched MEWS criteria. The median probability of sepsis was 0.38 (0.079–0.921). The results of the calculated probability of sepsis, according to the logistic regression model, correlated most closely with the score on the MEWS scale, to a lesser extent — with that on SIRS and qSOFA.

Conclusion. The MEWS scale is a more suitable tool for the diagnosis of sepsis than SIRS and sofa in oncohematological patients.

Key words: sepsis, prognosis, diagnostic scales

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

Financial disclosure: the study had no sponsorship.

For citation: Lyanguzov A.V., Luchinin A.S. Analysis of the effectiveness of the SIRS, qSOFA and MEWS scale for the sepsis identification in oncohematological patients. *Gematologiya i transfuziologiya*. 2022; 67(3): 398–405 (in Russian). <https://doi.org/10.35754/0234-5730-2022-67-3-398-405>

Введение

Онкогематологические больные являются наиболее уязвимой для инфекционных осложнений категорией больных. К развитию у них инфекции предрасполагают нейтропения, нарушения клеточного и гуморального иммунитета, повреждения слизистых оболочек, наличие центрального венозного катетера. Частота инфекционных осложнений у этой категории больных может достигать 80 % [1]. Сепсис — патологическое

состояние, сопровождающееся неадекватным ответом организма больного на инфекцию с развитием органических дисфункций, приводящее к высокой летальности по мере прогрессирования процесса [2]. Сепсис регистрируется более чем у 30 % онкогематологических больных после проведения у них химиотерапии, при этом летальность превышает 30 %, достигая 70 % при септическом шоке [3, 4].

Проблема своевременной диагностики сепсиса до настоящего времени окончательно не решена [5]. Важным критерием этого патологического состояния является наличие эпизода инфекции, особенно выявление бактериемии. Однако результат бактериологического анализа крови не является точным и требует затрат времени, а бактериемия может выявляться значительно позже начала септического процесса [3]. Для диагностики сепсиса традиционно используют шкалы, позволяющие провести балльную оценку функционального состояния внутренних органов и систем, принять решение о необходимости начала антибактериальной и/или интенсивной терапии. Каждая из шкал, прямо или косвенно используемая для диагностики сепсиса, имеет как преимущества, так и недостатки. Критерии синдрома системной воспалительной реакции (Systemic Inflammatory Response Syndrome, SIRS), впервые опубликованные в 1992 г., признаны недостаточно специфичными [6], тем не менее их использование на практике продолжается. С целью обеспечения более точного выявления сепсиса в 2016 г. проведен пересмотр ключевых рекомендаций — консенсус «Сепсис 3», который исключил критерии SIRS, заменив их оценкой дисфункции органов по шкале оценки органной недостаточности (Sequential Organ Failure Assessment, SOFA). Дополнительно, для простого и быстрого определения вероятности неблагоприятного исхода была предложена шкала quick SOFA (qSOFA), включающая в себя только 3 параметра, которые оценивают у постели больного [7]. Данные о диагностической точности qSOFA и SIRS при сепсисе противоречивы [8–10]. L.A. Dykes и соавт. [11] показали, что применение qSOFA в качестве единственного инструмента скрининга сепсиса не может в полной мере заменить критерии SIRS ввиду низкой чувствительности. Попытки разработать новые системы прогнозирования исходов сепсиса на ранних сроках его развития продолжаются, в том числе с использованием технологий машинного обучения [12].

C. Constantinescu и соавт. [13] продемонстрировали перспективность применения модифицированной шкалы раннего предупреждения (Modified Early Warning Score, MEWS) с целью диагностики сепсиса и прогнозирования его исхода у онкогематологических больных. Таким образом, вопрос эффективности различных скоринговых систем у онкогематологических больных до конца не изучен, что определяет актуальность исследования.

Цель исследования — оценить эффективность применения шкал SIRS, qSOFA и MEWS для диагностики сепсиса у онкогематологических больных.

Материалы и методы

В ретроспективное когортное исследование включили 202 больных. Критериями включения в исследова-

ние были наличие гематологического или онкологического заболевания, возраст старше 18 лет, наличие инфекционных осложнений, госпитализация в отделение интенсивной терапии (ОИТ). Медиана возраста составила 57 лет (19–82), мужчин — 112 (55 %), женщин — 90 (45 %). Острый миелоидный лейкоз диагностировали у 82 больных, неходжкинские лимфомы и хронический лимфолейкоз — у 48, множественную миелому — у 24, острый лимфобластный лейкоз — у 18, лимфому Ходжкина — у 10, миелодиспластический синдром — у 12, хронические миелопролиферативные заболевания — у 6, апластическую анемию — у 1, солидное злокачественное новообразование — у 1 больного.

Больные были разделены на две группы. Первую группу составили больные с подозрением на сепсис — положительным результатом при оценке по критериям любой из 3 шкал: 2 и более балла по шкале SIRS, или 2 и более балла по шкале qSOFA, или 5 и более баллов по шкале MEWS. При использовании шкалы SIRS не учитывали количество лейкоцитов, так как у гематологических больных оно часто изменено по причинам, связанным с основным заболеванием или химиотерапией. Во вторую группу вошли больные с инфекционными осложнениями без признаков сепсиса (отрицательный результат при оценке по любой из 3 шкал). Поскольку все больные имели признаки инфекционных осложнений, нарушения, выявленные при помощи оценочных шкал, связывали с септическим процессом.

Бактериемию не рассматривали в качестве предиктора сепсиса, так как ее выявление может запаздывать относительно начала сепсиса, а вероятность отрицательных результатов остается высокой. Диагноз «сепсис», по данным историй болезни, также не принимался в расчет с целью избежать систематического смещения в сторону одной из прогностических шкал, а также из-за вероятности ложноотрицательной или ложноположительной диагностики этого осложнения.

В качестве предикторов сепсиса использовали 19 количественных и категориальных клинико-лабораторных показателей, которые оценивали в течение 24 ч с момента поступления больного в ОИТ. К количественным показателям относили возраст, температуру тела, частоту дыхания (ЧД), систолическое артериальное давление (АД), диастолическое АД, частоту сердечных сокращений (ЧСС), количество баллов по шкале комы Глазго, концентрацию гемоглобина, количество тромбоцитов и лейкоцитов в общем анализе крови, сывороточные концентрации креатинина, С-реактивного белка (СРБ), общего белка, альбумина, общего билирубина и прокальцитонина; к категориальным — пол, наличие гипоксемии и снижение темпа диуреза.

Статистический анализ. Для селекции предикторов сепсиса использовали метод «Voruta» при p -уровне

Таблица 1. Характеристика потенциальных факторов прогноза сепсиса
Table 1. Characterization of potential sepsis prognostic factors

Показатель / Parameter	Значение / Value*
Пол / Gender	
Мужчины / Male	112 (55 %),
Женщины / Female	90 (45 %)
Возраст, лет / Age, years	57 (19–82)
Температура тела, °C / Body temperature, °C	37,0 (34,0–39,4)
ЧД, мин ⁻¹ / Respiratory rate, min ⁻¹	22 (12–50)
Систолическое АД, мм рт. ст. / Systolic blood pressure, mm Hg	115 (51–175)
Диастолическое АД, мм рт. ст. / Diastolic blood pressure, mm Hg	70 (25–100)
ЧСС, мин ⁻¹ / Heart rate, min ⁻¹	95 (55–170)
Гипоксемия (наличие) / Hypoxemia (presence)	85 (42 %)
Баллы по шкале комы Глазго / Glasgow Coma Scale	15 (3–15)
Гемоглобин, г/л / Hemoglobin, g/L	81 (74–94)
Лейкоциты, ×10 ⁹ /л / Leukocytes, ×10 ⁹ /L	1,2 (0–703)
Тромбоциты, ×10 ⁹ /л / Platelets, ×10 ⁹ /L	31 (1–807)
Креатинин, мкмоль/л / Creatinine, μmol/L	80 (36–471)
СРБ, г/л / CRP, g/L	0,116 (0–0,682)
Общий белок, г/л / Total protein, g/L	59,5 (34,5–137)
Альбумин, г/л / Albumen, g/L	33 (16,1–53,7)
Общий билирубин, мкмоль/л / Total bilirubin, μmol/L	12,6 (2,9–280,2)
Прокальцитонин, нг/мл / Procalcitonin, ng/mL	0,459 (0,019–125,52)
Число больных со сниженным диурезом < 35 мл/час Number of patients with decreased urine output < 35 mL/hour	29 (14 %)

Примечание: * — количество больных (%) для категориальных переменных; медиана (минимум, максимум) — для количественных переменных.
 Note: * — number of patients (%) for categorical variables; median (minimum, maximum) — for quantitative variables.

значимости $\leq 0,01$, основанном на алгоритме машинного обучения «случайный лес» [14]. Прогностическое значение факторов определяли при помощи метода бинарной многофакторной логистической регрессии. Взаимосвязь вероятностей исхода и баллов по диагностическим шкалам оценивали с помощью корреляционного анализа (коэффициент ранговой корреляции Кендалла); для сравнения величины остатков моделей прогноза применяли дисперсионный анализ (ANOVA). Статистический анализ проводили с использованием языка программирования R (версия 4.1.2), библиотеки «glmnet», «caret», «MASS», «DAAG», «Boruta».

Результаты

Вероятный диагноз «сепсис» установили у 95 из 202 (47 %) больных (положительный результат при оценке по любой из шкал). Из них по шкале SIRS — у 77 (81 %), по qSOFA — у 31 (33 %), по MEWS — у 65 (68 %). Бактериemia выявлена у 22 (23 %) из 95 больных «септической» группы и у 19 из 107 (18 %) — «несептической» группы ($\chi^2 = 0,6$, $p = 0,43$). Исходные данные 202 наблюдений по 19 параметрам содержали 3838 значений, их характеристика представлена в таблице 1.

При селекции предикторов сепсиса наиболее важными для диагностики этого патологического состояния

оказались: ЧД, ЧСС, температура тела, диастолическое и систолическое АД, уровень сознания по шкале комы Глазго, гипоксемия, снижение темпа диуреза и СРБ. Эти показатели использовали при создании модели логистической регрессии. На этапе обучения модели применили метод последовательного отбора пошаговой логистической регрессии, посредством которого из 9 предикторов для финальной модели были выбраны 6: ЧД, ЧСС, нарушение темпа диуреза, систолическое АД, температура тела и уровень сознания по шкале комы Глазго в баллах (табл. 2).

Уравнение логистической регрессии:
 $\text{logit}(p) = -36,11 - 0,38 \times (\text{число баллов по шкале комы Глазго}) - 0,02 \times (\text{систолическое АД}) + 0,67 \times (\text{температура тела}) + 0,06 \times (\text{ЧСС}) + 0,57 \times (\text{ЧД}) + 1,61 \times (\text{снижение темпа диуреза, где 1 — да, 0 — нет})$

Согласно уравнению регрессии, медиана вероятности сепсиса во всей выборке больных составила 0,38 (0,079–0,921). Данные вероятности наиболее сильно коррелировали с балльной оценкой по шкале MEWS, в меньшей степени — по шкалам SIRS и qSOFA (табл. 3).

Дополнительно были построены еще две модели логистической регрессии с меньшим количеством параметров (соответственно шкалам SIRS и qSOFA), первая

Таблица 2. Предикторы, вошедшие в модель прогноза сепсиса
Table 2. Predictors included in the sepsis prediction model

Предиктор / Predictor	ОШ / OR	95% ДИ / 95% CI	p
Уровень сознания по шкале комы Глазго / Glasgow Coma Scale	0,68	0,51–0,86	0,003
Систолическое АД / Systolic blood pressure	0,98	0,96–1,00	0,1
Температура тела / Body temperature	1,97	1,27–3,14	0,003
ЧСС / Heart rate	1,07	1,04–1,1	< 0,001
ЧД / Respiratory rate	1,77	1,5–2,18	< 0,001
Снижение темпа диуреза / Decreased urine output	5,01	1,14–23,8	0,036

Примечание: ОШ — отношение шансов, ДИ — доверительный интервал.
 Note. OR — odds ratio, CI — confidence interval.

Таблица 3. Корреляция показателей шкал MEWS, SIRS, qSOFA с вероятностью сепсиса по модели логистической регрессии
Table 3. Correlation of MEWS, SIRS, qSOFA scores with the probability of sepsis according to the logistic regression model

Система оценки / Evaluation system	τ^*	p
MEWS	0,71	< 0,001
SIRS	0,6	< 0,001
qSOFA	0,57	< 0,001

Примечание: * — коэффициент ранговой корреляции Кендалла.
 Note. * — Kendall rank correlation coefficient.

из которых включала в себя исходные значения температуры тела, ЧД и ЧСС, вторая — уровень сознания по шкале Глазго, систолическое АД и ЧД. Сравнение ошибок прогнозирования (остатков) созданных моделей посредством дисперсионного анализа выявило, что сходная со шкалой MEWS изначальная модель, содержащая 6 предикторов, оказалась статистически значимо более точной ($p < 0,001$).

Обсуждение

В последние 30 лет происходит непрерывная эволюция методов диагностики сепсиса. «Золотым стандартом» по-прежнему остается экспертное врачебное мнение, а идеально-точной диагностической модели до настоящего времени не существует. Отчасти это обусловлено меняющейся концепцией определения диагноза «сепсис» от генерализованной воспалительной реакции (критерии SIRS), до органной недостаточности (шкалы SOFA и qSOFA) и далее — к критериям оценки его раннего предупреждения (шкалы NEWS, NEWS2 и MEWS) [15]. Общая диагностическая ценность их применения остается невысокой, а результаты могут значительно отличаться у разных категорий больных. Использование шкалы qSOFA в качестве потенциального инструмента скрининга сепсиса изучалось в многочисленных исследованиях, а результаты оценки ее полезности оказались противоречивы. Показано, что применение qSOFA для ранней идентификации дисфункции органов, вызванной инфекцией, является более специфичным, но менее чувствительным, чем наличие двух из четырех критериев SIRS [16]. Определено, что только 24 % инфицированных

больных имели оценку qSOFA 2 или 3, но на этих больных приходилось 70 % неблагоприятных исходов [17]. Наличие положительного результата qSOFA должно насторожить врача в отношении вероятности сепсиса, но использовать эту шкалу в качестве единственной нецелесообразно, учитывая ее низкую чувствительность.

В настоящей работе увеличили спектр анализируемых показателей с учетом особенностей онкогематологических больных, для которых практически не разработаны специализированные шкалы [18], включив в модель не только показатели наиболее распространенных шкал qSOFA, SIRS и MEWS, но и другие, патофизиологически обоснованные критерии (табл. 1).

В результате создания модели логистической регрессии получены предикторы сепсиса (табл. 2), которые оказались идентичны критериям шкалы MEWS. С помощью многофакторного анализа не установлено прогностической значимости таких маркеров системного воспаления, как СРБ и прокальцитонин. Высокая эффективность шкалы MEWS при диагностике сепсиса показана у разных категорий больных: больных с инфекционных осложнениях в урологии [19], COVID-19 ассоциированной пневмонии [20], у пожилых больных [21] и у больных с кровотечением из верхних отделов желудочно-кишечного тракта [22], что демонстрирует возможность ее широкого применения в клинической практике [23].

Важность своевременной госпитализации больных сепсисом в ОИТ диктует необходимость его ранней диагностики посредством триггерных систем [24], в особенности у онкогематологических больных [25].

Применение шкалы MEWS, как самостоятельно, так и в сочетании с другими показателями, продемонстрировало высокую эффективность у гематологических больных [26, 27]. Дальнейшее совершенствование параметров этой системы оценки (уменьшение интервалов, коррекция значений балльной оценки) может повысить ее диагностическую ценность [13].

Уменьшение количества показателей для упрощения модели диагностики сепсиса (по аналогии со шкалами SIRS и qSOFA) оказалось неэффективным. Первоначальная модель, сходная со шкалой MEWS и включавшая в себя 6 параметров, оставалась статистически значимо более точной, по сравнению с простыми моделями (ANOVA, $p < 0,001$). Полученные результаты согласуются с недавними исследованиями, показавшими, что шкалы ранней диагностики (NEWS и MEWS) превосходят SIRS и qSOFA в прогнозировании исходов сепсиса [28, 29].

Литература

1. Алгоритмы диагностики и протоколы лечения заболеваний системы крови. Под ред. В.Г. Савченко. М.: Практика; 2018; 2: 1067–115.
2. Singer M., Deutschman C.S., Seymour C.W., et al. The Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). JAMA. 2016; 315(8): 801–10. DOI: 10.1001/jama.2016.0287.
3. Алгоритмы диагностики и протоколы лечения заболеваний системы крови. Под ред. В.Г. Савченко. М.: Практика; 2018; 2: 1191–203.
4. Manjappachar N.K., Cuenca J.A., Ramírez C.M., et al. Outcomes and predictors of 28-day mortality in patients with hematologic malignancies and septic shock defined by Sepsis-3 criteria. J Natl Compr Canc Netw. 2022; 20(1): 45–53. DOI: 10.6004/jnccn.2021.7046.
5. Duncan C.F., Youngstein T., Kirrane M.D., Lonsdale D.O. Diagnostic challenges in sepsis. Curr Inf Dis Rep. 2021; 23(12): 22. DOI: 10.1007/s11908-021-00765-y.
6. Levy M.M., Fink M.P., Marshall J.C., et al. 2001 SCCM/ESICM/ACCP/ATS/SIS International Sepsis Definitions Conference. Intensive Care Med. 2003; 29(4): 530–8. DOI: 10.1007/s00134-003-1662-x.
7. Seymour C.W., Liu V.X., Iwashyna T.J., et al. Assessment of clinical criteria for sepsis: For the Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). JAMA. 2016; 315(8): 762–74. DOI: 10.1001/jama.2016.0288.
8. Serafim R., Gomes J.A., Salluh J., Póvoa P. A comparison of the Quick-SOFA and systemic inflammatory response syndrome criteria for the diagnosis of sepsis and prediction of mortality: A systematic review and meta-analysis. Chest. 2018; 153(3): 646–55. DOI: 10.1016/j.chest.2017.12.015.
9. Forward E., Konecny P., Burston J., et al. Predictive validity of the qSOFA criteria for sepsis in non-ICU inpatients. Intensive Care Medicine. 2017; 43(6): 945–6. DOI: 10.1007/s00134-017-4776-2.
10. Giamarellos-Bourboulis E.J., Tsaganos T., Tsangaris I., et al. Validation of the new Sepsis-3 definitions: Proposal for improvement in early risk identification. Clin Microbiol Infect. 2017; 23(2): 104–9. DOI: 10.1016/j.cmi.2016.11.003.
11. Dykes L.A., Heintz S.J., Heintz B.H., et al. Contrasting qSOFA and SIRS criteria for early sepsis identification in a veteran population. Fed Pract. 2019; 36(Suppl 2): S21–4.
12. Tirkkonen J., Karlsson S., Skrifvars M.B. National early warning score (NEWS) and the new alternative SpO₂ scale during rapid response team reviews: A pro-

Новым и перспективным направлением дальнейшего повышения эффективности скрининга сепсиса является машинное обучение. В метаанализе результатов 7 клинических исследований по прогнозированию нозокомиального сепсиса с включением 42 623 больных М. Islam и соавт. [30] показали, что объединенная площадь под кривой (pooled area under receiving operating curve, SAUROC) для моделей машинного обучения составила 0,89 (95% ДИ: 0,86–0,92); чувствительность — 81 %; специфичность — 72 %, что было значимо выше, чем SAUROC для таких традиционных инструментов, как SIRS, MEWS и SOFA. Дальнейшие изыскания в этой области, вероятно, смогут улучшить эффективность диагностики сепсиса в реальной клинической практике.

Таким образом, шкала MEWS является более подходящим инструментом диагностики сепсиса у гематологических больных, чем шкалы SIRS и qSOFA.

References

1. Algorithms for diagnostic and protocols for the treatment of the blood system diseases. Savchenko V.G. (ed.). Moscow: Praktika Publ.; 2018; 2: 1067–115. (In Russian).
2. Singer M., Deutschman C.S., Seymour C.W., et al. The Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). JAMA. 2016; 315(8): 801–10. DOI: 10.1001/jama.2016.0287.
3. Algorithms for diagnostic and protocols for the treatment of the blood system diseases. Savchenko V.G. (ed.). Moscow: Praktika Publ.; 2018; 2: 1191–203. (In Russian).
4. Manjappachar N.K., Cuenca J.A., Ramírez C.M., et al. Outcomes and predictors of 28-day mortality in patients with hematologic malignancies and septic shock defined by Sepsis-3 criteria. J Natl Compr Canc Netw. 2022; 20(1): 45–53. DOI: 10.6004/jnccn.2021.7046.
5. Duncan C.F., Youngstein T., Kirrane M.D., Lonsdale D.O. Diagnostic challenges in sepsis. Curr Inf Dis Rep. 2021; 23(12): 22. DOI: 10.1007/s11908-021-00765-y.
6. Levy M.M., Fink M.P., Marshall J.C., et al. 2001 SCCM/ESICM/ACCP/ATS/SIS International Sepsis Definitions Conference. Intensive Care Med. 2003; 29(4): 530–8. DOI: 10.1007/s00134-003-1662-x.
7. Seymour C.W., Liu V.X., Iwashyna T.J., et al. Assessment of clinical criteria for sepsis: For the Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). JAMA. 2016; 315(8): 762–74. DOI: 10.1001/jama.2016.0288.
8. Serafim R., Gomes J.A., Salluh J., Póvoa P. A comparison of the Quick-SOFA and systemic inflammatory response syndrome criteria for the diagnosis of sepsis and prediction of mortality: A systematic review and meta-analysis. Chest. 2018; 153(3): 646–55. DOI: 10.1016/j.chest.2017.12.015.
9. Forward E., Konecny P., Burston J., et al. Predictive validity of the qSOFA criteria for sepsis in non-ICU inpatients. Intensive Care Medicine. 2017; 43(6): 945–6. DOI: 10.1007/s00134-017-4776-2.
10. Giamarellos-Bourboulis E.J., Tsaganos T., Tsangaris I., et al. Validation of the new Sepsis-3 definitions: Proposal for improvement in early risk identification. Clin Microbiol Infect. 2017; 23(2): 104–9. DOI: 10.1016/j.cmi.2016.11.003.
11. Dykes L.A., Heintz S.J., Heintz B.H., et al. Contrasting qSOFA and SIRS criteria for early sepsis identification in a veteran population. Fed Pract. 2019; 36(Suppl 2): S21–4.
12. Tirkkonen J., Karlsson S., Skrifvars M.B. National early warning score (NEWS) and the new alternative SpO₂ scale during rapid response team reviews: A pro-

spective observational study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2019; 27(1): 111. DOI: 10.1186/s13049-019-0691-6.

13. Constantinescu C., Pasca S., Iluta S., et al. The predictive role of Modified Early Warning Score in 174 hematological patients at the point of transfer to the intensive care unit. *J Clin Med.* 2021; 10(20): 4766. DOI: 10.3390/jcm10204766.

14. Degenhardt F., Seifert S., Szymczak S. Evaluation of variable selection methods for random forests and omics data sets. *Brief Bioinform.* 2019; 20(2): 492–503. DOI: 10.1093/bib/bbx124.

15. Evans L., Rhodes A., Alhazzani W., et al. Surviving sepsis campaign: International guidelines for management of sepsis and septic shock 2021. *Int Care Med.* 2021; 47(11): 1181–247. DOI: 10.1007/s00134-021-06506-y.

16. Fernando S.M., Tran A., Taljaard M., et al. Prognostic accuracy of the quick Sequential Organ Failure Assessment for mortality in patients with suspected infection: A systematic review and meta-analysis. *Ann Intern Med.* 2018; 168(4): 266–75. DOI: 10.7326/M17-2820.

17. Churpek M.M., Snyder A., Han X., et al. Quick Sepsis-related Organ Failure Assessment, Systemic Inflammatory Response Syndrome, and early warning scores for detecting clinical deterioration in infected patients outside the intensive care unit. *Am J Resp Crit Care Med.* 2017; 195(7): 906–11. DOI: 10.1164/rccm.201604-0854OC.

18. Krishna B. Ideal severity of illness scoring system for critically ill cancer patients: A dream. *Indian J Crit Care Med.* 2020; 24(4): 215. DOI: 10.5005/jp-journals-10071-23405.

19. Yap X-H., Ng C-J., Hsu K-H., et al. Predicting need for intensive care unit admission in adult emphysematous pyelonephritis patients at emergency departments: Comparison of five scoring systems. *Sci Rep.* 2019; 9(1): 16618. DOI: 10.1038/s41598-019-52989-7.

20. Ryan L., Lam C., Mataraso S., et al. Mortality prediction model for the triage of COVID-19, pneumonia, and mechanically ventilated ICU patients: A retrospective study. *Ann Med Surg.* 2020; 59: 207–16. DOI: 10.1016/j.amsu.2020.09.044.

21. Mitsunaga T., Hasegawa I., Uzura M., et al. Comparison of the National Early Warning Score (NEWS) and the Modified Early Warning Score (MEWS) for predicting admission and in-hospital mortality in elderly patients in the pre-hospital setting and in the emergency department. *PeerJ.* 2019; 7: e6947. DOI: 10.7717/peerj.6947.

22. Lai Y-C., Hung M-S., Chen Y-H., Chen Y-C. Comparing AIMS65 score with MEWS, qSOFA score, Glasgow-Blatchford score, and Rockall score for predicting clinical outcomes in cirrhotic patients with upper gastrointestinal bleeding. *J Acute Med.* 2018; 8(4): 154–67. DOI: 10.6705/j.jacme.201812_8(4).0003.

23. Bhatnagar M., Sirohi N., Dubey A.B. Prediction of hospital outcome in emergency medical admissions using modified early warning score (MEWS): Indian experience. *J Family Med Prim Care.* 2021; 10(1): 192–8. DOI: 10.4103/jfmpc.jfmpc_1426_20.

24. Acutely ill patients in hospital: Recognition of and response to acute illness in adults in hospital. London, National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE): 2007.

25. Cooksley T., Kitlowski E., Haji-Michael P. Effectiveness of Modified Early Warning Score in predicting outcomes in oncology patients. *QJM.* 2012; 105(11): 1083–8. DOI: 10.1093/qjmed/hcs138.

26. Young R.S., Gobel B.H., Schumacher M., et al. Use of the modified early warning score and serum lactate to prevent cardiopulmonary arrest in hematology-oncology patients: A quality improvement study. *Am J Med Qual.* 2014; 29(6): 530–7. DOI: 10.1177/1062860613508305.

27. Constantinescu C., Bodolea C., Pasca S., et al. Clinical approach to the patient in critical state following immunotherapy and/or stem cell transplantation: Guideline for the on-call physician. *J Clin Med.* 2019; 8(6): 884. DOI: 10.3390/jcm8060884.

spective observational study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2019; 27(1): 111. DOI: 10.1186/s13049-019-0691-6.

13. Constantinescu C., Pasca S., Iluta S., et al. The predictive role of Modified Early Warning Score in 174 hematological patients at the point of transfer to the intensive care unit. *J Clin Med.* 2021; 10(20): 4766. DOI: 10.3390/jcm10204766.

14. Degenhardt F., Seifert S., Szymczak S. Evaluation of variable selection methods for random forests and omics data sets. *Brief Bioinform.* 2019; 20(2): 492–503. DOI: 10.1093/bib/bbx124.

15. Evans L., Rhodes A., Alhazzani W., et al. Surviving sepsis campaign: International guidelines for management of sepsis and septic shock 2021. *Int Care Med.* 2021; 47(11): 1181–247. DOI: 10.1007/s00134-021-06506-y.

16. Fernando S.M., Tran A., Taljaard M., et al. Prognostic accuracy of the quick Sequential Organ Failure Assessment for mortality in patients with suspected infection: A systematic review and meta-analysis. *Ann Intern Med.* 2018; 168(4): 266–75. DOI: 10.7326/M17-2820.

17. Churpek M.M., Snyder A., Han X., et al. Quick Sepsis-related Organ Failure Assessment, Systemic Inflammatory Response Syndrome, and early warning scores for detecting clinical deterioration in infected patients outside the intensive care unit. *Am J Resp Crit Care Med.* 2017; 195(7): 906–11. DOI: 10.1164/rccm.201604-0854OC.

18. Krishna B. Ideal severity of illness scoring system for critically ill cancer patients: A dream. *Indian J Crit Care Med.* 2020; 24(4): 215. DOI: 10.5005/jp-journals-10071-23405.

19. Yap X-H., Ng C-J., Hsu K-H., et al. Predicting need for intensive care unit admission in adult emphysematous pyelonephritis patients at emergency departments: Comparison of five scoring systems. *Sci Rep.* 2019; 9(1): 16618. DOI: 10.1038/s41598-019-52989-7.

20. Ryan L., Lam C., Mataraso S., et al. Mortality prediction model for the triage of COVID-19, pneumonia, and mechanically ventilated ICU patients: A retrospective study. *Ann Med Surg.* 2020; 59: 207–16. DOI: 10.1016/j.amsu.2020.09.044.

21. Mitsunaga T., Hasegawa I., Uzura M., et al. Comparison of the National Early Warning Score (NEWS) and the Modified Early Warning Score (MEWS) for predicting admission and in-hospital mortality in elderly patients in the pre-hospital setting and in the emergency department. *PeerJ.* 2019; 7: e6947. DOI: 10.7717/peerj.6947.

22. Lai Y-C., Hung M-S., Chen Y-H., Chen Y-C. Comparing AIMS65 score with MEWS, qSOFA score, Glasgow-Blatchford score, and Rockall score for predicting clinical outcomes in cirrhotic patients with upper gastrointestinal bleeding. *J Acute Med.* 2018; 8(4): 154–67. DOI: 10.6705/j.jacme.201812_8(4).0003.

23. Bhatnagar M., Sirohi N., Dubey A.B. Prediction of hospital outcome in emergency medical admissions using modified early warning score (MEWS): Indian experience. *J Family Med Prim Care.* 2021; 10(1): 192–8. DOI: 10.4103/jfmpc.jfmpc_1426_20.

24. Acutely ill patients in hospital: Recognition of and response to acute illness in adults in hospital. London, National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE): 2007.

25. Cooksley T., Kitlowski E., Haji-Michael P. Effectiveness of Modified Early Warning Score in predicting outcomes in oncology patients. *QJM.* 2012; 105(11): 1083–8. DOI: 10.1093/qjmed/hcs138.

26. Young R.S., Gobel B.H., Schumacher M., et al. Use of the modified early warning score and serum lactate to prevent cardiopulmonary arrest in hematology-oncology patients: A quality improvement study. *Am J Med Qual.* 2014; 29(6): 530–7. DOI: 10.1177/1062860613508305.

27. Constantinescu C., Bodolea C., Pasca S., et al. Clinical approach to the patient in critical state following immunotherapy and/or stem cell transplantation: Guideline for the on-call physician. *J Clin Med.* 2019; 8(6): 884. DOI: 10.3390/jcm8060884.

28. Mellhammar L., Linder A., Tverring J., et al. NEWS2 is superior to qSOFA in detecting sepsis with organ dysfunction in the emergency department. *J Clin Med.* 2019; 8(8): 1128. DOI: 10.3390/jcm8081128.
29. Wattanasit P., Khwannimit B. Comparison the accuracy of early warning scores with qSOFA and SIRS for predicting sepsis in the emergency department. *Am J Emerg Med.* 2021; 46: 284–8. DOI: 10.1016/j.ajem.2020.07.077.
30. Islam M.M., Nasrin T., Walther B.A., et al. Prediction of sepsis patients using machine learning approach: A meta-analysis. *Comput Methods Programs Biomed.* 2019; 170: 1–9. DOI: 10.1016/j.cmpb.2018.12.027.

Информация об авторах

Лянгузов Алексей Владимирович, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник, ФГБУН «Кировский научно-исследовательский институт гематологии и переливания крови Федерального медико-биологического агентства»,
e-mail: dedalex@bk.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5509-5308>

Лучинин Александр Сергеевич, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник, ФГБУН «Кировский научно-исследовательский институт гематологии и переливания крови Федерального медико-биологического агентства»,
e-mail: glivec@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5016-210X>

* Автор, ответственный за переписку

Поступила: 30.06.2022
Принята в печать: 29.08.2022

28. Mellhammar L., Linder A., Tverring J., et al. NEWS2 is superior to qSOFA in detecting sepsis with organ dysfunction in the emergency department. *J Clin Med.* 2019; 8(8): 1128. DOI: 10.3390/jcm8081128.
29. Wattanasit P., Khwannimit B. Comparison the accuracy of early warning scores with qSOFA and SIRS for predicting sepsis in the emergency department. *Am J Emerg Med.* 2021; 46: 284–8. DOI: 10.1016/j.ajem.2020.07.077.
30. Islam M.M., Nasrin T., Walther B.A., et al. Prediction of sepsis patients using machine learning approach: A meta-analysis. *Comput Methods Programs Biomed.* 2019; 170: 1–9. DOI: 10.1016/j.cmpb.2018.12.027.

Information about the authors

Alexey V. Lyanguzov, Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, Research Institute of Hematology and Blood Transfusion of the Federal Medical Biological Agency, e-mail: dedalex@bk.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5509-5308>

Alexander S. Luchinin, Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, Research Institute of Hematology and Blood Transfusion of the Federal Medical Biological Agency, e-mail: glivec@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5016-210X>

* Corresponding author

Received 30.06.2022
Accepted 29.08.2022