

ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ СУБПОПУЛЯЦИЙ ЛИМФОЦИТОВ В ПОСТТРАВМАТИЧЕСКОМ ПЕРИОДЕ У ДЕТЕЙ

Закиров Р. Ш.^{1,2},
Петричук С. В.¹,
Карасева О. В.^{1,2}

¹ ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Минздрава России, Москва, Российская Федерация.

² ГБУЗ города Москвы «Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии» ДЗ города Москвы, Москва, Российская Федерация.

BASIC LYMPHOCYTES SUBSETS DURING THE POST-TRAUMATIC PERIOD IN CHILDREN

Zakirov R. Sh. ^{a, b},
Petrichuk S. V. ^a,
Freidlin E. V. ^a,
Karaseva O.V. ^{a, b}

^a National Medical Research Center for Children's Health, Moscow, Russian Federation.

^b Institute of Urgent Children Surgery and Traumatology, Moscow, Russian Federation.

Резюме

Тяжёлая травма является одной из ведущих причин инвалидизации и смертности среди детей старше года. Это исследование направлено на оценку динамики основных популяций лимфоцитов периферической крови как показателей тяжести травмы, развития осложнений и прогноза исхода травматической болезни у детей. В исследование включено 118 пациентов с тяжёлой механической травмой (ТТ, ISS \geq 16), из которых 60 детей имели благоприятный исход, 51 — неблагоприятный, а 7 — летальный исход по шкале исходов Глазго и шкале исходов тяжелой травмы. По характеру течения посттравматического периода больных также разделили на группы в зависимости от развития гнойно-септических осложнений (ГСО, n=23) и синдрома полиорганной недостаточности (СПОН, n=19). С использованием лазерной проточной цитофлюориметрии был проведен анализ субпопуляционного состава лимфоцитов периферической крови в динамике травматической болезни на 1-е, 3-и, 5-е, 7-е, 10-е и 14-е сутки с момента получения травмы с нормированием полученных показателей относительно возрастной нормы. Группу сравнения составили 34 ребенка с травмой легкой и средней степени тяжести (ЛТ, ISS <16). Контрольную группу в исследовании составили 60 условно здоровых детей, сопоставимых по возрасту и полу. Результаты показали, что у пациентов с тяжёлой травмой (ISS \geq 16) наблюдается значительное снижение количества CD3⁺-, CD19⁺- и NK-лимфоцитов уже в первые сутки после травмы, с частичным восстановлением к 5–7 суткам. В группе с лёгкой травмой (ISS<16) изменения в составе лимфоцитов были менее выражены. Выраженное снижение количества лимфоцитов у детей с тяжёлой травмой, особенно CD3⁺- и NK-лимфоцитов, коррелирует с тяжестью состояния, развитием СПОН, ГСО и неблагоприятным прогнозом. Полученные данные указывают на важность динамического мониторинга уровней основных субпопуляций лимфоцитов периферической крови наряду с другими клеточными маркерами для прогноза развития осложнений и также исхода травматической болезни.

Ключевые слова: дети, тяжелая травма, политравма, субпопуляции, синдром полиорганной недостаточности, прогноз исхода, инфекционные осложнения

Abstract

Severe trauma remains a leading cause of disability and mortality among children older than one year. This study aimed to assess the dynamics of peripheral blood lymphocyte subpopulations as indicators of injury severity, complication development, and prognosis in pediatric trauma. A total of 118 children with severe mechanical trauma ($ISS \geq 16$) were included. According to the Severe Injury Outcomes Scale (OISS), 60 patients had a favorable outcome, 51 an unfavorable outcome, and 7 a fatal outcome. Based on clinical course, subgroups with septic complications (PSC, $n=23$) and multiple organ dysfunction syndrome (MODS, $n=19$) were identified. Flow cytometric analysis of lymphocyte subpopulations ($CD3^+$, $CD19^+$, NK cells) was conducted on days 1, 3, 5, 7, 10, and 14 post-trauma, with normalization to age-specific reference values. A comparison group included 34 children with mild or moderate trauma ($ISS < 16$), and the control group consisted of 60 age- and sex-matched healthy children. The findings revealed a significant and sustained reduction in $CD3^+$, $CD19^+$, and NK lymphocyte counts in children with severe trauma as early as day 1, with partial recovery by days 5–7. In children with mild trauma, these changes were less pronounced. Persistent lymphopenia—particularly in $CD3^+$ and NK cells—was significantly associated with MODS, PSC, and poor outcomes. These results highlight the prognostic relevance of dynamic monitoring of lymphocyte subpopulations as sensitive markers of immune dysfunction in the context of severe trauma. Incorporating cellular immune parameters into risk stratification protocols may enhance the early identification of children at high risk for adverse outcomes and guide targeted therapeutic interventions.

Keywords: children, severe injury, polytrauma, lymphocytes subsets, multiple organ failure, outcome prediction, infectious complications

1 Введение

Тяжёлая травма является ведущей причиной инвалидизации и смертности у детей старше года, при этом наиболее частыми механизмами её возникновения остаются падения и дорожно-транспортные происшествия [1]. Высокая летальность обусловлена развитием синдрома полиорганной недостаточности (СПОН), которая встречается у 11,3–23,1% пострадавших детей. Летальность при СПОН составляет 20,1–53% по сравнению с 0,5% у пациентов без него [8]. СПОН у детей развивается стремительно: в 75–86% случаев он манифестирует в первые 24 часа после поступления в отделение анестезиологии и реанимации (ОАР), что связано с возрастными особенностями воспалительного ответа [15]. В 95% случаев СПОН сопровождается выраженной системной воспалительной реакцией, приводящей к дисбалансу между гипервоспалением и иммуносупрессией, что повышает риск инфекционных осложнений (сепсис, септический шок) и увеличивает вероятность летального исхода [9]. Ранняя диагностика СПОН и гнойно-септических осложнений (ГСО) имеет решающее значение для улучшения прогноза. В педиатрической практике применяются шкалы оценки органной дисфункции (pSOFA, PELOD, MODS) [13], а также активно изучаются биомаркеры тяжести состояния и исхода, включая IL-6, прокальцитонин (PCT), С-реактивный белок (СРБ), S100, нейрон-специфическую енолазу (NSE) и адреномедуллин (ADM) [3, 5, 6]. Однако, согласно последним исследованиям, традиционные биомаркеры воспаления обладают ограниченной прогностической точностью и не всегда позволяют своевременно идентифицировать пациентов с высоким риском развития СПОН и ГСО. В связи с этим возрастает интерес к клеточным маркерам иммунного ответа, в частности к популяциям лимфоцитов периферической крови. Иммунная дисфункция играет ключевую роль в патогенезе посттравматических осложнений, а изменения в составе субпопуляций лимфоцитов могут отражать тяжесть воспалительной реакции и риск инфекционных осложнений. Согласно последним данным, динамика соотношения различных лимфоцитарных субпопуляций, таких как CD4⁺ и CD8⁺ Т-лимфоциты, регуляторные Т-клетки, натуральные киллеры (NK-клетки) и В-лимфоциты, может служить информативным показателем прогнозирования исходов критических состояний [4, 10, 14].

Целью данного исследования является оценка основных популяций лимфоцитов периферической крови как критериев тяжести состояния, развития осложнений и прогноза исхода травматической болезни у детей.

Материалы и методы

В ходе ретроспективного исследования обследовано 367 образца крови, полученных от 118 пациентов (78 мальчика (66,1%), 40 девочек (33,9%)) в критическом периоде тяжелой механической травмы, проходивших лечение в отделении анестезиологии-реанимации (ОАР) НИИ НДХиТ ДЗ г.

45 Москвы. Лабораторное обследование выполняли на базе лабораторного
46 отдела ФГАУ НМИЦ здоровья детей Минздрава РФ в динамике
47 травматической болезни от 1 до 7 раз в зависимости от длительности
48 пребывания ребёнка в отделении ОАР НИИ НДХиТ ДЗ г. Москвы. Возраст
49 детей составлял Me (Q25–Q75) - 11,9 (6,0; 15,6) лет. В качестве
50 декретированных сроков лабораторного обследования были выбраны 1-е, 3-и,
51 5-е, 7-е, 10-е, 14-е сутки с момента поступления в отделение ОАР. Критериями
52 включения в исследование были: пациенты с ТМТ (ISS≥16 баллов),
53 поступившие в течение 48 часов после травмы. Из исследования исключались
54 пациенты, имеющие сопутствующие острые воспалительные и хронические
55 заболевания.

56 Для объективной оценки тяжести повреждения использовали шкалу
57 тяжести повреждения (Injury severity score, ISS), шкалу комы Глазго (ШКГ).
58 Для оценки исхода ТМТ использовали шкалу исходов комы Глазго (ШИГ) и
59 шкалу исходов тяжелой травмы - Severe Injury Outcomes Scale (ШИТТ-OISS)
60 [7]. Оценку по ШИТТ и ШИГ проводили при выписки пациента.

61 На основании ШИТТ больных разделили на 2 группы: ТМТ с
62 благоприятным исходом - ШИТТ 1–2 (ТМТбл, n=60) и ТМТ с
63 неблагоприятным исходом - ШИТТ 3–4 (ТМТнебл, n=51). Отдельно была
64 описана группа ТМТ с летальным исходом (ШИТТ 5, n=7) (табл.1). У всех
65 пациентов оценивали клинико-лабораторные показатели, свидетельствующие
66 о развитии синдрома системного воспалительного ответа и органной
67 недостаточности [12]. По характеру течения посттравматического периода
68 больных разделили на группы в зависимости от развития гнойно-септических
69 осложнений (ГСО, n=23) и СПОН (n=19) (табл.1).

70 Оценка количественных показателей субпопуляционного состава
71 лимфоцитов периферической крови выполнялась с использованием метода
72 лазерной проточной цитофлуориметрии в реакции прямой
73 иммунофлуоресценции на проточном цитометре CYTOMICS FC 500
74 (Beckman Coulter, США). Для определения субпопуляций лимфоцитов
75 использовали следующие поверхностные маркеры: CD45, IgG1, IgG2a, CD3,
76 CD16, CD56, CD19 производства Beckman Coulter, США и BD Biosciences,
77 США. Анализ количественных показателей популяционного состава
78 лимфоцитов крови у детей представляет особую сложность из-за
79 существования возрастных особенностей. Для унификации показателей
80 предварительно нами было проведено преобразование по формуле, с учетом
81 нормативных значений для разных возрастных групп параметров основных
82 популяций лимфоцитов периферической крови [2]:

$$83 \quad X_n = (X_{\min} - X) / 0,01 * (X_{\max} - X_{\min})$$

84 X – значение изучаемого показателя;

85 X_n – значение показателя, нормированное на возрастную норму;

86 X_{\max} – верхняя граница возрастной нормы;

87 X_{\min} – нижняя граница возрастной нормы.

88 После преобразования был получен массив данных по всем основным
89 показателям популяционного состава лимфоцитов периферической крови у
90 детей, в котором значения изучаемых показателей представлены в единых
91 условных единицах.

92 Методы статистического анализа

93 Обработку полученных данных проводили с помощью компьютерных
94 программ MS Excel 2016 (Microsoft corp., США), Statistica 10 (StatSoft, Inc.,
95 США), а также с помощью языка «R». Результаты представлены в виде
96 медианы (Me) и квартилей (Q25–Q75). Критерием статистической
97 достоверности получаемых выводов считали величину $p < 0.05(*)$, $< 0.01 (**)$.

98 Исследование было проведено в соответствии с Хельсинской
99 декларацией и одобрено Комитетом по биомедицинской этике Института
100 неотложной детской хирургии и травматологии (Протокол № 2 от 26.05.2020).
101 Все участники исследования подписали информированное согласие.

102 **Результаты и обсуждение**

103 Анализ динамики нормированного абсолютного количества
104 лимфоцитов периферической крови у детей показал выраженные изменения в
105 зависимости от тяжести травмы. У пациентов с тяжёлой травмой (ТТ, ISS>16)
106 уже в первые сутки после повреждения выявлено значительное снижение
107 количества CD3⁺, CD19⁺- и NK-лимфоцитов по сравнению с контрольной
108 группой. На протяжении 1–3 суток лимфопения сохранялась, частичное
109 восстановление показателей наблюдалось к 5–7 суткам, однако значения
110 оставались ниже контрольных до 14 суток после травмы. У пациентов с лёгкой
111 травмой (ЛТ, ISS<16) снижение абсолютного количества CD3⁺- и NK-
112 лимфоцитов было менее выраженным, а уровень CD19⁺-клеток существенно
113 не отличался от контроля. Таким образом, тяжёлая травма ассоциировалась с
114 более выраженной и длительной лимфопенией основных субпопуляций
115 лимфоцитов по сравнению с лёгкой травмой (рис.1). Относительное
116 содержание CD3⁺-лимфоцитов у детей с тяжёлой травмой снижалось в первые
117 сутки после травмы и постепенно восстанавливалось к 5–7 суткам.
118 Процентное содержание CD19⁺-лимфоцитов у пациентов с легкой и тяжёлой
119 травмой было повышенным и достоверно отличалось от группы сравнения.
120 Подъём уровня CD19⁺-лимфоцитов для группы с тяжелой травмой сохранялся
121 до 3–5 суток с последующим снижением к 14 суткам. Уровень NK-
122 лимфоцитов в группе тяжёлой травмы был значительно снижен в сравнении с
123 контрольной группой и группой с легкой травмой на протяжении всего
124 острого посттравматического периода, с частичной компенсацией к 14 суткам.
125 Аналогичные данные были получены и в других исследованиях. Установлено,
126 что персистирующая лимфопения, обусловленная снижением уровня Т-
127 лимфоцитов при тяжелой травме, коррелирует с тяжестью состояния и
128 ассоциируется с неблагоприятным прогнозом [14]. Снижение количества
129 лимфоцитов по сравнению с контрольной группой отмечается у пациентов
130 сразу после травмы [11]. С использованием непараметрического критерия
131 Манна–Уитни были проанализированы различия в нормированном

132 абсолютном количестве и процентном содержании CD3⁺-, CD19⁺- и NK-
133 лимфоцитов у детей с тяжелой травмой в динамике в разных группах с
134 развитием ГСО, СПОН и без развития ГСО, СПОН, а также с благоприятным,
135 неблагоприятным и летальным исходом по ШИТТ (табл. 2). У пациентов с
136 СПОН медианные значения исследуемых параметров были значительно ниже
137 в течение первых 1–7 дней после поступления в ОРИТ по сравнению с
138 пациентами без СПОН. Существенные различия уровней процентного
139 содержания CD3⁺-, CD19⁺-лимфоцитов между группами с СПОН выявлены на
140 1,5,10,14 день и на 5,10 день соответственно. Следует отметить, что лишь одно
141 ранее проведенное исследование показало значительное снижение числа
142 лимфоцитов между группами с и без СПОН, начиная с 2 дня [10]. Уровни NK-
143 лимфоцитов на 3-й день, а также CD3⁺- и CD19⁺-лимфоцитов на 10-й и 14-й
144 день соответственно день после травмы достоверно различались в группах с и
145 без развития инфекционных осложнений. Сравнительный анализ данных
146 посттравматического периода в группах с благоприятным и неблагоприятным
147 исходом показал значительное уменьшение уровня CD3⁺- и CD19⁺-
148 лимфоцитов на 7-й день и 10-й день после травмы в группе с неблагоприятным
149 исходом (табл. 2).

150 **Заключение**

151 Таким образом, результаты исследования подтверждают, что тяжесть
152 травмы оказывает значительное влияние на динамику основных субпопуляций
153 лимфоцитов периферической крови у детей. Тяжёлая травма ассоциируется с
154 более выраженным и длительным снижением уровня CD3⁺- и NK-
155 лимфоцитов, что может быть связано с развитием осложнений и ухудшением
156 прогноза исхода травматической болезни.

ТАБЛИЦЫ

Таблица 1 – Клиническая характеристика больных.

Table 1 - Clinical characteristics of patients.

Фактор/ Factor	Категория/ Category	ЛТ (ISS<16)/ Mild injury (ISS<16)	ТТ (ISS≥16)/ Severe Injury (ISS≥16)			
			Всего/Total	Благ. исход/F	Неблаг. исход/UF	Летал. исход/L
n	-	34	118	60	51	7
Возраст, лет/ Age, years	-	11,71 [8,11; 15,00]	11,91 [6,02; 15,58]	10,91 [6,22; 15,96]	13,70 [5,42; 15,47]	10,82 [6,44; 14,08]
Пол/Gender	ж/f	18 (52.9)	40 (33.9)	23 (38.3)	15 (29.4)	2 (28.6)
	м/m	16 (47.1)	78 (66.1)	37 (61.7)	36 (70.6)	5 (71.4)
ISS, баллы/ISS, units	-	4,00 [4,00; 9,00]	26,00 [21,00; 29,00]	22,00 [17,75; 27,25]	29,00 [24,50; 34,00]	34,00 [29,50; 35,00]
Множественная травма (%)/Multiple trauma (%)	нет	34 (100,0)	29 (25,9)	14 (25,0)	12 (24,5)	3 (42,9)
	да	-	83 (74,1)	42 (75,0)	37 (75,5)	4 (57,1)
Открытая травма (%)/Open trauma (%)	нет	33 (97,1)	52 (46,0)	30 (52,6)	20 (40,8)	2 (28,6)
	да	1 (2,9)	61 (54,0)	27 (47,4)	29 (59,2)	5 (71,4)
Скелетная травма (%)/Skeletal trauma (%)	нет	34 (100,0)	44 (38,9)	21 (36,8)	19 (38,8)	4 (57,1)
	да	-	69 (61,1)	36 (63,2)	30 (61,2)	3 (42,9)
ЧМТ (%)/TBI (%)	нет	-	1 (0,9)	-	1 (2,0)	-
	да	34 (100,0)	114 (99,1)	58 (100,0)	49 (98,0)	7 (100,0)
Кома (%)/Coma (%)	нет	-	46 (41,1)	34 (60,7)	12 (24,5)	-
	да	-	66 (58,9)	22 (39,3)	37 (75,5)	7 (100,0)
Кровопотеря (%)/Blood loss (%)	нет	-	24 (20,3)	16 (26,7)	7 (13,7)	1 (14,3)
	да	-	94 (79,7)	44 (73,3)	44 (86,3)	6 (85,7)

СПОН (%) / MOF (%)	нет	-	99 (83,9)	60 (100,0)	39 (76,5)	-
	да	-	19 (16,1)	-	12 (23,5)	7 (100,0)
Дыхательная недостаточность (%) / Respiratory failure (%)	нет	-	83 (80,6)	45 (88,2)	35 (77,8)	3 (42,9)
	да	-	20 (19,4)	6 (11,8)	10 (22,2)	4 (57,1)
Респираторная поддержка (ИВЛ) (%) / Ventilator (%)	нет	-	13 (11,5)	12 (21,1)	1 (2,0)	-
	да	-	100 (88,5)	45 (78,9)	48 (98,0)	7 (100,0)
Вазопрессорная поддержка (%) / Vasopressor support (%)	нет	-	47 (42,0)	35 (62,5)	12 (24,5)	-
	да	-	64 (57,1)	21 (37,5)	36 (73,5)	7 (100,0)
ГСО (%) / IC (%)	нет	-	95 (80,5)	58 (96,7)	34 (66,7)	3 (42,9)
	да	-	23 (19,5)	2 (3,3)	17 (33,3)	4 (57,1)
Перитонит (%) / Peritonitis (%)	нет	-	68 (97,1)	37 (100,0)	28 (93,3)	3 (100,0)
	да	-	2 (2,9)	-	2 (6,7)	-
Пневмония (%) / Pneumonia (%)	нет	-	64 (91,4)	37 (100,0)	24 (80,0)	3 (100,0)
	да	-	6 (8,6)	-	6 (20,0)	-
Инфекции ЦНС (%) / infections CNS (%)	нет	-	67 (95,7)	37 (100,0)	27 (90,0)	3 (100,0)
	да	-	3 (4,3)	-	3 (10,0)	-
Сепсис (%) / Sepsis (%)	нет	-	66 (94,3)	37 (100,0)	27 (90,0)	2 (66,7)
	да	-	4 (5,7)	-	3 (10,0)	1 (33,3)

Таблица 2 – Динамика содержания основных популяций лимфоцитов периферической крови в критическом периоде травматической болезни в группах с развитием ГСО, СПОН и без развития ГСО, СПОН, а также с благоприятным, неблагоприятным и летальным исходом по ШИТТ.

Table 2 – Dynamics of basic peripheral blood lymphocytes population levels in the critical period of severe injury in groups depending on multiple organ failure and septic complications development and with favorable, unfavorable, lethal outcome for OISS.

Сутки после травмы (ISS≥16) Day after injury	Фактор Factor		N (%)	CD3, Abs [отн. ед./с.у.]	CD3, %LPh [отн. ед./с.у.]	CD19, Abs [отн. ед./с.у.]	CD19, %LPh [отн. ед./с.у.]	NK, Abs [отн. ед./с.у.]	NK, %LPh [отн. ед./с.у.]
1	ГСО IC	нет N	61 (82,4)	-96,66 [-160,67; -30,27]	-15,00 [-80,79; 23,00]	-39,27 [-69,00; 11,33]	118,82 [74,52; 193,93]	-18,06 [-33,71; -3,40]	20,58 [-7,90; 54,69]
		да Y	13 (17,6)	-43,71 [-170,42; -20,30]	-18,79 [-43,87; -3,02]	-24,92 [-67,53; -8,12]	153,12 [123,47; 183,02]	-21,96 [-35,09; -10,53]	14,51 [-21,54; 57,18]

	СПО Н МОФ	нет N	66 (89 .2)	-82,42 [- 160,19; -25,98]	-8,67 [- 68,69; 23,58]*	-38,38 [-68,89; 5,62]	121,24 [77,44; 187,64]	-22,17 [-33,91; -3,42]	18,38 [- 12,33; 53,52]
		да Y	8 (10 .8)	-145,51 [- 173,01; -101,58]	-59,78 [- 129,07; -21,13]*	-40,37 [-64,04; -7,03]	155,75 [125,28; 199,85]	-11,38 [-27,10; -1,72]	29,15 [- 8,77; 60,46]
	Исхо д Outc ome	бл F	44 (59 .5)	-71,01 [- 151,29; -23,93]	-14,32 [-58,34; 15,09]	-40,13 [-66,26; 15,12]	125,14 [68,75; 183,48]	-23,19 [-33,78; -2,56]	20,76 [- 10,26; 55,41]
		неб л UF	26 (35 .1)	-110,67 [- 175,98; -31,40]	-5,30 [- 84,67; 25,10]	-27,28 [-73,38; -3,67]	120,98 [89,05; 187,39]	-19,67 [-27,69; -3,79]	8,62 [- 8,93; 54,28]
		лет ал L	4 (5. 4)	-153,78 [- 176,57; -107,94]	-117,17 [- 203,14; -33,78]	-41,43 [-64,04; 23,81]	168,07 [146,73; 221,38]	-22,81 [-40,88; -4,63]	29,15 [12,61; 57,86]
	3	ГСО IC	нет N	80 (85 .1)	-93,92 [- 137,71; -26,32]	7,15 [- 28,51; 49,67]	-26,30 [-56,83; 10,38]	129,70 [71,59; 195,15]	-22,64 [-35,85; - 13,84]* *

	да У	14 (14 .9)	-43,13 [- 112,45; -21,08]	35,91 [- 39,78; 63,40]	-15,13 [-55,31; 13,81]	128,00 [82,47; 260,40]	-38,33 [-42,98; - 25,33]* *	-42,85 [-54,58; - 28,08]* *
СПО Н МОФ	нет N	82 (87 .2)	-92,67 [- 137,10; -26,07]	8,33 [- 26,70; 49,93]	-28,21 [-55,50; 8,40]	129,70 [76,54; 196,73]	-23,95 [-37,33; -14,28]	-24,94 [-44,48; 1,94]
	да У	12 (12 .8)	-46,21 [- 123,75; -25,64]	14,33 [- 46,56; 62,84]	-9,28 [- 42,89; 29,88]	138,32 [51,53; 273,00]	-32,33 [-39,83; -21,87]	-32,19 [-43,66; -9,03]
Исхо д Outc ome	бл F	51 (54 .3)	-80,33 [- 136,70; -22,28]	11,04 [- 24,28; 59,43]	-27,50 [-58,17; 3,37]	120,00 [71,39; 192,18]	-23,18 [-35,24; -12,48]	-23,04 [-43,56; 0,73]
	неб л UF	38 (40 .4)	-97,88 [- 132,45; -27,59]	6,82 [- 27,35; 42,14]	-26,25 [-54,67; 13,81]	143,88 [82,47; 209,96]	-24,58 [-38,57; -16,03]	-34,91 [-43,90; 2,84]
	лет ал L	5 (5. 3)	-61,90 [- 124,83; -30,52]	-44,97 [-51,30; 61,46]	26,17 [- 24,14; 151,29]	242,13 [44,52; 292,54]	-42,94 [-57,38; -29,13]	-24,02 [-63,78; -23,32]

5	ГСО IC	нет N	35 (85 .4)	-45,04 [- 117,62; -28,00]	3,84 [- 41,65; 73,73]	-6,29 [- 54,25; 42,38]	135,73 [70,50; 229,55]	-18,55 [-41,07; -8,61]	-31,13 [-50,88; -13,51]
		да Y	6 (14 .6)	-161,91 [- 172,47; -59,82]	37,00 [- 107,48; 54,11]	-46,66 [-91,98; 11,98]	84,65 [34,01; 283,42]	-20,72 [-23,00; -16,73]	-18,67 [-39,70; 3,95]
	СПО H MOF	нет N	34 (82 .9)	-94,13 [- 129,81; -29,88]	-6,83 [- 65,84; 52,50]*	-9,59 [- 50,24; 41,98]	163,69 [87,60; 282,98] **	-19,03 [-35,16; -10,02]	-30,64 [-45,84; -10,66]
		да Y	7 (17 .1)	-30,58 [-34,84; -26,84]	45,53 [34,51; 83,09]*	-70,32 [-87,31; 13,89]	66,68 [- 22,08; 84,59]* *	-33,55 [-42,03; -11,95]	-31,13 [-46,82; 15,34]
	Исхо д Outc ome	бл F	20 (48 .8)	-73,16 [- 120,12; -29,39]	-1,60 [- 46,81; 71,05]	-29,92 [-53,04; 48,28]	138,17 [45,39; 298,18]	-16,30 [-38,99; -8,77]	-30,64 [-47,67; -5,54]
		неб л UF	19 (46 .3)	-45,04 [- 148,11; -28,65]	11,25 [- 43,79; 52,14]	-6,29 [- 75,38; 40,83]	135,73 [84,65; 229,55]	-22,20 [-37,87; -17,83]	-37,32 [-47,23; -14,05]
		лет ал L	2 (4. 9)	-28,39 [-29,48; -27,29]	52,60 [35,81; 69,39]	13,89 [7,16; 20,61]	70,50 [68,59; 72,41]	7,48 [- 0,31; 15,27]	-5,66 [- 18,40; 7,08]

7	ГСО IC	нет N	66 (82 .5)	-48,33 [- 106,60; 12,02]	50,32 [- 2,86; 92,27]	-17,04 [-44,62; 47,65]	83,31 [40,50; 156,31]	-17,43 [-33,80; -2,66]	-27,93 [-47,42; -3,96]
		да Y	14 (17 .5)	-44,24 [- 109,82; -20,05]	80,78 [29,01; 102,87]	-51,00 [-71,16; 18,59]	78,73 [4,37; 144,39]	-28,88 [-37,86; -17,91]	-42,06 [-46,08; -28,99]
	СПО H MOF	нет N	70 (87 .5)	-45,55 [- 105,88; 12,02]	60,69 [- 2,86; 94,77]	-18,08 [-50,43; 47,65]	78,73 [35,54; 152,35]	-19,39 [-36,14; -3,05]	-29,47 [-47,42; -8,72]
		да Y	10 (12 .5)	-92,15 [- 111,40; -35,68]	53,92 [13,98; 91,52]	-51,22 [-73,51; 23,14]	92,42 [15,69; 153,28]	-22,57 [-34,74; -15,68]	-43,17 [-46,35; -21,44]
	Исхо д Outc ome	бл F	41 (51 .2)	-17,23 [-73,33; 17,20]*	57,78 [7,01; 95,45]	-3,50 [- 41,98; 45,99]	75,79 [35,00; 143,91]	-18,67 [-32,62; -2,60]	-28,95 [-48,41; -6,72]
		неб л UF	37 (46 .2)	-82,04 [- 110,50 ; -25,17]*	59,91 [- 5,73; 84,29]	-36,00 [-67,00; 40,50]	88,00 [31,36; 165,05]	-20,11 [-37,02; -5,08]	-32,31 [-46,30; -11,25]
		лет ал L	2 (2. 5)	-83,73 [-97,41; -70,05]	60,38 [11,21; 109,56]	-15,88 [-44,21; 12,45]	102,68 [52,22; 153,13]	-35,23 [-44,26; -26,20]	-43,17 [-43,46; -42,88]

10	ГСО IC	нет N	18 (75 .0)	-17,18 [-79,51; 41,71]*	34,34 [11,07; 80,55]	18,72 [- 32,12; 114,86]	80,39 [36,00; 102,51] *	-6,67 [- 20,51; 6,75]	-15,59 [-40,96; 14,88]
		да Y	6 (25 .0)	-131,72 [- 154,88; -54,52]*	-42,83 [- 116,85; 26,37]	61,97 [26,84; 95,66]	210,82 [124,04; 305,02] *	-18,88 [-23,98; -15,98]	-42,22 [-44,83; -28,64]
	СПО H MOF	нет N	19 (79 .2)	-20,03 [-85,98; 32,70]	37,27 [18,56; 94,31]* *	17,19 [- 40,00; 85,44]	78,79 [32,00; 101,58] **	-5,15 [- 22,84; 6,68]	-18,46 [-43,88; 14,31]
		да Y	5 (20 .8)	-110,45 [- 153,00; -71,17]	-107,57 [- 119,94; - 93,83]* *	105,78 [58,64; 149,53]	292,99 [271,96; 309,03]	-16,14 [-21,61; -15,92]	-41,29 [-43,15; -36,73]
	Исхо д Outc ome	бл F	11 (45 .8)	-14,33 [-35,55; 12,30]	49,09 [26,68; 94,31]*	17,19 [- 24,59; 70,78]	62,00 [32,00; 90,95]* *	-5,15 [- 33,10; 6,68]	-12,71 [-49,20; 14,31]
		неб л UF	13 (54 .2)	-110,45 [- 153,00; 12,56]	9,09 [- 93,83; 27,86]*	58,64 [- 33,50; 149,53]	128,64 [82,00; 271,96]	-15,92 [-21,61; -2,93]	-32,47 [-43,15; -17,86]

14	ГСО IC	нет N	44 (81 .5)	-24,49 [-49,71; 38,14]	77,77 [29,48; 120,67]	-13,49 [-41,69; 47,22]	59,55 [12,77; 99,59]*	-6,78 [- 17,84; 10,31]	-19,93 [-32,15; 1,09]
		да Y	10 (18 .5)	-8,12 [- 25,97; 23,65]	33,44 [- 12,15; 81,79]	40,80 [- 13,85; 75,68]	140,74 [65,57; 189,25] *	-13,66 [-30,88; -3,24]	-29,55 [-41,10; -18,64]
	СПОН MOF	нет N	44 (81 .5)	-18,54 [-49,71; 38,14]	80,91 [33,68; 120,67] *	-13,49 [-31,63; 45,90]	62,66 [29,33; 99,59]	-8,17 [- 18,75; 9,57]	-22,46 [-37,56; -6,90]
		да Y	10 (18 .5)	-18,78 [-40,78; 3,48]	11,95 [- 34,55; 72,23]*	40,80 [- 55,64; 177,14]	123,05 [39,33; 189,01]	-2,65 [- 17,45; 8,50]	-12,47 [-30,03; 9,68]
	Исхо д Outc ome	бл F	22 (40 .7)	-22,84 [-48,31; 32,71]	93,33 [47,56; 123,07]	-18,84 [-31,47; 2,52]	53,86 [- 1,08; 113,84]	-10,73 [-18,35; 7,74]	-25,36 [-40,56; -9,74]
		неб л UF	32 (59 .3)	-14,04 [-44,21; 30,60]	45,81 [1,93; 106,20]	11,50 [- 31,95; 98,61]	68,59 [34,00; 145,97]	-3,51 [- 22,42; 9,27]	-20,32 [-33,38; 8,04]

Примечание: Me [Q25%-Q75%]; U критерий Манна-Уитни; *- p <0.05; **- p <0.01; группы сравнения: СПОН (нет; да); ГСО (нет; да); исход травмы (бл-благоприятный; небл-неблагоприятный; летальный-летал).

Note: Me [Q₂₅-Q₇₅]; Mann-Whitney U test, *- p <0,05, **- p <0,01; comparison groups: multiple organ failure (MOF; N-no, Y-yes); Infectious complication (IC; N-no, Y-yes); Outcome (F-favorable outcome, UF-unfavorable outcome, L-lethal outcome); c.u. - conventional units.

РИСУНКИ

Рис. 1 – Динамика основных популяций лимфоцитов периферической крови у детей с тяжелой травмой (ТТ, ISS>16).

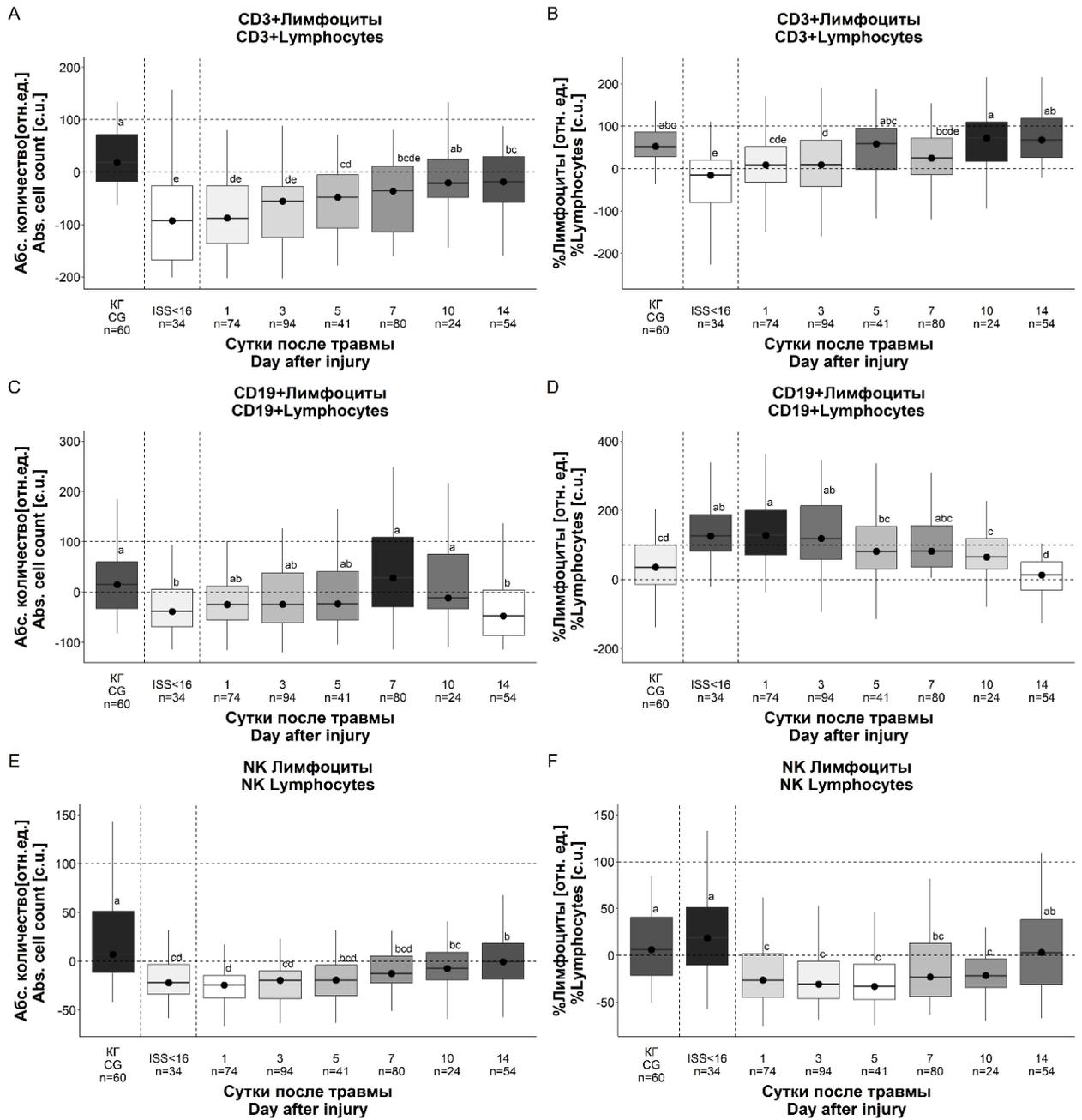
Примечание: Me [Q25%-Q75%] (Min-Max); значимость представлена буквами, соответствующими попарному сравнению с помощью теста Краскала-Уоллиса.

Группы сравнения: контрольная группа (Контроль), легкая травма (ЛТ, ISS≤16).

Fig. 1 – Dynamics of basic peripheral blood lymphocytes population levels in children with injury over time.

Note: Me [Q25%-Q75%] (Min-Max); the significance is represented by letters according to pairwise comparison through the Kruskal-Wallis test.

Comparison groups: control group (Control), mild injury (ISS≤16).



ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ_МЕТАДААННЫЕ

Блок 1. Информация об авторе ответственном за переписку

Закиров Рустам Шакирович (Zakirov R.Sh.) — врач КЛД клинико-диагностической лаборатории ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России, научный сотрудник лаборатории иммунологических, цитохимических и биохимических методов исследования НИИ неотложной детской хирургии и травматологии Департамента здравоохранения города Москвы; Ломоносовский проспект, д. 2/1, г. Москва, 119296, Россия; +79266927097 zakirov.rsh@nczd.ru

Zakirov R.Sh., Clinical Laboratory Physician, Clinical Diagnostic Laboratory, National Medical Research Center for Children's Health, Moscow, Russian Federation; Researcher, *Laboratory of Immunology, Cytochemistry and Biochemistry, Institute of Urgent Children Surgery and Traumatology, Moscow, Russian Federation*

E-mail: biochemik@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3101-0207>

2 bld. 1, Lomonosovsky prospect., Moscow, 119296, Russian Federation.

+79266927097

zakirov.rsh@nczd.ru

Блок 2. Информация об авторах

Петричук Светлана Валентиновна (Petrichuk S.V.) – доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории экспериментальной иммунологии и вирусологии ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России, Москва, Российская Федерация;

Petrichuk S. V., PhD, DM (Biology), Professor, Chief Researcher, Laboratory of Experimental Immunology and Virology, National Medical Research Center for Children's Health, Moscow, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0003-0896-6996>

Карасева Ольга Витальевна (Karaseva O.V.) — доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе, руководитель отдела сочетанной травмы, анестезиологии и реанимации НИИ неотложной детской хирургии и травматологии Департамента здравоохранения города Москвы; Москвы; заведующая отделением неотложной хирургии и травмы у детей, ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Минздрава России, Москва, Российская Федерация;

Karaseva O.V., PhD, DM, Professor, Deputy Director for Research, Chief of Department of Multiple Trauma and Intensive Care Unit, *Institute of Urgent Children Surgery and Traumatology, Moscow, Russian Federation*; Head of the Department of Emergency Surgery and Trauma in Children, National Medical Research Center for Children's Health, Moscow, Russian Federation

Russian Journal of Immunology (Russia)

ISSN 1028-7221 (Print)

ISSN 2782-7291 (Online)

<https://orcid.org/0000-0001-9418-4418>

Блок 3. Метаданные статьи

ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ СУБПОПУЛЯЦИЙ ЛИМФОЦИТОВ В
ПОСТТРАВМАТИЧЕСКОМ ПЕРИОДЕ У ДЕТЕЙ
BASIC LYMPHOCYTES SUBSETS DURING THE POST-TRAUMATIC
PERIOD IN CHILDREN

Сокращенное название статьи для верхнего колонтитула:

ОСНОВНЫЕ СУБПОПУЛЯЦИИ ЛИМФОЦИТОВ ПРИ ТЯЖЕЛОЙ ТРАВМЕ
У ДЕТЕЙ
BASIC LYMPHOCYTES SUBSETS IN CHILDREN WITH TRAUMA

Ключевые слова: дети, тяжелая травма, политравма, субпопуляции, синдром полиорганной недостаточности, прогноз исхода, инфекционные осложнения

Keywords: children, severe injury, polytrauma, lymphocytes subsets, multiple organ failure, outcome prediction, infectious complications

Школа Клинической Иммунологии "Сочи-2025".

Количество страниц текста – 4,

Количество таблиц – 2,

Количество рисунков – 1.

28.04.2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

№ ссылки	Авторы, название публикации и источника, где она опубликована, выходные данные	ФИО, название публикации и источника на английском	Полный интернет-адрес (URL) цитируемой статьи
1	Тимофеев, В. В. Эпидемиологические аспекты политравмы у детей в крупном городе / В. В. Тимофеев, А. В. Бондаренко // Политравма. – 2012. – № 4. – Р. 5-8.	-	https://cyberleninka.ru/article/n/epidemiologicheskie-aspekty-politravmy-u-detey-v-krupnom-gorode
2	Щербина, А. Ю. Иммунология детского возраста: практическое руководство по детским болезням. / А. Ю. Щербина, Е. Д. Пашанов. – Москва : Медпрактика, 2006. – 431 р.		
3	Bima P., Montrucchio G., Caramello V., Rumbolo F., Dutto S., Boasso S., Ferraro A., Brazzi L., Lupia E., Boccuzzi A., Mengozzi G., Morello F., Battista S. Prognostic Value of Mid-Regional Proadrenomedullin Sampled at Presentation and after 72 Hours in Septic Patients Presenting to the Emergency Department: An Observational Two-Center Study. <i>Biomedicines</i> , 2022, Vol. 10, No. 3, P. 719.		doi:10.3390/biomedicines10030719
4	Cahill L.A., Guo F., Nguyen J., Zhang F., Seshadri A., Keegan J., Hauser C.J., Otterbein L.E., Robson S., Shaefi S., Yaffe M.B., Lederer J.A. Circulating Factors in Trauma Plasma Activate Specific Human Immune Cell Subsets. <i>Injury</i> , 2020, Vol. 51, No. 4, P. 819-829.		doi:10.1016/j.injury.2020.03.009

5	Castelli G., Pognani C., Meisner M., Stuani A., Bellomi D., Sgarbi L. Procalcitonin and C-reactive protein during systemic inflammatory response syndrome, sepsis and organ dysfunction. <i>Critical Care</i> , 2004, Vol. 8, No. 4, P. R234.		doi:10.1186/cc2877
6	Gao Y., Duan J., Ji H., Lu W. Levels of S100 calcium binding protein B (S100B), neuron-specific enolase (NSE), and cyclophilin A (CypA) in the serum of patients with severe craniocerebral injury and multiple injuries combined with delirium transferred from the ICU and their prognostic value. <i>Annals of Palliative Medicine</i> , 2021, Vol. 10, No. 3, P. 3371-3378.		doi:10.21037/apm-21-424
7	Karaseva O.V., Roshal L.M. Pediatric Trauma in Earthquakes: General Principles of Care in Pediatric Trauma During Earthquakes. Orthopedic Injuries in Natural Disasters and Mass Casualty Events. – 2016.		-
8	Killien E.Y., Zahlan J.M., Lad H., Watson R.S., Vavilala M.S., Huijsmans R.L.N., Rivara F.P. Epidemiology and outcomes of multiple organ dysfunction syndrome following pediatric trauma. <i>J Trauma Acute Care Surg</i> , 2022, Vol. 93, no. 6, pp. 829-837.	-	https://doi.org/10.1097/TA.00000000000003616
9	Leclerc F., Leteurtre S., Duhamel A., Grandbastien B., Proulx F., Martinot A., Gauvin F., Hubert P., Lacroix J. Cumulative Influence of Organ Dysfunctions and Septic State on Mortality of Critically Ill Children. <i>American</i>	-	doi:10.1164/rccm.200405-630OC

	<i>Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 2005, Vol. 171, No. 4, P. 348-353.</i>		
10	Manson J., Cole E., De' Ath H.D., Vulliamy P., Meier U., Pennington D., Brohi K. Early changes within the lymphocyte population are associated with the development of multiple organ dysfunction syndrome in trauma patients. <i>Crit Care, 2016, Vol. 20, no. 1, pp. 176.</i>		https://doi.org/10.1186/s13054-016-1341-2
11	Manson J., Hoffman R., Chen S., Ramadan M.H., Billiar T.R. Innate-Like Lymphocytes Are Immediate Participants in the Hyper-Acute Immune Response to Trauma and Hemorrhagic Shock. <i>Frontiers in Immunology, 2019, Vol. 10, P. 1501.</i>		doi:10.3389/fimmu.2019.01501
12	Marshall J.C. Measuring organ dysfunction in the intensive care unit: why and how? <i>Can J Anaesth, 2005, Vol. 52, no. 3, pp. 224-230.</i>	-	doi:10.1007/BF03016054
13	Matics T.J., Sanchez-Pinto L.N. Adaptation and Validation of a Pediatric Sequential Organ Failure Assessment Score and Evaluation of the Sepsis-3 Definitions in Critically Ill Children. <i>JAMA Pediatrics, 2017, Vol. 171, No. 10, P. e172352.</i>	-	doi:10.1001/jamapediatrics.2017.2352
14	Mukhametov U., Lyulin S., Borzunov D., Ilyasova T., Gareev I., Sufianov A. Immunologic response in patients with polytrauma. <i>Noncoding RNA Res, 2023, Vol. 8, no. 1, pp. 8-17.</i>		https://doi.org/10.1016/j.ncrna.2022.09.007

15	Proulx F., Gauthier M., Nadeau D., Lacroix J., Farrell C.A. Timing and predictors of death in pediatric patients with multiple organ system failure. <i>Critical Care Medicine</i> , 1994, Vol. 22, No. 6, P. 1025-1031.		doi:10.1097/00003246-199406000-00023
----	--	--	--------------------------------------