Предикторы исхода тяжелой политравмы у детей: ретроспективное когортное мультицентровое исследование

К.В. Пшениснов[1], Ю.С. Александрович[1], А.С. Липин[1], В.А. Казиахмедов[1,2], М.Ю. Козубов[1,2], Н.К. Пастухова[1]

[1] ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия
[2] ГБУЗ «Детская городская клиническая больница № 5 им. Н.Ф. Филатова» КЗ Санкт-Петербурга, Санкт-Петербург, Россия

Реферат

Актуальность. Тяжелая политравма — наиболее частая причина летальных исходов у детей, однако в настоящее время отсутствуют объективные критерии прогнозирования ее исхода у пациентов педиатрических отделений реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ), позволяющие выделить группу высокого риска. ***Цель исследования.*** Анализ особенностей клинико-лабораторного статуса и мероприятий интенсивной терапии у детей с тяжелой политравмой, определяющих исход критического состояния. ***Материалы и методы.*** Ретроспективное когортное мультицентровое неконтролируемое исследование. Обследовано 230 детей с тяжелой политравмой. Средний возраст детей составил 9,5 (4–14) года. Оценка по шкале Abbreviated Injury Score (AIS) составила 34 балла, по шкале Pediatric Traumatic Score (PTS) — 5 (2–8) баллов. Летальность составила 14,3 %, фатальный исход политравмы был зарегистрирован у 33 детей. В качестве первичного исхода оценивали длительность искусственной вентиляции легких (ИВЛ) и продолжительность лечения в ОРИТ. Вторичный исход был разделен на «выздоровление», «наличие неврологического дефицита» и «смерть». ***Результаты.*** Минимальная длительность лечения в ОРИТ отмечается при кратковременной седации в течение суток, оценке по шкале AIS < 30 баллов и оценке по шкале PTS > 5 баллов. Наличие внутричерепной гематомы сопряжено с увеличением длительности лечения в ОРИТ

Predictors of the outcome of severe polytrauma in children: a retrospective cohort multicenter study

K.V. Pshenisnov[1], Yu.S. Aleksandrovich[1], A.S. Lipin[1], V.A. Kaziakhmedov[1,2], M.U. Kozubov[1,2], N.K. Pastukhova[1]

[1] Saint Petersburg State Pediatric Medical University, St. Petersburg, Russia
[2] N.F. Filatov Children City Clinical Hospital No 5, St. Petersburg, Russia

Abstract

Introduction. Severe polytrauma is the most common cause of deaths in children, but there are currently no objective criteria for predicting the outcome of severe polytrauma in pediatric ICU patients and identifying a high-risk group. ***Objectives*** of the study is to identify the features of clinical and laboratory status and intensive care measures in children with severe polytrauma, which determine the outcome of a critical condition. ***Materials and methods.*** Design: A retrospective cohort multicenter uncontrolled study. 230 children were examined. The age of patients was 9.5 (4–14) years. The score on the Abbreviated Injury Score (AIS) was 34 points, the Pediatric Traumatic Score (PTS) — 5 (2–8) points. As a primary outcome, the duration of control mechanical ventilation and ICU length of stay were evaluated. Secondary outcome was divided into recovery, presence of neurological deficiency and death. ***Results.*** Minimum duration of treatment in ICU is noted with short-term sedation during the day, an AIS score of less than 30 points and a PTS score of more than 5 points. The presence of intracranial hematoma (ICH) is associated with a doubling of treatment duration in ICU. The maximum statistically significant difference in mean values was revealed when assessing the effect on the outcome of the following features: catecholamine index ($F = 109.4$; $p = 0.000$); transfusion volume of freshly frozen plasma ($F = 42.0$; $p = 0.000$) and transfusion volume of erythrocytes ($F = 33.4$; $p = 0.000$). ***Conclusions.*** The need for prolonged sedation, an AIS score of more than thirty points, a PTS score of more than five

© «Практическая медицина» 2021. Данная статья распространяется на условиях «открытого доступа», в соответствии с лицензией. CC BY-NC-SA 4.0 («Attribution-NonCommercial-ShareAlike» / «Атрибуция-Некоммерчески-СохранениеУсловий» 4.0), которая разрешает неограниченное некоммерческое использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии указания автора и источника. Чтобы ознакомиться с полными условиями данной лицензии на русском языке, посетите сайт: https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ru

в два раза. Выявлено максимальное статистически значимое различие средних величин при оценке влияния на исход следующих признаков: катехоламиновый индекс (F = 109,4; p = 0,000); объем трансфузии свежезамороженной плазмы (F = 42,0; p = 0,000) и объем трансфузии эритроцит-содержащих сред (F = 33,4; p = 0,000). ***Заключение.*** Необходимость длительной седации, оценка по шкале AIS > 30 баллов, по шкале PTS — > 5 баллов и наличие внутричерепной гематомы ассоциируются с увеличением длительности лечения в ОРИТ и неблагоприятным исходом политравмы у детей. Применение высоких доз катехоламинов и проведение массивной гемотрансфузии в первые сутки лечения в ОРИТ являются независимыми предикторами летального исхода политравмы у детей.

***Ключевые слова*:** политравма, дети, прогнозирование, благоприятный исход, неблагоприятный исход

✉ *Для корреспонденции:* Пшениснов Константин Викторович — д-р мед. наук, доцент кафедры анестезиологии, реаниматологии и неотложной педиатрии ФП и ДПО ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: Psh_K@mail.ru

Для цитирования: Пшениснов К.В., Александрович Ю.С., Липин А.С., Казиахмедов В.А., Козубов М.Ю., Пастухова Н.К. Предикторы исхода тяжелой политравмы у детей: ретроспективное когортное мультицентровое исследование. Вестник интенсивной терапии им. А.И. Салтанова. 2021;4:69–78. DOI: 10.21320/1818-474X-2021-4-69-78

Поступила: 17.09.2021
Принята к печати: 30.11.2021
Дата онлайн-публикации: 19.01.2022

points, and the presence of ICH is associated with an increase ICU length of stay and adverse outcome. The use of high doses of catecholamines and massive blood transfusion on the first day of treatment in ICU are independent predictors of the death of polytrauma in children.

***Keywords*:** polytrauma, children, forecasting, favourable outcome, unfavourable outcome

✉ *For correspondence:* Konstantin V. Pshenisnov — MD, Ph.D., associate professor of anesthesiology, intensive care and emergency pediatrics postgraduate education Saint Petersburg State Pediatric Medical University, St. Petersburg, Russia; e-mail: Psh_k@mail.ru

For citation: Pshenisnov K.V., Aleksandrovich Yu.S., Lipin A.S., Kaziakhmedov V.A., Kozubov M.U., Pastukhova N.K. Predictors of the outcome of severe polytrauma in children: a retrospective cohort multicenter study. Annals of Critical Care. 2021;4:69–78. DOI: 10.21320/1818-474X-2021-4-69-78

Received: 17.09.2021
Accepted: 30.11.2021
Published online: 19.01.2022

DOI: 10.21320/1818-474X-2021-4-69-78

Введение

Поиск простых и достоверных клинических и лабораторных признаков, позволяющих выявить высокий риск неблагоприятного течения заболевания, развития критического состояния и летального исхода до сих пор остается одной из наиболее актуальных проблем реаниматологии и интенсивной терапии [1, 2].

Несмотря на многочисленные исследования, в настоящее время отсутствуют объективные критерии, позволяющие достоверно прогнозировать исход тяжелой политравмы у пациентов ОРИТ (отделений реанимации и интенсивной терапии). Это особенно справедливо для педиатрической практики, поскольку организм ребенка имеет колоссальные резервы, которые позволяют ему не только выжить, но и выздороветь даже в тех случаях, когда смерть представляется непредотвратимой. Имеется значительное количество исследований, свидетельствующих о том, что многие клинико-лабораторные признаки могут использоваться как предикторы исхода, однако работы, посвященные поиску интегральных показателей, позволяющих выявить пациентов группы высокого риска, отсутствуют [3–11].

Одним из предикторов критических состояний у детей является концентрация лактата в плазме крови, которая широко используется для оценки тяжести пациентов педиатрических ОРИТ и прогнозирования исхода, поскольку отражает не только степень гипоперфузии, но и тканевой гипоксии, однако вопрос о его прогностической значимости по-прежнему остается открытым [12–20].

Лактат — центральный промежуточный метаболит, увеличение концентрации которого обычно отра-

жает степень выраженности метаболического стресса, а не тканевой гипоксии [18, 20]. Marik в статье «Лактат-ориентированная реанимация — нет ничего опаснее, чем добросовестная глупость» утверждает, что в большинстве случаев гиперлактатемия у пациентов с сепсисом не связана с гипоперфузией и, следовательно, вряд ли будет реагировать на попытки врача увеличить доставку кислорода. Стимулирование доставки кислорода у пациентов с сепсисом и гиперлактатемией не увеличит потребление кислорода, а скорее всего, приведет к росту летальных исходов. Это подтверждают многочисленные работы, свидетельствующие о том, что реализация в клинической практике концепции «супранормальных» значений кислородного статуса зачастую приводит не к улучшению результатов лечения, а к увеличению смертности, хотя автор этой идеи Shoemaker полагает, что данная стратегия оправдана у пациентов с высоким риском летального исхода [22].

В то же время нельзя не отметить, что исследование концентрации лактата в динамике на фоне мероприятий интенсивной терапии может быть полезно для оценки эффективности лечения, при этом метаболические нарушения, отражением которых является гиперлактатемия, не могут быть устранены в течение нескольких часов, поэтому необходимо интерпретировать не абсолютные результаты отдельно взятого анализа, а оценивать динамику течения патологического процесса в целом [23].

Кроме этого, следует указать значение гипергликемии для прогнозирования течения и исхода критических состояний, как у взрослых, так и у детей, поскольку любое критическое состояние характеризуется повышением концентрации глюкозы в плазме крови [24–32].

Одним из предикторов неблагоприятного исхода политравмы являются тяжелые нарушения гемостаза, обусловленные травматической коагулопатией [33–35].

В качестве одного из предикторов политравмы Braun et al. (2019) предлагают оценивать концентрацию тропонина в крови на момент поступления в стационар. Ими установлено, что у детей с тяжелой травмой концентрация тропонина была значительно повышена, при этом у пациентов с увеличением уровня тропонина выше верхней границы референсных значений одновременно возрастала активность интерлейкина-6 и креатинкиназы, что ассоциировалось с увеличением длительности лечения в ОРИТ. Концентрация тропонина была наиболее высокой у детей с торакальной травмой, ушибом легких и оценкой по шкале Sequential organ failure assessment более 2 баллов, что свидетельствовало о высокой вероятности летального исхода [34]. Исследование концентрации D-димера также используют для верификации и оценки степени тяжести черепно-мозговой травмы. Его концентрация в плазме крови менее 0,5 мкг/мл позволяет исключить интракраниальные повреждения и переломы костей черепа [35].

Наличие большого количества исследований, отражающих диагностическую и прогностическую ценность отдельных клинико-лабораторных показателей при критических состояниях и политравме у детей, и отсутствие работ, демонстрирующих значимость совокупности признаков, определяющих исход тяжелых травматических повреждений в педиатрической практике, послужили основанием для настоящего исследования.

Цель исследования — анализ особенностей клинико-лабораторного статуса и мероприятий интенсивной терапии у детей с тяжелой политравмой, определяющих исход критического состояния.

Материалы и методы

Обследовано 230 детей с тяжелой политравмой, находившихся в педиатрических ОРИТ Северо-Западного федерального округа РФ, БУЗ ВО «Воронежская областная детская клиническая больница № 1», ГБУЗ «Самарская областная клиническая больница им. В.Д. Середавина», ГБУЗ «Республиканская детская клиническая больница» Республики Башкортостан.

Дизайн исследования

Ретроспективное когортное мультицентровое неконтролируемое исследование. ***Критерии включения*:** дети старше 1 мес. жизни с тяжелой политравмой, нуждающиеся в искусственной вентиляции легких.

Критерии исключения: 1) наличие тяжелых сопутствующих заболеваний; 2) наличие органического поражения центральной нервной системы

Средний возраст детей составил 9,5 года. Распределение по полу: мальчиков — 151 (65,6 %), девочек — 79 (34,4 %). У 150 (65,2 %) детей травма была получена в результате дорожно-транспортного происшествия, падение с высоты стало причиной травмы у 75 (32,6 %) детей, железнодорожная травма имела место у одного (0,43 %) ребенка и несчастные случаи в быту явились причиной политравмы у 4 (1,73 %) пациентов. У всех детей в структуре политравмы имелось поражение центральной нервной системы различной степени тяжести.

Оценку тяжести состояния у пациентов с политравмой при поступлении проводили с помощью шкал Abbreviated Injury Score (AIS) и Pediatric Traumatic Score (PTS). Оценка по шкале AIS составила 34 балла, по шкале PTS — 5 (2–8) баллов. Признаки гиповолемического шока на фоне кровопотери при поступлении выявлены у 144 (62,6 %) детей, внутричерепные гематомы диагностированы у 42 (18,2 %) пациентов. Оценка по шкале PEdiatric Multiple Organ Dysfunction (PEMOD) в 1-е сутки после травмы составила 3 (2–6) балла, вероятность летального

исхода — 2,8 (1,9–8,3 %). Инвазивная искусственная вентиляция легких (ИВЛ) проводилась у 142 (61,7 %) пациентов, ее средняя продолжительность составила 72 (22–177) ч. Длительность лечения в ОРИТ составила 3 (2–7) сут, в стационаре — 24 (15–32) сут. Летальный исход был зарегистрирован у 33 (14,3 %) детей. Оценка по шкалам AIS и PTS у пациентов с летальным исходом составила 48 (41–59) и 0 (0–2) баллов соответственно. Всем детям при поступлении проведено полное клинико-лабораторное обследование, включавшее в себя оценку уровня сознания, мониторинг витальных функций, клинический и биохимический анализ крови, коагулограмму, исследование газового состава и кислотно-основного состояния крови, концентрации лактата в крови, компьютерную томографию и нейросонографию при наличии показаний. Катехоламиновую поддержку проводили с использованием дофамина, добутамина, адреналина и норадреналина при наличии артериальной гипотензии, систолической дисфункции миокарда левого желудочка и синдроме малого сердечного выброса.

Тяжесть поражения центральной нервной системы при поступлении и в динамике оценивали по формуле BIG:

$$\mathbf{BIG = BD + (2{,}5 \times INR) + (15 - GCS),}$$

где **BD** — дефицит оснований (base deficit); **GCS** — шкала комы Глазго; **INR** — международное нормализованное отношение.

Наличие полиорганной недостаточности оценивали по шкале PEMOD. Уровень гемодинамической и катехоламиновой поддержки оценивали с учетом расчетной возрастной потребности в жидкости, водного баланса и величины катехоламинового индекса:

Катехоламиновый индекс =
= Дофамин (мкг/кг/мин) +
+ Добутамин (мкг/кг/мин) +
+ Адреналин (мкг/кг/мин) × **100** +
+ Норадреналин (мкг/кг/мин) × **100.**

Для верификации гипоксемической дыхательной недостаточности использовали индекс Горовица или соотношение сатурации гемоглобина в пульсирующем кровотоке (SpO_2) к фракции кислорода во вдыхаемой смеси (FiO_2).

Исследование показателей газового состава и кислотно-основного состояния осуществляли ежедневно на анализаторе ABL835 Flex (Radiometer, Дания). Все показатели оценивали в течение всего лечения в ОРИТ.

В качестве первичного исхода оценивали длительность ИВЛ и продолжительность лечения в ОРИТ. Вторичный исход был разделен на благоприятный (выздоровление) и неблагоприятный (наличие неврологического дефицита на момент перевода в профильное отделение, смерть).

Статистической анализ

Проверка нормальности распределения вероятности количественных признаков осуществлялась с помощью критерия Колмогорова—Смирнова и Шапиро—Уилка. Учитывая, что большинство количественных признаков не соответствовало закону о нормальном распределении, для сравнения показателей групп пациентов использовали непараметрические методы (U-тест Манна—Уитни и критерий Уилкоксона) и метод ANOVA с поправкой Бонферрони. За критический уровень значимости было принято значение $p < 0{,}05$. Все результаты исследования представлены в виде медианы (Me), верхнего (Q1) и нижнего (Q3) квартилей. Для формирования однородных групп пациентов и универсального подхода к оценке тяжести состояния детей в зависимости от исхода заболевания использовали кластерный анализ (метод K-средних). Для разработки моделей прогнозирования исходов лечения пациентов в критическом состоянии в ОРИТ использовали дисперсионный и множественный линейный регрессионный анализ.

Этическое одобрение. Исследование одобрено Этическим комитетом при ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России (Протокол № 9/4 от 26.09.2016).

Результаты исследования

Выявлено, что наиболее сильные корреляционные зависимости длительности лечения в ОРИТ характерны для таких признаков, как продолжительность ИВЛ, седации и гемодинамической поддержки с использованием инотропных и вазоактивных препаратов (табл. 1). Наиболее значимыми признаками, влияющими на длительность пребывания пациента с тяжелой политравмой в ОРИТ, являются продолжительность седации, оценки по шкалам комы Глазго (ШКГ), AIS, PTS, а также наличие внутричерепной гематомы.

В табл. 2 и на рис. 1 продемонстрирована значимая зависимость между длительностью седации и лечением в ОРИТ. Минимальная длительность лечения в ОРИТ отмечается при кратковременной седации в течение суток. Обращает на себя внимание отсутствие корреляционной зависимости между продолжительностью седации и оценкой по шкалам, отражающих тяжесть состояния пациента и травматических повреждений. При длительности седации более 5 сут продолжительность лечения в ОРИТ значительно увеличивается.

Аналогичная зависимость отмечается и при исследовании продолжительности лечения в ОРИТ в зависимости от оценки по шкале PTS — при оценке менее

Таблица 1. Факторы, влияющие на длительность лечения в ОРИТ

Table 1. Factors affecting ICU length of stay

Признаки	Spearman — R	*p*-value
Длительность лечения в ОРИТ / продолжительность ИВЛ	0,86	0,000
Длительность лечения в ОРИТ / продолжительность седации	0,73	0,000
Длительность лечения в ОРИТ / гемодинамической поддержки	0,50	0,000
Длительность лечения в ОРИТ / оценка по шкале комы Глазго при поступлении	–0,48	0,000

Таблица 2. Длительность лечения в ОРИТ в зависимости от тяжести состояния пациента с политравмой на момент поступления

Table 2. ICU length of stay depending on the severity of the patient's condition with polytrauma at the time of admission

Характеристика признака	Длительность лечения в ОРИТ (медиана)	Среднее значение	δ	Общее количество случаев
Длительность седации, сут				
До 1	2,0	3,6	1	27
1–5	3,5	5,8	3	26
Более 5	5,0	6,28	19	177
Всего	5,0	5,6	23	230
Оценка по шкале AIS, баллы				
0–30	2,0	3,6	1	91
31–45	5,0	6,7	9	79
Более 45	7,5	8,3	13	60
Всего	5,0	5,9	23	230
Оценка по шкале PTS, баллы				
Менее 5	7,0	7,6	19	131
Более 5	2,0	3,6	4	99
Всего	5,0	5,9	23	230
Наличие внутричерепной гематомы				
Есть	4,0	5,0	9	188
Нет	10,5	9,6	14	42
Всего	5,0	5,9	23	230
Оценка по шкале комы Глазго на момент поступления в ОРИТ, баллы				
Менее 9	2,0	3,7	1	109
Более 9	5,0	7,3	6	35
Всего	3,0	4,6	7	144

5 баллов время лечения пациента в ОРИТ значительно увеличивается. Пациенты с тяжелой политравмой при наличии внутричерепной гематомы нуждаются в длительном лечении, при этом время их пребывания в ОРИТ в два раза больше по сравнению с детьми без внутричерепной гематомы. Минимальная длительность

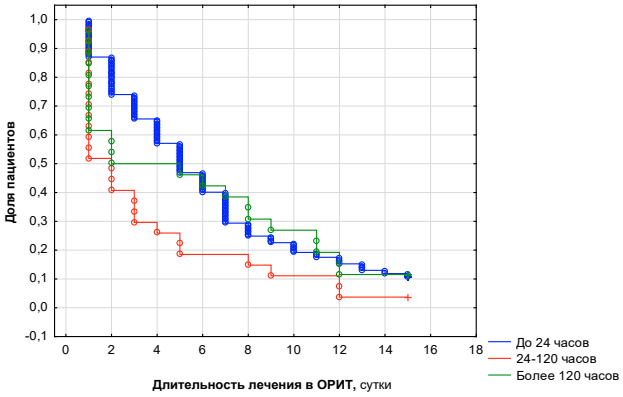

Рис. 1. Длительность лечения в ОРИТ в зависимости от продолжительности седации

Fig. 1. ICU length of stay depending depending on duration of sedation

X-axis — time, days; Y-axis — Cumulative Proportion Surviving; blue line — less than 24 hours; red line — 24–120 hours, green line — more than 120 hours.

лечения в ОРИТ отмечается при оценке тяжести травмы по шкале AIS до 30 баллов, с увеличением оценки, а соответственно, и тяжести политравмы, длительность лечения в ОРИТ значительно увеличивается.

Обращает на себя внимание, что при оценке по шкале комы Глазго < 9 баллов средняя длительность лечения в ОРИТ составляет около 2 сут, что, вероятнее всего, связано с тем, что большинство пациентов умирают в первые 48–72 ч после поступления.

Таким образом, оценка по шкале AIS > 30 баллов, по шкале PTS — > 5 баллов, необходимость длительной седации и наличие внутричерепной гематомы ассоциируются с увеличением длительности лечения в ОРИТ, что сопряжено с высокой вероятностью летального исхода.

С помощью однофакторного дисперсионного анализа были выявлено влияние отдельных клинико-лабораторных признаков при поступлении на исход политравмы у детей (табл. 3).

Таблица 3. Влияние показателей клинико-лабораторного статуса на исход политравмы

Table 3. Effect of clinical and laboratory status indicators on polytrauma outcome

Показатель	Однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA)	
	F	*p*
Оценка по шкале AIS, баллы	19,8	0,000
Оценка по шкале PTS, баллы	44,2	0,000
Оценка по ШКГ, баллы	37,8	0,000
Систолическое артериальное давление, мм рт. ст.	17,56	0,000
Диастолическое артериальное давление, мм рт. ст.	21,34	0,000
Среднее артериальное давление, мм рт. ст.	25,98	0,000
Индекс Альговера—Бури	9,578	0,000
Индекс циркуляции	7,634	0,000
Сатурация гемоглобина кислородом в пульсирующем кровотоке (SpO_2), %	29,07	0,000
Гемоглобин, г/л	9,607	0,000
Тромбоциты, × 10^9/л	5,882	0,000
Натрий, ммоль/л	16,987	0,000
Креатинин, мкмоль/л	13	0,000
pH (отрицательный десятичный логарифм концентрации ионов водорода)	31,37	0,000
Напряжение углекислого газа в венозной крови, мм рт. ст.	14,5	0,000
Дефицит оснований, ммоль/л	19,4	0,000
Лактат, ммоль/л	55,03	0,000
Международное нормализованное отношение	25,06	0,000
Оценка по шкале PEMOD, баллы	66,16	0,000

Выявлено максимальное статистически значимое различие средних величин при оценке влияния на исход следующих признаков:

1. Оценка по шкале PTS (F = 44,2; p = 0,000).
2. Оценка по шкале GCS (F = 37,8; p = 0,000).
3. Концентрация лактата в венозной крови (F = 55,03; p = 0,000).
4. Оценка по шкале PEMOD (F = 66,16; p = 0,000).

С помощью кластерного анализа на основании показателей клинико-лабораторного статуса в 1-е сутки лечения в ОРИТ все пациенты были разделены на два кластера: «Благоприятный исход» и «Неблагоприятный исход» (оценка тяжести травматических повреждений по шкале PTS; оценка тяжести поражения центральной нервной системы по шкале комы Глазго; оценка степени тяжести гипоксии смешанного генеза на основании концентрации лактата в венозной крови и оценка степени выраженности клинических проявлений полиорганной недостаточности по шкале PEMOD) (рис. 2).

Наиболее значимые мероприятия интенсивной терапии в 1-е сутки лечения в ОРИТ, влияющие на исход политравмы, представлены в табл. 4.

Выявлено максимальное статистически значимое различие средних величин при оценке влияния на исход следующих признаков: катехоламиновый индекс (F = 109,4; p = 0,000); объем трансфузии свежезамороженной плазмы (F = 42,0; p = 0,000); объем трансфузии эритроцит-содержащих сред (F = 33,4; p = 0,000), что отражено на рис. 3.

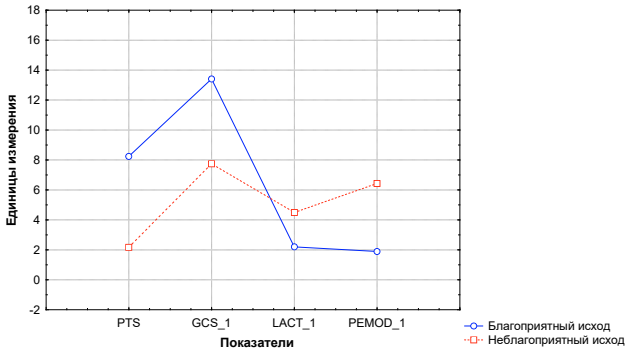

Рис. 2. Распределение пациентов с тяжелой политравмой по кластерам в зависимости от показателей клинико-лабораторного статуса при поступлении
GCS_1 — оценка по шкале комы Глазго; LACT_1 — концентрация лактата в плазме крови при поступлении в ОРИТ; PEMOD_1 — оценка по шкале PEMOD при поступлении в ОРИТ; PTS — оценка по шкале Pediatric Traumatic Score.

Fig. 2. Distribution of patients with severe polytrauma by cluster according to clinical and laboratory status at admission
GCS_1 — score on Glasgow Come Scale; LACT_1 — plasma lactate concentration on admission to the ICU; PEMOD_1 — score on PEMOD scale on admission to the ICU; PTS — score on Pediatric Traumatic Score

Обсуждение

Установлено, что наиболее значимыми клинико-лабораторными признаками, определяющими исход тяжелой политравмы у детей, являются оценка тяжести травматических повреждений по шкалам PTS, AIS, степени угнетения сознания по шкале комы Глазго и наличие внутричерепной гематомы, что сопоставимо с результатами исследований других авторов [1, 2, 8]. Оценка по шкале AIS > 30 баллов, по шкале PTS > 5 баллов, необходимость длительной седации и наличие внутричерепной гематомы ассоциируются с увеличением длительности лечения в ОРИТ, что сопряжено с высокой вероятностью летального исхода. Необходимость применения высоких доз инотропных и вазоактивных препаратов, проведения массивной трансфузии донорских эритроцитов и свежезамороженной плазмы в 1-е сутки лечения в ОРИТ является предиктором неблагоприятного исхода политравмы и сопряжена с высокой вероятностью смерти пациента. Аналогичные результаты были продемонстрированы в работе Rajasekaran et al. [9].

Таблица 4. Влияние мероприятий интенсивной терапии на исход политравмы

Table 4. Effect of intensive care interventions on polytrauma outcome

Показатель	ANOVA	
	F	p
Объем волемической нагрузки	12,1	0,000
Применение коллоидных растворов	7,9	0,005
Объем трансфузии эритроцит-содержащих компонентов крови	33,4	0,000
Объем трансфузии свежезамороженной плазмы	42,0	0,000
Величина катехоламинового индекса	109,4	0,000
Применение маннитола	9,4	0,002

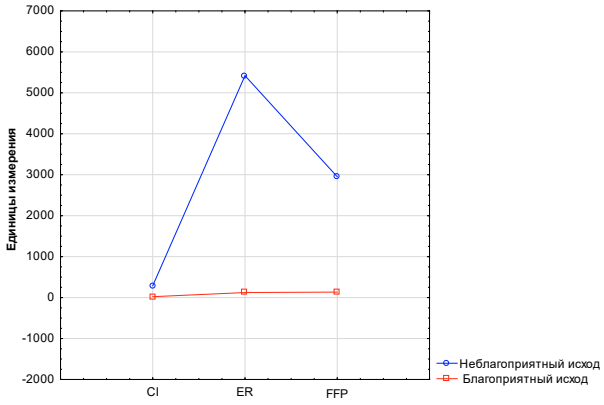

Рис. 3. Распределение пациентов с политравмой по кластерам в зависимости от особенностей интенсивной терапии в 1-е сутки лечения в ОРИТ
CI — катехоламиновый индекс; ER — объем трансфузии донорских эритроцитов; FFP — объем трансфузии свежезамороженной плазмы.

Fig. 3. Distribution of patients with polytrauma by clusters depending on the features of intensive care on the first day of treatment in ICU
CI — catecholamine index; ER — transfusion volume of donor erythrocytes; FFP — fresh frozen plasma transfusion volume.

На основании оригинальных результатов кластерного анализа был разработан алгоритм скринингового прогнозирования исхода политравмы у детей спустя сутки после поступления в ОРИТ на основании особенностей клинико-лабораторного статуса и мероприятий интенсивной терапии:

- оценка по шкале PTS < 4 баллов, оценка по ШКГ < 9 баллов, концентрация лактата в венозной крови > 4 ммоль/л, оценка по шкале PEMOD > 9 баллов, величина катехоламинового индекса > 7, необходимость трансфузии донорских эритроцитов и свежезамороженной плазмы в объеме > 20 мл/кг позволяют отнести пациента к кластеру тяжелого исходного состояния с высоким риском смерти;
- оценка по шкале PTS ≥ 4 балла, оценка по ШКГ > 10 баллов, концентрация лактата в венозной крови < 3 ммоль/л, оценка по шкале PEMOD < 8 баллов, величина катехоламинового индекса < 7 и объем трансфузии донорских эритроцитов и свежезамороженной плазмы в дозе < 20 мл/кг позволяют отнести пострадавшего к кластеру исходно легкого состояния с минимальным риском неблагоприятного исхода.

Можно утверждать, что тяжесть состояния детей с политравмой при поступлении в ОРИТ обусловлена нарушениями витальных функций и тяжестью травматических повреждений, системной гипоксией и гипоэргозом, маркером тяжести которых является концентрация лактата в венозной крови и вторичной полиорганной дисфункцией в структуре тяжелой политравмы. Исследование концентрации лактата необходимо у всех детей с тяжелой политравмой, нуждающихся в искусственной вентиляции легких и медикаментозной гемодинамической поддержке, что позволяет оценить вероятность неблагоприятного исхода и принять обоснованное решение о необходимости коррекции мероприятий интенсивной терапии. Интегральная оценка уровня лактатемии в сочетании с другими показателями газового состава, кислотно-основного состояния и кислородного статуса крови особенно оправдана спустя 6–12 ч после поступления пациента в ОРИТ, поскольку позволяет оценить эффективность проводимого лечения и исключить наличие тяжелых сопутствующих заболеваний [23].

Отличительной особенностью данной работы явилось то, что в качестве предикторов неблагоприятного исхода политравмы рассматривались не только показатели клинико-лабораторного статуса, но и мероприятия интенсивной терапии, поскольку их неоправданная инвазивность и агрессивность также могут стать причиной прогрессирования механизмов танатогенеза и неблагоприятного исхода, что подтверждается концепцией «двойного удара» [36]. В качестве ограничений исследования следует отметить недостаточно большой объем выборки и ретроспективный характер анализа.

Заключение

1. Необходимость длительной седации (более 5 сут), оценка по шкале AIS > 30 баллов, по шкале PTS > 5 баллов и наличие внутричерепной гематомы ассоциируются с увеличением длительности лечения в ОРИТ и неблагоприятным исходом политравмы у детей.
2. Оценка по шкале комы Глазго < 9 баллов при поступлении в ОРИТ сопряжена с высокой вероятностью летального исхода в ближайшие 2 сут после поступления в стационар.
3. Выраженные гемодинамические нарушения, требующие применения высоких доз катехоламинов и проведения массивной гемотрансфузии в 1-е сутки лечения в ОРИТ, являются независимыми предикторами летального исхода политравмы у детей.

Информация о финансировании: Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям

ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Author contribution. Pshenisnov K.V., Aleksandrovich Yu.S., Lipin A.S., Kaziakhmedov V.A., Kozubov M.U., Pastukhova N.K. - all authors according to the ICMJE criteria participated in the development of the concept of the article, obtaining and analyzing factual data, writing and editing the text of the article, checking and approving the text of the article.

ORCID авторов
Пшениснов К.В. — 0000-0003-1113-5296
Александрович Ю.С. — 0000-0002-2131-4813
Липин А.С. — 0000-0002-2817-9589
Казиахмедов В.А. — 0000-0002-7243-2852
Козубов М.Ю. — 0000-0002-6933-6560
Пастухова Н.К. — 0000-0002-9961-498X

Литература/References

[1] *Юнусов Д.И., Александрович В.Ю., Миронов П.И. и др.* Алгоритм оказания помощи детям с сочетанной травмой. Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2019; 7(4): 67–78. DOI: 10.17816/PTORS7467-78 [*Yunusov D.I., Aleksandrovich V.Yu., Mironov P.I., et al*. Algorithm of medical care for children with polytrauma. Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery. 2019; 7(4): 67–78. DOI: 10.17816/PTOrS7467-78 (In Russ)]

[2] *Баиндурашвили А.Г., Виссарионов С.В., Александрович Ю.С., Пшениснов К.В*. Позвоночно-спинномозговая травма у детей. СПб.: Онли-пресс, 2016. [*Baindurashvili A.G., Vissarionov S.V., Aleksandrovich Yu.S., Pshenisnov K.V*. Spinal injury in children. SPb.: Onli-press, 2016. (In Russ)]

[3] *MacLeod J.B., Lynn M., McKenney M.G., et al*. Early coagulopathy predicts mortality in trauma. J Trauma. 2003; 55(1): 39–44. DOI: 10.1097/01.TA.0000075338.21177.EF

[4] *Orwoll B.E., Spicer A.C., Zinter M.S., et al*. Elevated soluble thrombomodulin is associated with organ failure and mortality in children with acute respiratory distress syndrome (ARDS): a prospective observational cohort study. Crit Care. 2015; 19: 435. DOI: 10.1186/s13054-015-1145-9

[5] *Chaari A., Chelly H., Fourati H., et al.* Factors predicting lung contusions in critically ill trauma children: a multivariate analysis of 330 cases. Pediatr Emerg Care. 2018; 34(3): 198–201. DOI: 10.1097/PEC.0000000000000756

[6] *Namachivayam P., Taylor A., Montague T., et al*. Long-stay children in intensive care: long-term functional outcome and quality of life from a 20-yr institutional study. Pediatr Crit Care Med. 2012; 13(5): 520–8. DOI: 10.1097/PCC.0b013e31824fb989

[7] *Hanna K., Hamidi M., Anderson K.T., et al*. Pediatric resuscitation: Weight-based packed red blood cell volume is a reliable predictor of mortality. J Trauma Acute Care Surg. 2019; 87(2): 356–63. DOI: 10.1097/TA.0000000000002305

[8] *Miles D.K., Ponisio M.R., Colvin R., et al*. Predictors of intracranial hypertension in children undergoing ICP monitoring after severe traumatic brain injury. Childs Nerv Syst. 2020; 36(7): 1453–1460. DOI: 10.1007/s00381-020-04516-7

[9] *Rajasekaran S., Kort E., Hackbarth R., et al*. Red cell transfusions as an independent risk for mortality in critically ill children. J Intensive Care. 2016; 4: 2. DOI: 10.1186/s40560-015-0122-3

[10] *Robin E., Futier E., Pires O., et al*. Prognostic value of the central venous-to-arterial carbon dioxide difference for postoperative complications in high-risk surgical patients. Crit Care. 2011; 15(Suppl 1): P38. DOI: 10.1186/cc9458

[11] *Leite H.P, Rodrigues da Silva A.V., de Oliveira Iglesias S.B., et al*. Serum albumin is an independent predictor of clinical outcomes in critically ill children. Pediatr Crit Care Med. 2016; 17(2): e50–7. DOI: 10.1097/PCC.0000000000000596

[12] *Скворцов В.В., Скворцова Е.М., Бангаров Р.Ю*. Лактат-ацидоз в практике врача анестезиолога-реаниматолога. Вестник анестезиологии и реаниматологии. 2020; 17(3): 95. DOI: 10.21292/2078-5658-2020-17-3-95-100 [*Skvortsov V.V., Skvortsova E.M., Bangarov R.Yu*. Lactic acidosis in the practice of a resuscitator. Messenger of Anesthesiology and Resuscitation. 2020; 17(3): 95–100. DOI: 10.21292/2078-5658-2020-17-3-95-100 (In Russ)]

[13] *Huh Y., Ko Y., Hwang K., et al*. Admission lactate and base deficit in predicting outcomes of pediatric trauma. Shock. 2021; 55(4): 495–500. DOI: 10.1097/SHK.0000000000001652

[14] *Samaraweera S.A., Gibbons B., Gour A., et al*. Arterial versus venous lactate: a measure of sepsis in children. Eur J Pediatr. 2017; 176(8): 1055–60. DOI: 10.1007/s00431-017-2925-9

[15] *Jaiswal P., Dewan P., Gomber S., et al*. Early lactate measurements for predicting in-hospital mortality in paediatric sepsis. J Paediatr Child Health. 2020; 56(10): 1570–76. DOI: 10.1111/jpc.15028

[16] *Marikar D., Babu P., Fine-Goulden M*. How to interpret lactate. Arch Dis Child Educ Pract Ed. 2021; 106(3): 167–71. DOI: 10.1136/archdischild-2020-319601

[17] *Ronco R., Castillo A*. The sicker the patient the higher the lactate: a well-known relationship. Pediatr Crit Care Med. 2013; 14(8): 831–2. DOI: 10.1097/PCC.0b013e3182a12652

[18] *Nijsten M.W.N., Bakker* J. Lactate monitoring in the ICU. ICU Management & Practice. 2015; 15(2).

[19] *Ramanathan R., Parrish D.W., Hartwich J.E., et al*. Utility of admission serum lactate in pediatric trauma. J Pediatr Surg. 2015; 50(4): 598–603. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2014.08.013

[20] *Muñiz A.E., Foster R., Bartle S., et al*. Serum lactate levels in children with major trauma is not predictive of injury, Pediatric Critical Care Medicine. 2005; 6(5): 628.

[21] *Marik P.E*. Lactate guided resuscitation-nothing is more dangerous than conscientious foolishness. J Thorac Dis. 2019; (Suppl 15): S1969–S1972. DOI: 10.21037/jtd.2019.07.67

[22] *Shoemaker W.C., Appel P.L., Kram H.B., et al*. Prospective trial of supranormal values of survivors as therapeutic goals in high-risk surgical patients. Chest. 1988; 94(6): 1176–86. DOI: 10.1378/chest.94.6.1176

[23] *Vincent J.L., Quintairos E. Silva A, Couto L. Jr., Taccone F.S.* The value of blood lactate kinetics in critically ill patients: a systematic review. Crit Care. 2016; 20(1): 257. DOI: 10.1186/s13054-016-1403-5

[24] *Filho N.O., Alves R.L., Fernandes A.T., et al*. Association of increased morbidity with the occurrence of hyperglycemia in the immediate postoperative period after elective pediatric neurosurgery. J Neurosurg Pediatr. 2016; 17(5): 625–9. DOI: 10.3171/2015.9.PEDS1559

[25] *Chong S.L., Harjanto S., Testoni D., et al*. Early hyperglycemia in pediatric traumatic brain injury predicts for mortality, prolonged duration of mechanical ventilation, and intensive care stay. Int J Endocrinol. 2015; 2015: 719476. DOI: 10.1155/2015/719476

[26] *Kandil S.B., Faustino E.V*. Tight glycaemic control does not improve mortality or morbidity in critically ill children. Evid Based Med. 2014; 19(4): 143. DOI: 10.1136/eb-2014-101749

[27] *Patki V.K., Chougule S.B*. Hyperglycemia in critically ill children. Indian J Crit Care Med. 2014; 18(1): 8–13. DOI: 10.4103/0972-5229.125427

[28] *Fu Y.Q., Chong S.L., Lee J.H., et al*. The impact of early hyperglycaemia on children with traumatic brain injury. Brain Inj. 2017; 31(3): 396–400. DOI: 10.1080/02699052.2016.1264629

[29] *Ballestero Y., López-Herce J., González R., et al.* Relationship between hyperglycemia, hormone disturbances, and clinical evolution in severely hyperglycemic post surgery critically ill children: an observational study. BMC Endocr Disord. 2014; 14: 25. DOI: 10.1186/1472-6823-14-25

[30] *Mifsud S., Schembri E.L., Gruppetta M*. Stress-induced hyperglycaemia. Br J Hosp Med (Lond). 2018; 79(11): 634–9. DOI: 10.12968/hmed.2018.79.11.634

[31] *Smith R.L., Lin J.C., Adelson P.D., et al*. Relationship between hyperglycemia and outcome in children with severe traumatic brain injury. Pediatr Crit Care Med. 2012; 13(1): 85–91. DOI: 10.1097/PCC.0b013e3182192c30

[32] *Tsai Y.W., Wu S.C., Huang C.Y., et al*. Impact of stress-induced hyperglycemia on the outcome of children with trauma: A cross-sectional analysis based on propensity score-matched population. Sci Rep. 2019; 9(1): 16311. DOI: 10.1038/s41598-019-52928-6

[33] *Reed C.R., Williamson H., Vatsaas C., et al*. Higher mortality in pediatric and adult trauma patients with traumatic coagulopathy, using age-adjusted diagnostic criteria. Surgery. 2019; 165(6): 1108–15. DOI: 10.1016/j.surg.2019.03.003

[34] *Braun C.K., Schaffer A., Weber B., et al*. The prognostic value of troponin in pediatric polytrauma. Front Pediatr. 2019; 7: 477. DOI: 10.3389/fped.2019.00477

[35] *Nozawa M., Mishina H., Tsuji S., et al*. Low plasma D-dimer predicts absence of intracranial injury and skull fracture. Pediatr Int. 2020; 62(1): 22–8. DOI: 10.1111/ped.14063

[36] *Зильбер А.П*. Этюды критической медицины. М.: МЕДпресс-информ, 2006. [*Zil'ber A.P*. Essays on critical care medicine M.: MEDpress-inform, 2006. (In Russ)]