

Д.В. Прометной^{1, 2, 3}, Ю.С. Александрович², К.В. Пшенисн²¹ Московский областной центр охраны материнства и детства, Люберцы, Российская Федерация² Санкт-Петербургский государственный медицинский университет, Санкт-Петербург, Российская Федерация³ Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей, Москва, Российская Федерация

Отклонения витальных показателей у пациентов отделения анестезиологии и реанимации с низким и высоким риском летального исхода (по шкале PIM3): ретроспективное когортное исследование

Контактная информация:

Прометной Дмитрий Владимирович, кандидат медицинских наук, доцент, заведующий отделением анестезиологии и реанимации МОЦОМД, доцент кафедры анестезиологии, реаниматологии и неотложной педиатрии СПбГПМУ, научный сотрудник научно-методического отделения планирования и развития НМИЦ здоровья детей

Адрес: 140014, Московская обл., г. Люберцы, ул. Мира, д. 6, тел.: +7 (495) 554-04-21, e-mail: prometnoy.d.v@gmail.com

Статья поступила: 22.07.2019 г., принята к печати: 27.12.2019 г.

Обоснование. Для прогноза критических инцидентов, возникающих у детей в стационаре, используют систему PEWS (Pediatric Early Warning Score). Однако регистрация отклонений отдельных витальных показателей может иметь преимущества. В этой связи актуальным остается изучение их прогностической ценности для оценки риска летального исхода. **Цель исследования** — оценить частоту отклонений витальных показателей от референсных интервалов у пациентов с низким и высоким риском летального исхода. **Методы.** Изучали медицинские карты пациентов в возрасте от 1 мес до 17 лет, госпитализированных в отделение анестезиологии и реанимации (ОАР). Вероятность летального исхода рассчитывали по шкале PIM3. Группы низкого и высокого риска летального исхода сформированы на основании результатов кластерного анализа. Группу низкого риска составили пациенты с вероятностью летального исхода < 37%, высокого риска — > 57%. Анализировали частоту сердечных сокращений (ЧСС), частоту дыхания, уровень сатурации кислородом артериальной крови, температуру тела, систолическое и диастолическое артериальное давление и отклонение этих показателей от референсных интервалов при поступлении в ОАР и далее ежедневно (каждые 2 ч) в течение первых 5 сут (или менее, если пациент переводился из ОАР раньше). **Результаты.** Изучены медицинские карты 66 пациентов, из них 10 (15%) с высоким риском летального исхода. Группы низкого и высокого риска были сопоставимы по полу, возрасту, спектру диагностированных заболеваний, длительности пребывания пациентов в ОАР. Летальный исход в ОАР был зарегистрирован в двух случаях: оба пациента — с высоким (> 50%) риском летального исхода по PIM3. Частота отклонений витальных показателей от референсных интервалов при поступлении в ОАР и в последующие 5 сут (кроме ЧСС в первые сутки) в группах риска статистически не различалась. **Заключение.** Регистрация только отклонений витальных показателей от референсных интервалов в течение первых 5 сут пребывания ребенка в ОАР не позволяет прогнозировать высокий риск летального исхода, определенный по шкале PIM3.

Ключевые слова: дети, отделение анестезиологии и реанимации, раннее предупреждение критических инцидентов, экстренная медицинская помощь, шкала PIM3, риск летального исхода, витальные показатели.

(Для цитирования: Прометной Д. В., Александрович Ю. С., Пшенисн К. В. Отклонения витальных показателей у пациентов отделения анестезиологии и реанимации с низким и высоким риском летального исхода (по шкале PIM3): ретроспективное когортное исследование. *Вопросы современной педиатрии*. 2019; 18 (6): 442–451. doi: 10.15690/vsp.v18i6.2064)

ОБОСНОВАНИЕ

Неблагоприятные события являются исходом от 1 до 11% всех случаев госпитализаций детей и существенно увеличивают продолжительность лечения пациентов [1]. Предотвращение неблагоприятных событий является одним из резервов повышения эффективности стационарного лечения. Раннему выявлению факторов риска развития неблагоприятных событий способствуют системы раннего предупреждения (Pediatric Early Warning Score, PEWS), которые основаны на периодической регистрации витальных показателей пациентов

и вычисления суммы частоты их отклонений от референсных значений [2]. Различные модификации систем раннего предупреждения учитывают частоту сердечных сокращений (ЧСС), частоту дыхания (ЧД), температуру тела, систолическое (САД) и диастолическое (ДАД) артериальное давление, уровень сатурации кислородом пульсирующей артериальной крови (SpO₂) [3]. Эффективность указанных систем в клинической практике, в том числе и в отделениях интенсивной терапии, доказана [4]. Вместе с тем PEWS отличаются сложностью использования, связанной с необходимостью перио-

дического подсчета баллов медицинским персоналом. Разработаны триггерные системы, основанные на PEWS, фиксирующие и наглядно представляющие отклонения витальных показателей от референсного коридора [5]. Актуальным, по нашему мнению, является анализ предсказательной способности отдельных витальных показателей, включенных в PEWS, для своевременного выявления высокого риска летального исхода у пациентов отделений анестезиологии и реанимации (ОАР).

Цель исследования — оценить частоту отклонений витальных показателей от референсных интервалов у пациентов с низким и высоким риском летального исхода.

МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Проведено ретроспективное когортное исследование.

Условия проведения исследования

В исследование включали данные пациентов, госпитализированных в блок реанимации и интенсивной терапии ОАР Московского областного центра охраны материнства и детства (Люберцы). Изучали случаи госпитализации в период с 01.11.2018 по 01.04.2019.

Критерии соответствия

Критерии включения: пациенты ОАР в возрасте от 1 мес до 17 лет.

Критерии невключения: пациенты ОАР, в отношении которых проводили паллиативное лечение.

Описание критериев соответствия

В ОАР госпитализировали больных для оказания экстренной специализированной медицинской помощи и паллиативного лечения. Решение о проведении паллиативного лечения принималось врачебной комиссией из числа врачей анестезиологов-реаниматологов ОАР и отделения паллиативной помощи детям, невро-

логов, педиатров, нейрохирургов. Паллиативными признавались пациенты с неизлечимыми заболеваниями, нуждающиеся в искусственной вентиляции легких и обезболивании.

Целевые показатели исследования

Основной показатель исследования

Частота отклонений витальных показателей от референсных значений при поступлении и в последующие 5 сут госпитализации в ОАР у пациентов с разной вероятностью летального исхода.

Оценка риска летального исхода

Вероятность летального исхода рассчитывали с использованием шкалы PIM3 [5], реализованной в формате калькулятора (Excel-версия) [6]. Шкала характеризуется высокой предсказательной ценностью рассчитываемого риска (AUC 0,88; 95% доверительный интервал 0,88–0,89) и конкордантностью между наблюдаемой и предсказанной вероятностями летального исхода в стационаре (0,94). Шкала разработана на основании данных более 53 тыс. госпитализаций детей в отделения интенсивной терапии (участвующие страны — Австралия, Новая Зеландия, Ирландия и Великобритания) [5]. Оценку вероятности летального исхода проводили по данным, зарегистрированным в течение первого часа после поступления ребенка в ОАР. Учитывали реакцию зрачков на свет, срочность госпитализации (плановая, экстренная), необходимость искусственной вентиляции легких в течение первого часа после госпитализации, показатель BE (от base excess — избыток оснований), показатель фракции кислорода во вдыхаемой смеси (FiO₂), показатель парциального давления кислорода в артериализированной (капиллярной) крови (PaO₂), САД при госпитализации, восстановление после операции/процедуры, являющейся причиной госпитализации, основной диагноз (табл. 1) [5]. Оценка по шкале PIM3 (PIM Score)

Dmitry V. Prometnoy^{1, 2, 3}, Yuriy S. Aleksandrovich², Konstantin V. Pshenisnov²

¹ Moscow Regional Center for Maternity and Childhood Protection, Luybertsy, Russian Federation

² St. Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation

³ National Medical Research Center of Children's Health, Moscow, Russian Federation

Vital Deviations in Patients of Intensive Care Unit With Low and High Risk of Mortality (PIM3 Score): Retrospective Cohort Study

Background. The PEWS (Pediatric Early Warning Score) is always used for prognosis of critical incidents in children at hospital. However, recording of various vital deviations may be advantageous. In this regard, it is relevant to study their prognostic value for risk of mortality estimation. **Objective.** The aim of the study was to estimate the frequency of vitals deviations from reference ranges in patients with low and high risk of mortality. **Methods.** We have studied medical records of patients aged from 1 month to 17 years old hospitalized in intensive care unit (ICU). Mortality prediction was counted with PIM3 score. Low and high risk of mortality groups were created due to the results of cluster analysis. The low risk group was made up of patients with mortality prediction rate < 37%, high risk group > 57%. Heart rate, respiratory rate, oxygen saturation in arterial blood, body temperature, systolic and diastolic blood pressure and deviations of all these values from reference ranges on presentation to ICU and further daily (every 2 hours) during the first 5 days (or less in case if the patient was transferred from the ICU earlier) were analysed. **Results.** Medical records of 66 patients (including 10 (15%) with a high risk of mortality) have been studied. The low and high risk groups were comparable by sex, age, spectrum of diseases, length of patient stay in the ICU. The lethal outcome in ICU was registered in two cases: both patients with high risk of mortality (> 50%) due to PIM3 score. The frequency of vitals deviations from reference ranges on presentation to ICU and in the following 5 days (except for HR on the first day) in risk groups did not differ statistically. **Conclusion.** Registration of only vitals deviations from reference ranges in the child during first 5 days in ICU does not allow us to predict high risk of mortality measured by PIM3 score.

Key words: children, intensive care unit, early prevention of critical incidents, emergency medicine, PIM3 score, risk of mortality, vitals.

(For citation: Prometnoy Dmitry V., Aleksandrovich Yuriy S., Pshenisnov Konstantin V. Vital Deviations in Patients of Intensive Care Unit With Low and High Risk of Mortality (PIM3 Score): Retrospective Cohort Study. *Voprosy sovremennoy pediatrii — Current Pediatrics*. 2019; 18 (6): 442–451. doi: 10.15690/vsp.v18i6.2064)

Таблица 1. Предикторы летального исхода шкалы PIM3 [5]

Table 1. Predictors of mortality due to PIM3 score [5]

Показатели	Оценка****	Коэффициент
Реакция зрачков на свет	1 — > 3 мм и оба фиксированы 0 — иное или неизвестна	3,8233
Плановая госпитализация	1 — да (включая госпитализацию после плановых операций или манипуляций, в т.ч. катетеризации центральных вен, для планового мониторинга, коррекции параметров вентиляции, проводимой на дому. Рассматриваются операции/манипуляции, которые можно отложить более чем на 6 ч без развития неблагоприятных реакций) 0 — нет	-0,5378
Искусственная вентиляция легких, начатая в течение первого часа госпитализации	1 — да (в любом режиме любым способом, включая неинвазивную через назальные канюли, методом спонтанного дыхания с постоянным положительным давлением в дыхательных путях, двухуровневую вентиляцию или вентиляцию с отрицательным давлением в дыхательных путях) 0 — нет	0,9763
BE, ммоль/л	абс. или 0, если неизвестно	0,0671
САД при госпитализации	абс. или 120, если неизвестно 0 — если остановка сердца, 30 — если шок или САД настолько низкое, что его невозможно измерить	$-0,0431 \times (\text{САД при госпитализации}) + 0,1716 \times ((\text{САД при госпитализации})^2 / 1000)$
FiO ₂ , доли единицы	абс. (указывается показатель, измеренный в то же время, что и PaO ₂ , при проведении оксигенации через эндотрахеальную трубку или палатку)	$0,4214 \times (\text{FiO}_2 \times 100) / \text{PaO}_2$
PaO ₂ , мм рт. ст.*	абс. или 0,23, если показатель не измерялся	
Восстановление после операции/ процедуры — основной причины госпитализации**		
• нет	0	-
• после процедуры шунтирования сердца	1	-1,2246
• после процедуры, отличной от процедуры шунтирования сердца	2	-0,8762
• после некардиальной манипуляции	3	-1,5164
Диагноз***		
• очень высокого риска	1	1,6225
• высокого риска	2	1,0725
• низкого риска	3	-2,1766
• иные заболевания	0	-

Примечание. BE (base excess) — избыток оснований, измеренный в артериальной или капиллярной крови, PaO₂ — парциальное давление кислорода, FiO₂ — фракция кислорода во вдыхаемой смеси. * — отношение фракции кислорода во вдыхаемой смеси к парциальному давлению кислорода в капиллярной крови; ** — включая радиологические процедуры и катетеризацию сердца. Не включаются больные, у которых послеоперационный период не является непосредственной причиной госпитализации в ОАР, например после установки датчика внутричерепного давления при черепно-мозговой травме; *** — *заболевания (диагнозы) низкого риска:* бронхиальная астма, бронхолит (включая детей с центральным апноэ или дыхательной недостаточностью, у которых установлен диагноз бронхолита), круп, обструктивное апноэ во сне (включая детей, госпитализированных для проведения адено- или тонзиллэктомии, у которых апноэ явилось основной причиной госпитализации в ОАР; кодируются как после хирургического вмешательства), диабетический кетоацидоз, судороги (включая пациентов, госпитализированных первично вследствие эпилептического статуса, эпилепсии, фебрильных судорог или эпилептического синдрома). *Заболевания высокого риска:* спонтанное внутричерепное кровоизлияние (включая спонтанное, исключая травматическое или невнутричерепное, например, субдуральное), кардиомиопатия или миокардит, синдром гипоплазии левого желудочка (возраст любой, включая только случаи, когда для сохранения жизни выполнена операция Норвуда или подобная в неонатальном периоде), нейродегенеративные заболевания (требуется наличие его в анамнезе, даже при отсутствии в настоящее время специфических проявлений или когда указанный диагноз будет неизбежно выставлен), некротизирующий энтероколит. *Заболевания очень высокого риска:* остановка сердца, предшествующая госпитализации (в том числе внутри- и внегоспитальная, но исключая остановку сердца в анамнезе жизни), тяжелый комбинированный иммунодефицит, лейкоз или лимфома после первой индукции (включая только случаи госпитализации по поводу лейкемии или лимфомы, в том числе и для проведения лечения), реципиент трансплантации костного мозга, печеночная недостаточность (острая или хроническая, в том числе когда она явилась ведущей причиной госпитализации в ОАР, исключая госпитализацию после плановой трансплантации печени) [5]. Риск оценивался по тому заболеванию, по поводу которого пациент был госпитализирован в ОАР. ОАР — отделение анестезиологии и реанимации.

Note. BE (base excess) — the excess of base present in the arterial or capillary blood, PaO₂ — oxygen partial pressure, FiO₂ — fraction of inspired oxygen. * — fraction of inspired oxygen to oxygen partial pressure ratio in capillary blood; ** — including radiological procedures and heart catheterization. Not included — patients whose postoperative period is not an immediate cause of admission to ICU, for example after intracranial pressure monitoring in brain injury; *** — *diseases (diagnoses) of low risk:* bronchial asthma, bronchiolitis (including children with central apnoea or respiratory failure who has been diagnosed bronchiolitis), croup, obstructive sleep apnoea (including children hospitalized for adeno- or tonsillectomy and in whom apnoea is the major reason for ICU admission; coding after surgery), diabetic ketoacidosis, seizures (including patients hospitalized for the first time due to epileptic status, epilepsy, febrile seizure or epileptic syndrome). *Diseases of high risk:* intracranial hemorrhage (including spontaneous, excluding traumatic or non-intracranial like subdural), cardiomyopathy or myocarditis,



hypoplastic left heart (any age, including only cases when Norwood operation or the like has been performed in neonatal period for life sustaining), neurodegenerative diseases (in anamnesis and even without any clinical signs at the moment of admission), necrotising enterocolitis. *Diseases of very high risk*: cardiac arrest, previous admission (including in- and out-hospital but excluding cardiac arrest in anamnesis), severe combined immunodeficiency syndrome, leucosis or lymphoma after first induction (including only cases of admission due to leucosis or lymphoma for treatment), recipient of bone-marrow transplantation, hepatic failure (acute or chronic, including cases when it is major reason of admission to ICU, and excluding cases when it is elective admission for liver transplant) [5]. The risk was measured on the disease of admission to ICU. ICU (OAP) — intensive care unit.

является суммой (Σ) произведений величины каждого из указанных показателей на коэффициент регрессии минус значение константы уравнения регрессии (1,7928) [5]. Оценка вероятности летального исхода выполнена по формуле:

$$(\exp(\Sigma) / (1 + \exp(\Sigma))) \times 100\% [5].$$

Оценка витальных показателей

В числе витальных показателей анализировали ЧСС, ЧД, SpO₂ и температуру тела (используются в PEWS [3]), а также САД и ДАД. В качестве референсных интервалов для ЧСС и ЧД использовали данные [7, 8] (табл. 2), для SpO₂ min — 94% без оксигенотерапии [9], для температуры тела — 36–38°C [10]. Референсный уровень САД и ДАД определяли по формулам [8]: САД_{min} = 75 + 2n; САД_{max} = 105 + 2n; ДАД_{min} = 45 + n; ДАД_{max} = 75 + n, где n — число полных лет. Референсные интервалы для ЧСС и ЧД определяли для возрастов 0–11 мес, 1–4 года, 5–12 лет и старше 12 лет по двум вариантам референсных интервалов (см. табл. 2).

Информацию о значении витальных показателей извлекали из карты интенсивной терапии, архивируемой вместе с медицинской картой стационарного больного (форма № 003/у). Анализировали показатели, регистрируемые при поступлении в ОАР (первое измерение в отделении) и далее ежедневно (с периодичностью каждые 2 ч) в течение первых 5 сут пребывания в ОАР (или менее, если пациент переводился в другое отделение или стационар раньше). Для каждого пациента фиксировали абсолютное количество измерений выше и ниже референсного предела и их долю (%) в общем числе измерений, выполненных в течение последующих суток. Например, пациент госпитализирован в промежутке от 10:00 до 12:00. До 10:00 следующих суток с периодичностью 2 ч у пациента выполнено 12 измерений каждого из перечисленных выше витальных показателей. Если отклонение, например, ЧСС выше референсного предела регистрировали 2 раза, а ниже референсного интервала — 4 раза, то частота регистрации отклонений в первом случае составила 17% (2/12 × 100%), во втором — 33% (4/12 × 100%), суммарное отклонение — 50% (6/12 × 100%). Число пациентов с отклонением витальных показателей выше и ниже референсного интервала рассчитывали следующим образом.

Например, из 56 пациентов у 10 больных ЧСС была выше референсного интервала (10/56 × 100% = 18%), у 5 — ниже референсного интервала (5/56 × 100% = 9%), при этом у 2 пациентов было зафиксировано отклонение значений ЧСС как выше, так и ниже референсных интервалов. Соответственно, показатель «суммарное отклонение» ЧСС составил 13 (10 + 5–2) человек (13/56 × 100% = 23%).

Статистические процедуры

Принципы расчета размера выборки

Размер выборки предварительно не рассчитывался.

Статистические методы

Анализ данных выполнен с использованием пакета статистических программ STATISTICA v. 12.0 (StatSoft Inc., США). Описание количественных признаков выполнено с указанием медианы (25-й; 75-й процентиля). Сравнение качественных/порядковых переменных в независимых группах (пациенты с низким и высоким риском летального исхода) выполнено при помощи двустороннего точного критерия Фишера, количественных переменных — с использованием критерия Манна–Уитни с поправкой Йейтса на непрерывность. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Группы риска сформированы на основании результатов кластерного анализа. Разведочный анализ выполнен посредством метода иерархической классификации. Метод объединения — метод полной связи. Мера близости — евклидово расстояние. В качестве группирующей переменной использовали показатель вероятности летального исхода, рассчитанный по шкале PIM3. Исходя из визуального представления результатов, было сделано предположение о наличии двух кластеров, которое было подтверждено кластеризацией методом k-средних и последующим дисперсионным анализом, показавшим статистически значимое ($p < 0,001$) различие по показателю вероятности летального исхода между кластерами.

Этическая экспертиза

Проведение исследования одобрено решением Этического комитета при Санкт-Петербургском государственном педиатрическом медицинском университете (протокол № 2/2 от 22.02.2017 г.).

Таблица 2. Референсные интервалы показателей частоты дыхания и частоты сердечных сокращений

Table 2. Reference ranges of respiratory rate and heart rate

Показатели	0–11 мес	1–4 года	5–12 лет	> 12 лет
ЧД ¹ , в мин	35–60	28–35	18–26	16–18
ЧД ² , в мин	30–60	20–40	20–30	10–20
ЧСС ¹ , уд./мин	95–140	80–120	60–110	60–82
ЧСС ² , уд./мин	90–160	90–140	70–120	60–100

Примечание. ¹ — по данным Ю. Александрович и соавт. [8], ² — по данным А. Solevag и соавт. [7]. ЧД — частота дыхания, ЧСС — частота сердечных сокращений.

Note. ¹ — according to Yu. Aleksandrovich et al. [8], ² — according A. Solevag et al. [7]. ЧД — respiratory rate, ЧСС — heart rate.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Формирование выборки исследования

В период исследования в ОАР госпитализировано 716 больных, для послеоперационного пробуждения — 640, для проведения лечения — 76. Из числа последних паллиативная терапия была показана 3 больным. Медицинские карты 7 пациентов были недоступны для исследования по причине предоставления документации во внебольничные структуры для проведения экспертизы. Результаты обследования и лечения 66 больных были использованы для целей настоящего исследования. Большинство детей (59 из 66; 89%) доставлены в ОАР в первые сутки госпитализации в медицинскую организацию, 2 (3%) пациента переведены в ОАР в срок до 5 сут, 3 (5%) — от 6 до 10 сут, 2 (3%) — после 10 сут пребывания в стационаре. Низкий риск ($\leq 50\%$) летального исхода по шкале PIM3 был определен у 56 больных, высокий риск ($> 50\%$) — у 10.

Характеристики групп исследования

Оценка вероятности летального исхода в группе низкого риска варьировала от 7,8 до 36,2%, в группе высокого риска — от 56,9 до 81,3%. Группы низкого и высокого риска летального исхода были сопоставимы по полу, возрасту, спектру диагностированных заболеваний, длительности пребывания в ОАР (общая длительность пребывания в стационаре в исследовании не учитывалась) (табл. 3). Летальный исход в ОАР был зарегистрирован в двух случаях: оба пациента — с высоким риском летального исхода по шкале PIM3.

Основной результат исследования

Частота отклонений витальных показателей от референсных значений при поступлении в ОАР у пациентов высокого и низкого риска летального исхода не различалась (табл. 4). Повышение температуры тела $> 38^\circ\text{C}$ отмечено только в группе низкого риска летального исхода.

В первые сутки госпитализации в ОАР у пациентов с низким риском летального исхода чаще отмечалось повышение ЧСС (табл. 5). По другим витальным показателям различий в долях пациентов, у которых регистрировались отклонения показателей от референсного интервала в 1–5-е сут госпитализации в ОАР, не обнаружено. При этом ЧСС ниже референсного интервала статистически значимо чаще регистрировалась в 1–4-е сут госпитализации в ОАР у пациентов низкого риска, в 5-е сут — у пациентов высокого риска летального исхода. В первые сутки средняя частота регистрации SpO_2 ниже референсного предела была статистически значимо выше у пациентов группы высокого риска летального исхода. Других существенных межгрупповых различий не выявлено (см. табл. 5).

ОБСУЖДЕНИЕ

Резюме основного результата исследования

Частота отклонений витальных показателей от референсных значений при поступлении в ОАР у пациентов высокого и низкого риска летального исхода не различалась. Частота тахикардии (согласно референсным интервалам Ю. Александрович и соавт. [8]) в первые сутки

Таблица 3. Характеристика больных с низким и высоким риском летального исхода (по шкале PIM3) при госпитализации в отделение анестезиологии и реанимации

Table 3. Structure of patients with low and high risk of mortality (PIM3 score) at ICU admission

Показатели	Низкий риск летального исхода (n = 56)	Высокий риск летального исхода (n = 10)	p
Вероятность летального исхода, %	23 (6; 36)	62 (60; 76)	0,001
Пол (мужской), абс. (%)	35 (63)	8 (80)	0,474
Возраст, лет	0,7 (0,2; 4,0)	2,0 (0,9; 7,0)	0,700
Заболевания, абс. (%):			
• бронхит, пневмония	16 (29)	6 (60)	0,072
• термический ожог	10 (18)	2 (20)	1,000
• эписиндром	9 (16)	1 (10)	1,000
• врожденный порок легких	0 (0)	1 (10)	0,152
• отравление	2 (4)	0 (0)	1,000
• внутричерепная гипертензия	2 (4)	0 (0)	1,000
• маточное кровотечение	1 (2)	0 (0)	1,000
• менингоэнцефалит	3 (5)	1 (10)	0,490
• инфекция мочевыводящих путей	2 (4)	1 (10)	0,394
• черепно-мозговая травма	3 (5)	1 (10)	0,490
• паховая грыжа	1 (2)	0 (0)	1,000
• дефицитная анемия	2 (4)	0 (0)	1,000
• диабетический кетоацидоз	2 (4)	0 (0)	1,000
• наследственная миопатия	0 (0)	1 (10)	0,152
• перитонит	1 (2)	0 (0)	1,000
• нарушения ритма сердца	2 (4)	0 (0)	1,000
Хирургический профиль*, абс. (%)	24 (43)	4 (40)	1,000
ИВЛ, абс. (%)	6 (11)	7 (70)	0,001
Длительность пребывания в ОАР, сут	3,5 (1; 7)	2 (1; 3,5)	0,268
Летальный исход, абс. (%)	0 (0)	2 (20)	0,021

Примечание. ИВЛ — искусственная вентиляция легких, ОАР — отделение анестезиологии и реанимации. * — пациент госпитализировался в одно из хирургических отделений стационара для решения вопроса о необходимости хирургической операции.
Note. ИВЛ — artificial lung ventilation, ОАР — intensive care unit. * — patient hospitalized in any surgical department to estimate the need for surgery.

Таблица 4. Частота отклонений витальных показателей от референсных интервалов при поступлении в отделение анестезиологии и реанимации

Table 4. Frequency of vitals deviations from reference ranges at admission to intensive care unit

Показатели	Низкий риск летального исхода (n = 56), абс. (%)	Высокий риск летального исхода (n = 10), абс. (%)	p
ЧСС ¹			
• ↓	2 (4)	0 (0)	1,000
• ↑	17 (30)	2 (20)	0,711
• суммарное отклонение	19 (34)	2 (20)	0,483
ЧСС ²			
• ↓	3 (5)	0 (0)	1,000
• ↑	41 (73)	5 (50)	0,156
• суммарное отклонение	44 (79)	5 (50)	0,109
ЧД ¹			
• ↓	6 (11)	0 (0)	0,580
• ↑	8 (14)	0 (0)	0,342
суммарное отклонение	14 (25)	0 (0)	0,104
ЧД ²			
• ↓	23 (41)	0 (0)	0,011
• ↑	13 (23)	0 (0)	0,190
• суммарное отклонение	36 (64)	0 (0)	0,001
САД*			
• ↓	4 (7)	2 (22)	0,191
• ↑	24 (43)	1 (11)	0,137
• суммарное отклонение	28 (50)	3 (33)	0,480
ДАД*			
• ↓	9 (16)	2 (22)	0,642
• ↑	2 (4)	0 (0)	1,000
• суммарное отклонение	11 (20)	2 (22)	1,000
SpO ₂			
• ↓	11 (20)	2 (20)	1,000
Температура тела			
• ↑	10 (18)	0 (0)	0,338

Примечание. ¹ — референсный интервал по [8], ² — референсный интервал по [11]. ↓ — ниже референсного предела, ↑ — выше референсного предела. Суммарное отклонение — суммарное количество пациентов, у которых регистрировались значения показателей выше и ниже референсного интервала. * — значения САД и ДАД известны для 9 больных группы высокого риска. ЧСС — частота сердечных сокращений, ЧД — частота дыхания, САД — систолическое артериальное давление, ДАД — диастолическое артериальное давление, SpO₂ — сатурация кислородом пульсирующей артериальной крови.
Note. ¹ — reference ranges according to [8], ² — reference ranges according to [11]. ↓ — below reference range, ↑ — above reference ranges. Total deviation — total number of patients who had lower or higher indicator values than reference ranges. * — SBP (САД) and DBP (ДАД) values are known for 9 patients in high risk group. ЧСС — heart rate, ЧД — respiratory rate, САД — systolic blood pressure, ДАД — diastolic blood pressure, SpO₂ — oxygen saturation in arterial blood.

госпитализации в ОАР, но не в последующем, была выше в группе низкого риска летального исхода.

Ограничения исследования

Размер выборки был ограничен, что увеличивало вероятность случайной ошибки. Имеется высокая вероятность ошибки второго рода (выявить различия там, где их нет), соответственно, представленные данные об отсутствии статистически значимых различий витальных показателей в группах высокого и низкого риска летального исхода могут быть ошибочными и отличаться от результатов, которые могли быть получены на выборке большего объема.

Репрезентативность выборки исследования. Нам не была доступна информация об общем числе детей реанимационного профиля, пролеченных во всех медицинских организациях Московской области за период проведения исследования. Более того, отбор пациентов для проведенного нами исследования не был сплошным и не включал случаи с отсутствующей медицинской документацией. Включение в исследование 7 медицинских

карт, которые не были доступны для анализа, по нашему мнению, не могло повлиять на основной результат исследования, поскольку эти пациенты являлись больными низкого риска (госпитализированы после плановых операций, не сопровождавшихся осложнениями).

Дизайн исследования. Анализ отклонений витальных показателей не по летальным исходам, а по суррогатной мере вероятности таких исходов (оценка по шкале PIM3) обусловлена относительно низким уровнем летальности в современных реанимационных отделениях педиатрических стационаров, что приводит к неоправданной длительности накопления информации при одноцентровом исследовании. Применение альтернативного дизайна исследования «случай-контроль» при относительно небольшом количестве случаев летальных исходов, по нашему мнению, также не могло бы улучшить качество исследования. Также следует отметить, что данные были получены не в проспективном исследовании, а из медицинской документации. Факт измерения показателя определялся по наличию результата в медицинской карте, с чем могли быть связаны возможные

Таблица 5. Отклонения витальных показателей от референсных пределов в 1–5-е сут пребывания детей в отделение анестезиологии и реанимации

Table 5. Vitals deviations from reference ranges in 1–5 days of hospital stay in intensive care unit

Показатели	Число пациентов, абс. (%)*			Доля измерений с отклонением от референсного интервала, %**		
	Низкий риск летального исхода	Высокий риск летального исхода	p	Низкий риск летального исхода	Высокий риск летального исхода	p
1-е сут (n = 56/10)						
ЧСС ¹ :						
• ↓	6 (11)	0 (0)	0,735	50 (44; 56)	0 (0; 0)	1,000
• ↑	29 (52)	4 (40)	0,295	33 (17; 71)	67 (29; 100)	0,203
• суммарное отклонение ³	35 (63)	4 (40)	0,295	38 (17; 71)	67 (29; 100)	0,289
ЧСС ² :						
• ↓	7 (13)	0 (0)	0,298	44 (30; 60)	0 (0; 0)	1,000
• ↑	49 (88)	5 (50)	0,013	89 (50; 100)	100 (100; 100)	0,432
• суммарное отклонение	53 (95)	5 (50)	0,013	88 (50; 100)	100 (100; 100)	0,372
САД ²						
• ↓	16 (29)	2 (20)	0,715	27 (14; 33)	78 (67; 89)	0,157
• ↑	31 (55)	3 (30)	0,180	67 (25; 100)	100 (67; 100)	0,289
• суммарное отклонение	43 (77)	5 (50)	0,121	44 (25; 100)	89 (67; 100)	0,219
ДАД ²						
• ↓	18 (32)	5 (50)	0,300	31 (14; 50)	57 (33; 67)	0,446
• ↑	4 (7)	2 (20)	0,222	27 (15; 67)	42 (33; 50)	0,533
• суммарное отклонение	22 (39)	6 (60)	0,302	31 (14; 50)	57 (33; 67)	0,100
Температура тела						
• ↑	16 (29)	2 (20)	0,715	18 (11; 39)	30 (22; 38)	0,549
SpO ₂						
• ↓	9 (16)	1 (10)	1,000	29 (20; 63)	100 (100; 100)	0,001
ЧД ¹ :						
• ↓	14 (25)	0 (0)	0,104	40 (22; 67)	0 (0; 0)	1,000
• ↑	10 (18)	1 (10)	1,000	83 (33; 100)	11 (11; 11)	0,001
• суммарное отклонение ³	24 (43)	1 (10)	0,076	50 (27; 100)	11 (11; 11)	0,001
ЧД ² :						
• ↓	8 (14)	0 (0)	0,342	0 (0; 10)	22 (22; 22)	0,001
• ↑	21 (38)	2 (20)	0,474	43 (22; 100)	36 (22; 50)	0,640
• суммарное отклонение	43 (77)	2 (20)	0,001	78 (50; 100)	53 (50; 56)	0,315
2-е сут (n = 31/7)						
ЧСС ¹ :						
• ↓	3 (10)	1 (14)	1,000	33 (8; 58)	17 (17; 17)	0,001
• ↑	18 (58)	3 (43)	0,678	50 (17; 75)	67 (58; 92)	0,221
• суммарное отклонение	21 (68)	4 (57)	0,672	50 (17; 60)	63 (38; 79)	0,452
ЧСС ² :						
• ↓	3 (10)	1 (14)	1,000	33 (33; 83)	8 (8; 8)	0,001
• ↑	28 (90)	4 (57)	0,063	100 (33; 100)	100 (92; 100)	0,424
• суммарное отклонение	29 (94)	5 (71)	0,148	100 (50; 100)	100 (83; 100)	0,925
САД ²						
• ↓	6 (19)	2 (29)	0,624	67 (8; 100)	25 (17; 33)	0,643
• ↑	15 (48)	5 (71)	0,410	100 (50; 100)	100 (67; 100)	0,933
• суммарное отклонение	19 (61)	7 (100)	0,075	100 (50; 100)	67 (33; 100)	0,334
ДАД ²						
• ↓	12 (39)	4 (57)	0,425	38 (17; 63)	29 (17; 42)	0,521
• ↑	2 (7)	1 (14)	0,467	21 (8; 33)	58 (58; 58)	0,001
• суммарное отклонение	14 (45)	5 (71)	0,405	33 (8; 50)	33 (25; 50)	0,964
Температура тела						
• ↑	10 (32)	3 (43)	0,672	16 (8; 25)	17 (17; 33)	0,573
SpO ₂						
• ↓	8 (26)	1 (14)	0,249	21 (13; 67)	100 (100; 100)	0,001
ЧД ¹ :						
• ↓	8 (26)	0 (0)	0,307	17 (17; 50)	0 (0; 0)	1,000
• ↑	4 (13)	0 (0)	0,545	100 (100; 100)	0 (0; 0)	1,000
• суммарное отклонение ³	12 (39)	0 (0)	0,075	50 (17; 100)	0 (0; 0)	1,000
ЧД ² :						
• ↓	19 (61)	2 (29)	0,207	75 (25; 100)	79 (75; 83)	0,857
• ↑	19 (61)	2 (29)	0,207	75 (25; 100)	79 (75; 83)	0,857
• суммарное отклонение	24 (77)	3 (43)	0,161	88 (54; 100)	75 (17; 83)	0,313

Таблица 5. Продолжение

Показатели	Число пациентов, абс. (%)*			Доля измерений с отклонением от референсного интервала, %**		
	Низкий риск летального исхода	Высокий риск летального исхода	p	Низкий риск летального исхода	Высокий риск летального исхода	p
3-и сут (n = 21/7)						
ЧСС ¹ :						
• ↓	1 (5)	0 (0)	1,000	33 (33; 33)	0 (0; 0)	1,000
• ↑	12 (57)	3 (43)	1,000	29 (13; 42)	58 (8; 100)	0,448
• суммарное отклонение	13 (62)	3 (43)	0,642	33 (17; 42)	58 (8; 100)	0,439
ЧСС ² :						
• ↓	1 (5)	1 (14)	0,444	17 (17; 17)	8 (8; 8)	0,001
• ↑	19 (91)	5 (71)	0,253	100 (75; 100)	100 (50; 100)	0,891
• суммарное отклонение	19 (91)	6 (86)	1,000	100 (75; 100)	75 (41; 100)	0,400
САД ²						
• ↓	4 (19)	1 (14)	1,000	75 (63; 88)	25 (25; 25)	0,001
• ↑	11 (52)	5 (71)	0,662	83 (25; 100)	100 (100; 100)	0,320
• суммарное отклонение	15 (71)	6 (86)	0,639	75 (33; 100)	100 (25; 100)	0,519
ДАД ²						
• ↓	10 (48)	2 (29)	0,662	29 (17; 50)	17 (8; 25)	0,364
• ↑	3 (14)	3 (43)	0,144	17 (8; 50)	25 (8; 50)	1,000
• суммарное отклонение	13 (62)	5 (71)	1,000	25 (16; 50)	25 (8; 25)	0,503
Температура тела						
• ↑	10 (48)	3 (43)	1,000	21 (8; 25)	50 (17; 58)	0,161
SpO ₂						
• ↓	4 (19)	2 (29)	0,622	33 (13; 63)	54 (17; 92)	0,533
ЧД ¹ :						
• ↓	3 (14)	1 (14)	1,000	42 (8; 92)	50 (50; 50)	0,001
• ↑	6 (29)	0 (0)	0,288	71 (42; 75)	-	-
• суммарное отклонение ³	9 (43)	1 (14)	0,364	67 (42; 75)	50 (50; 50)	0,001
ЧД ² :						
• ↓	7 (33)	2 (29)	1,000	100 (58; 100)	96 (92; 100)	0,889
• ↑	9 (43)	0 (0)	0,062	100 (58; 100)	0 (0; 0)	1,000
• суммарное отклонение	15 (71)	2 (29)	0,076	100 (58; 100)	96 (92; 100)	0,941
4-е сут (n = 18/6)						
ЧСС ¹ :						
• ↓	2 (11)	0 (0)	1,000	46 (25; 67)	0 (0; 0)	1,000
• ↑	10 (56)	2 (33)	0,640	26 (17; 75)	54 (25; 83)	0,758
• суммарное отклонение	12 (67)	2 (33)	0,192	26 (21; 71)	54 (25; 83)	0,659
ЧСС ² :						
• ↓	2 (11)	0 (0)	1,000	33 (17; 50)	0 (0; 0)	1,000
• ↑	17 (94)	4 (67)	0,143	100 (46; 100)	79 (46; 100)	0,763
• суммарное отклонение	18 (100)	4 (67)	-	96 (46; 100)	79 (33; 100)	0,774
САД ²						
• ↓	7 (39)	1 (17)	0,621	17 (8; 75)	17 (17; 17)	0,001
• ↑	6 (33)	5 (83)	0,061	63 (8; 100)	100 (17; 100)	0,662
• суммарное отклонение	12 (67)	6 (100)	1,000	44 (13; 96)	58 (17; 100)	0,682
ДАД ²						
• ↓	11 (61)	2 (33)	0,239	27 (17; 50)	21 (8; 33)	0,641
• ↑	0 (0)	3 (50)	0,001	-	8 (8; 17)	-
• суммарное отклонение	11 (61)	5 (83)	0,621	27 (17; 50)	8 (8; 17)	0,069
Температура тела						
• ↑	7 (39)	3 (50)	0,665	8 (8; 17)	83 (8; 92)	0,267
SpO ₂						
• ↓	3 (17)	1 (17)	1,000	33 (18; 83)	100 (100; 100)	0,001
ЧД ¹ :						
• ↓	3 (17)	0 (0)	0,546	33 (8; 100)	0 (0; 0)	1,000
• ↑	5 (28)	0 (0)	0,280	83 (33; 92)	0 (0; 0)	1,000
• суммарное отклонение ³	8 (44)	0 (0)	0,066	58 (33; 96)	0 (0; 0)	1,000
ЧД ² :						
• ↓	7 (39)	1 (10)	0,621	42 (25; 100)	50 (50; 50)	0,001
• ↑	8 (44)	1 (10)	0,351	83 (50; 100)	33 (33; 33)	0,001
• суммарное отклонение	12 (67)	2 (20)	0,192	88 (50; 100)	42 (33; 50)	0,088

Таблица 5. Продолжение

Показатели	Число пациентов, абс. (%)*			Доля измерений с отклонением от референсного интервала, %**		
	Низкий риск летального исхода	Высокий риск летального исхода	p	Низкий риск летального исхода	Высокий риск летального исхода	p
5-е сут (n = 12/6)						
ЧСС ¹ :						
• ↓	0 (0)	1 (17)	0,333	0 (0; 0)	17 (17; 17)	0,001
• ↑	8 (67)	2 (33)	0,321	29 (13; 54)	58 (33; 83)	0,400
• суммарное отклонение	8 (67)	3 (50)	0,428	29 (13; 54)	33 (17; 83)	0,630
ЧСС ² :						
• ↓	0 (0)	0 (0)	-	0 (0; 0)	0 (0; 0)	-
• ↑	11 (92)	5 (83)	1,000	83 (58; 100)	83 (17; 100)	0,583
• суммарное отклонение	11 (92)	5 (83)	1,000	83 (58; 100)	83 (17; 100)	0,583
САД ²						
• ↓	6 (50)	1 (17)	0,316	38 (17; 92)	50 (50; 50)	0,001
• ↑	4 (33)	5 (83)	0,371	96 (54; 100)	100 (92; 100)	0,730
• суммарное отклонение	10 (33)	6 (100)	0,529	75 (17; 100)	96 (50; 100)	0,313
ДАД ²						
• ↓	7 (53)	2 (33)	0,620	33 (25; 67)	29 (8; 50)	0,500
• ↑	0 (0)	0 (0)	-	0 (0; 0)	0 (0; 0)	-
• суммарное отклонение	7 (58)	2 (33)	0,620	33 (25; 67)	29 (8; 50)	0,500
Температура тела						
• ↑	4 (33)	2 (33)	1,000	25 (21; 46)	46 (33; 58)	0,533
SpO ₂						
• ↓	2 (17)	2 (33)	0,683	29 (25; 33)	58 (17; 100)	1,000
ЧД ¹ :						
• ↓	3 (25)	0 (0)	0,515	25 (25; 25)	41 (42; 42)	0,001
• ↑	5 (42)	0 (0)	0,114	67 (8; 92)	50 (50; 50)	0,001
• суммарное отклонение ³	8 (67)	0 (0)	0,013	46 (17; 79)	92 (92; 92)	0,001
ЧД ² :						
• ↓	7 (58)	1 (17)	0,152	33 (25; 92)	17 (17; 17)	0,200
• ↑	8 (67)	1 (17)	0,131	71 (29; 96)	33 (21; 42)	0,343
• суммарное отклонение	12 (100)	2 (33)	0,005	50 (25; 92)	42 (21; 58)	0,527

Примечание. Жирным шрифтом выделены статистически значимые различия. * — число пациентов, у которых зарегистрированы отклонения показателей в течение суток; ** — средняя частота регистрации отклонения показателей у одного пациента в течение суток. ↓ — ниже референсного предела, ↑ — выше референсного предела. Суммарное отклонение — суммарное количество пациентов, у которых регистрировались значения показателей выше и ниже референсного интервала. ¹ — референсный интервал по [8]; ² — референсный интервал по [6]; ³ — суммарное количество пациентов, у которых регистрировались указанные изменения показателей; у одного пациента могли быть отклонения от референсного интервала как в большую, так и в меньшую сторону; не является алгебраической суммой пациентов с отклонениями показателей выше и ниже референсного интервала. ЧСС — частота сердечных сокращений, ЧД — частота дыхания, САД — систолическое артериальное давление, ДАД — диастолическое артериальное давление, SpO₂ — сатурация кислородом пульсирующей артериальной крови.

Note. Statistically significant difference is shown with bold type. * — number of patients who had values deviations during the day; ** — average frequency of values deviations records in one patient during one day. ↓ — below reference range, ↑ — above reference range. Total deviation — total number of patients who had lower or higher indicator values than reference ranges. ¹ — reference ranges according to [8]; ² — reference ranges according to [6]; ³ — total number of patients who has registered such deviations; one patient can have deviations in both ways; it is not algebraic expression of all patients with deviations below or above reference ranges. ЧСС — heart rate, ЧД — respiratory rate, САД — systolic blood pressure, ДАД — diastolic blood pressure, SpO₂ — oxygen saturation in arterial blood.

ошибки при занесении в карту наблюдения отдельных показателей. Точность данных могла снижаться также и вследствие возможных ошибок при выкопировке, поскольку результаты этой работы не дублировались и не перепроверялись.

Интерпретация результатов исследования

Главная цель применения систем раннего предупреждения — своевременное выявление отклонения витальных показателей от референсного диапазона и реакция на такое отклонение со стороны среднего и особенно врачебного персонала. В проведенном исследовании не выявлено существенных различий частоты отклонений ЧСС, САД, SpO₂ и температуры тела от референсных

значений у пациентов всех групп как при госпитализации, так и в течение 5 сут наблюдения в ОАР, что ставит под сомнение прогностическую ценность отдельных витальных показателей. Нами не было обнаружено публикаций, оценивающих прогностическую ценность отдельных витальных показателей для прогнозирования летальных исходов. Относительно эффективности системы PEWS для предупреждения критических инцидентов имеются противоречивые данные. В ходе многоцентрового международного исследования [10], включавшего 144539 пациентов 21 специализированного педиатрического стационара 7 стран с высоким уровнем развития экономики и, соответственно, системы здравоохранения (Бельгия, Канада, Великобритания,

Ирландия, Италия, Новая Зеландия, Нидерланды), было показано, что госпитальная летальность в медицинских организациях независимо от использования систем раннего предупреждения существенно не различалась: 1,93 и 1,56 на 1000 выписанных пациентов соответственно (отношение шансов 1,01; 95% доверительный интервал 0,61–1,69). В других небольших исследованиях, выполненных в экономически менее благополучных странах, напротив, отмечено положительное влияние внедрения системы раннего предупреждения на эффективность лечения детей в виде снижения частоты неблагоприятных инцидентов в стационарах и снижения частоты летальных исходов от них [12, 13], снижения частоты осложнений на догоспитальном этапе оказания медицинской помощи [14]. Отмечено улучшение коммуникации между врачевым персоналом медицинских организаций различного уровня через 1 год после внедрения системы раннего предупреждения за счет единообразной оценки и трактовки полученных результатов [15].

При разработке системы раннего предупреждения в качестве предикторов были использованы витальные показатели, наиболее часто используемые медицинским персоналом для оценки состояния пациента. Конечная статистическая модель, полученная с использованием технологии машинного обучения, показала высокую значимость предикторов, отобранных нами для изучения (max оценка 100): ЧД — 100, ЧСС — 77, САД — 63, ДАД — 51, температура тела — 43 [16]. Повсеместно исследуемые лабораторные показатели, в том числе газового состава (SpO_2), обладали более низкой предсказательной способностью, чем витальные — ≤ 41 [16].

О наличии респираторного дистресса при госпитализации в ОАР у всех больных высокого риска в нашем исследовании свидетельствует снижение показателя SpO_2 во всех случаях на протяжении первых суток госпитализации (12 измерений). Необходимость использова-

ния аппаратной вентиляции является отражением тяжести респираторной дисфункции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Не установлено ценности витальных показателей для прогнозирования летального исхода, за исключением необходимости искусственной вентиляции легких. В то же время отдельные исследования свидетельствуют как об эффективности системы PEWS в целом, так и витальных показателей в частности. При этом отдельные витальные показатели имеют разную предсказательную ценность. Изложенное, по нашему мнению, свидетельствует о необходимости комплексной динамической оценки общего состояния пациента с использованием как витальных показателей, так и параклинических данных.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Не указан.

FINANCING SOURCE

Not specified.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

CONFLICT OF INTERESTS

Not declared.

ORCID

Д. В. Прометной

<https://orcid.org/0000-0003-4653-4799>

Ю. С. Александрович

<http://orcid.org/0000-0002-2131-4813>

К. В. Пшениснгов

<http://orcid.org/0000-0003-1113-5296>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Stroupe LM, Patra K, Dai Z, et al. Measuring harm in hospitalized children via a trigger tool. *J Pediatr Nurs.* 2018;(41):9–15. doi: 10.1016/j.pedn.2017.09.010.
2. Almblad AC, Siltberg P, Engvall G, et al. Early warning scores in paediatrics: an overview. *Arch Dis Child.* 2019;104(4):395–399. doi: 10.1136/archdischild-2018-314807.
3. Trubey R, Huang C, Lugg-Widger FV, et al. Validity and effectiveness of paediatric early warning systems and track and trigger tools for identifying and reducing clinical deterioration in hospitalised children: a systematic review. *BMJ Open.* 2019;9:e022105. doi: 10.1136/bmjopen-2018-022105.
4. Monaghan A. Detecting and managing deterioration in children. *Paediatr Care.* 2005;17(1):32–35.
5. Straney L, Clements A, Parslow RC, et al. Paediatric index of mortality 3: an updated model for predicting mortality in paediatric intensive care. *Pediatr Crit Care Med.* 2013;14(7):673–681. doi: 10.1097/PCC.0b013e31829760cf.
6. PIM3-calculator. Available from: <https://www.anzics.com.au/wp-content/uploads/2018/08/PIM3-Calculator.xlsx>.
7. Solevag AL, Eggen EH, Schroder J, et al. Use of a modified pediatric early warning score in a department of pediatric and adolescent medicine. *PLoS ONE.* 2013;8(8):e72534. doi: 10.1371/journal.pone.0072534.
8. Александрович Ю.С., Гордеев В.И., Пшениснгов К.В. *Неотложная педиатрия: учебное пособие.* — СПб.: СпецЛит, 2010. — 568 с. [Aleksandrovich YuS, Gordeev VI, Pshenisnov KV. *Neotlozhnaya pediatriya: uchebnoye posobiye.* St. Petersburg: SpecLit; 2010. 568 p. (In Russ).]
9. Pocket book of hospital care for children: guidelines for the management of common childhood illnesses. 2nd ed. Geneva: WHO; 2014. 438 p.
10. Parshuram CS, Dryden-Palmer K, Farrell K, et al. Effect of a pediatric early warning system on all-cause mortality in hospitalized pediatric patients. *JAMA.* 2018;319(10):1002–1012. doi: 10.1001/jama.2018.0948.
11. Neumar RW, Shuster M, Callaway CW, et al. 2015 American Heart Association Guidelines update for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation.* 2015;132(18 Suppl 2):S315–S367. doi: 10.1161/CIR.0000000000000252.
12. Agulnik A, Mendez Aceituno A, Mora Robles LN, et al. Validation of a pediatric early warning system for hospitalized pediatric oncology patients in a resource-limited setting. *Cancer.* 2017;123(24):4903–4913. doi: 10.1002/cncr.30951.
13. Turner EL, Nielsen KR, Jamal SM, et al. A review of pediatric critical care in resource-limited settings: A look at past, present, and future directions. *Front Pediatr.* 2016;4(5):1–15. doi: 10.3389/fped.2016.00005.
14. Corfield AR, Silcock D, Clerihew L, et al. Paediatric early warning scores are predictors of adverse outcome in the pre-hospital setting: a national cohort study. *Resuscitation.* 2018;(133):153–159. doi: 10.1016/j.resuscitation.2018.10.010.
15. De Groot JF, Damen N, de Loos E, et al. Implementing paediatric early warning scores systems in the Netherlands: future implications. *BMC Pediatr.* 2018;18(1):1–10. doi: 10.1186/s12887-018-1099-6.
16. Churpek MM, Yuen TC, Winslow C, et al. Multicenter comparison of machine learning methods and conventional regression for predicting clinical deterioration on the wards. *Crit Care Med.* 2016;44(2):368–374. doi: 10.1097/CCM.0000000000001571.