

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1812>

# Диагностические критерии для оптимизации тактики лечения детей с травматическими разрывами селезенки

И.А. Пикало, В.В. Подкаменев, О.А. Карабинская, В.А. Новожилов, Л.П. Милюкова

Иркутский государственный медицинский университет, Иркутск, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Актуальность.** В структуре абдоминальной травмы у детей повреждение селезенки занимает ведущее положение. Это часто становится основной индикацией для проведения спленэктомии. Большинство исследователей установили, что последствием аспленизации становится полная утрата иммунологических и гематологических функций органа. Таким образом, сохранение селезенки является мерой первичной профилактики постспленэктомического гипоспленизма и связанных с ним жизнеугрожающих осложнений.

**Цель** — разработать математическую модель методом логистической регрессии для определения совокупных переменных, ассоциируемых с вероятностью хирургического лечения, и определить абсолютно безопасные параметры шокового индекса для консервативного лечения травматических разрывов селезенки у детей.

**Материалы и методы.** Проведено проспективное когортное исследование, в котором анализировали данные 91 пациента с травматическим разрывом селезенки. Консервативное лечение получили 80 (87,9 %) детей, хирургическое — 11 (12,1 %). Возраст пострадавших детей составил 11 (8; 13) лет, мальчиков наблюдалось в 3,3 раза больше (70 против 21). Для оценки вероятности выполнения хирургического лечения проведен анализ категориальных переменных с использованием математической модели методом логистической регрессии.

**Результаты.** Повышенный шоковый индекс ( $\beta = -0,264 \pm 0,083$ ;  $t(86) = -3,191$ ;  $p = 0,002$ ) и необходимость гемотрансфузии ( $\beta = 0,464 \pm 0,089$ ;  $t(86) = 5,218$ ;  $p = 0,001$ ) рассматривали как совокупные факторы, связанные с высокой вероятностью хирургического лечения разрывов селезенки у детей. При совокупности параметров повышенного шокового индекса и гемотрансфузии для хирургического лечения определяется умеренная чувствительность — 85,7 % (95 % ДИ 52,1–99,6;  $p = 0,001$ ) и прогностическая ценность положительного результата — 75 % (95 % ДИ 34,9–96,8). При отсутствии указанных факторов вероятность консервативного лечения детей с разрывами селезенки приближается к 100 % (специфичность 97,5 %; 95 % ДИ 91,1–99,7;  $p = 0,001$ ). При обобщении выявленных параметров площадь под кривой составила  $0,941 \pm 0,026$  (95 % ДИ 0,872–0,980), оценка пригодности модели показала положительную проверку ( $\chi^2 = 32,7$ ;  $p = 0,264$ ). При неоперативном лечении частота выявленных совокупных факторов составила 2,5 % ( $n = 2$ ). Определены абсолютно безопасные параметры шокового индекса для успешного консервативного лечения разрывов селезенки у детей: шоковый индекс Альговера  $<1,1$  — возраст до 6 лет;  $<0,85$  — 7–12 лет,  $<0,83$  — старше 13 лет.

**Заключение.** Исследование показало, что повышенный шоковый индекс и необходимость проведения гемотрансфузии являются совокупными факторами, определяющими высокую вероятность хирургического лечения при травматических разрывах селезенки у детей. При неоперативном лечении частота выявленных совокупных факторов составила 2,5 %, что служит сильным аргументом для обоснования безопасности консервативной терапии.

**Ключевые слова:** абдоминальная хирургия; травма селезенки; консервативное лечение; хирургическое лечение; дети.

## Как цитировать

Пикало И.А., Подкаменев В.В., Карабинская О.А., Новожилов В.А., Милюкова Л.П. Диагностические критерии для оптимизации тактики лечения детей с травматическими разрывами селезенки // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2024. Т. 14, № 3. С. 347–358. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1812>

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1812>

# Diagnostic criteria for optimizing treatment tactics for children with traumatic splenic ruptures

Iliya A. Pikalo, Vladimir V. Podkamenev, Olga A. Karabinskaya,  
Vladimir A. Novozhilov, Lalita P. Milyukova

Irkutsk State Medical University, Irkutsk, Russia

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** Damage to the spleen is the leading cause of abdominal trauma in children. This often becomes the main indication for splenectomy. This article addresses concerns on the safety of conservative treatment of these injuries in children. Most studies have found that asplenization results in the complete loss of the immunological and hematological functions of the spleen. Thus, spleen-preserving surgeries are crucial to prevent post-splenectomy hyposplenism and associated life-threatening complications.

**AIM:** This study aimed to develop a mathematical model using logistic regression to determine aggregate variables associated with the possibility of surgical treatment and identify safe shock index parameters for the conservative treatment of traumatic splenic ruptures in children.

**MATERIALS AND METHODS:** This prospective study included 91 patients with traumatic splenic rupture: 80 (87.9%) children received conservative treatment and 11 (12.1%) underwent surgical treatment. The age of the children was 11 (8; 13) years; there were 3.3 times more boys (70 versus 21). To assess the need for surgical treatment, an analysis of categorical variables was conducted using a mathematical model using logistic regression.

**RESULTS:** Increased shock index ( $\beta = -0.264 \pm 0.083$ ;  $t(86) = -3.191$ ;  $p = 0.002$ ) and the need for blood transfusion ( $\beta = 0.464 \pm 0.089$ ;  $t(86) = 5.218$ ;  $p = 0.001$ ) were cumulative factors associated with a high possibility of surgical treatment of splenic ruptures in children. With the combination of parameters of increased shock index and blood transfusion for surgical treatment, moderate sensitivity was determined at 85.7% (95% CI: 52.1–99.6;  $p = 0.001$ ) and a positive predictive value at 75% (95% CI: 34.9–96.8). In the absence of these factors, the probability of conservative treatment of children with splenic ruptures reached 100% (specificity: 97.5%; 95% CI: 91.1–99.7;  $p = 0.001$ ). When summarizing the identified parameters, the area under the curve was  $0.941 \pm 0.026$  (95% CI: 0.872–0.980), and the assessment of the model's suitability showed a positive test ( $\chi^2 = 32.7$ ;  $p = 0.264$ ). In nonoperative treatment, the frequency of identified cumulative factors was 2.5% ( $n = 2$ ). Safe shock index parameters for successful conservative treatment of splenic ruptures in children have been determined: SIPA  $<1.1$  (age up to 6 years),  $<0.85$  (7–12 years), and  $<0.83$  (over 13 years).

**CONCLUSIONS:** An increased shock index and the need for blood transfusion are combined factors that determine the high probability of surgical treatment for traumatic ruptures of the spleen in children. In nonoperative treatment, the frequency of identified cumulative factors was 2.5%, which indicates a strong argument for justifying the safety of conservative therapy.

**Keywords:** abdominal surgery; spleen injury; nonoperative treatment; surgical treatment; children.

## To cite this article

Pikalo IA, Podkamenev VV, Karabinskaya OA, Novozhilov VA, Milyukova LP. Diagnostic criteria for optimizing treatment tactics for children with traumatic splenic ruptures. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2024;14(3):347–358. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1812>

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1812>

## 断标准用于优化治疗脾脏创伤性撕裂儿童的策略

Iliya A. Pikalo, Vladimir V. Podkamenev, Olga A. Karabinskaya,  
Vladimir A. Novozhilov, Lalita P. Milyukova

Irkutsk State Medical University, Irkutsk, Russia

### 摘要

**现实性。**在儿童腹部创伤中，脾脏损伤占据主要地位。这常常成为进行脾切除术的主要指征。大多数研究者发现，脾切除的后果是完全失去该器官的免疫和血液功能。因此，保护脾脏是预防脾切除后低脾功能及其相关危及生命并发症的首要措施。

**目的。**构建逻辑回归模型，以识别与儿童脾脏创伤手术治疗相关的变量，并确定绝对安全的休克指数参数，用于保守治疗。

**材料和方法。**进行了前瞻性队列研究，分析了91名脾脏创伤患者的数据。其中，80名儿童（占87.9%）接受了保守治疗，11名儿童（占12.1%）接受了手术治疗。受伤儿童的年龄中位数为11岁（范围8至13岁），男孩的比例是女孩的3.3倍（70名对21名）。为了评估接受手术治疗的可能性，使用逻辑回归方法对分类变量进行了分析。

**结果。**研究发现，高休克指数（ $\beta = -0.264 \pm 0.083$ ;  $t(86) = -3.191$ ;  $p = 0.002$ ）和需要输血（ $\beta = 0.464 \pm 0.089$ ;  $t(86) = 5.218$ ;  $p = 0.001$ ）是与儿童脾脏撕裂手术治疗高度相关的综合因素。结合这两个参数时，手术治疗的敏感性为85.7%（95% CI 52.1–99.6;  $p = 0.001$ ），阳性预测值为75%（95% CI 34.9–96.8）。若无上述因素，儿童脾脏撕裂的保守治疗概率接近100%（特异性97.5%; 95% CI 91.1–99.7;  $p = 0.001$ ）。综合分析发现，曲线下面积为 $0.941 \pm 0.026$ （95% CI 0.872–0.980），模型适合性评估显示结果良好（ $\chi^2 = 32.7$ ;  $p = 0.264$ ）。在非手术治疗中，发现的综合因素频率为2.5%（ $n = 2$ ）。确定了成功保守治疗儿童脾脏撕裂的绝对安全休克指数参数：对于6岁以下儿童，休克指数应小于1.1；对于7至12岁儿童，休克指数应小于0.85；对于13岁以上儿童，休克指数应小于0.83。

**结论。**研究表明，高休克指数和需要输血是决定儿童脾脏创伤手术治疗高概率的综合因素。在非手术治疗中，发现的综合因素频率为2.5%，这为保守治疗的安全性提供了有力的支持。

**关键词：**腹部外科；脾脏创伤；保守治疗；手术治疗；儿童。

### 引用本文

Pikalo IA, Podkamenev VV, Karabinskaya OA, Novozhilov VA, Milyukova LP. 断标准用于优化治疗脾脏创伤性撕裂儿童的策略. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2024;14(3):347–358. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1812>

收到: 16.05.2024

接受: 02.08.2024

发布日期: 28.08.2024

## АКТУАЛЬНОСТЬ

В современной медицине вопросы обоснования эффективности и безопасности методов лечения травматических разрывов селезенки у детей остаются актуальными. В структуре повреждений органов брюшной полости у детей частота разрывов селезенки составляет от 30 до 73 % [1–3]. Хирургическое лечение выполняется от 31,8 до 41 % [4, 5]. При этом частота спленэктомий достигает 24,5–58 % [6–8]. Анализ результатов предыдущих исследований, современные тенденции и перспективы развития метода консервативного лечения травматических разрывов селезенки у детей рассматриваются в контексте максимального сохранения функции органа и минимизации осложнений. Большинство исследователей установили, что последствием аспленизации является синдром постспленэктомического гипоспленизма, который сопровождается полной утратой иммунологических и гематологических функций селезенки. Наиболее опасным осложнением после спленэктомии в отдаленном периоде является молниеносный сепсис, с летальностью 38–70 % [9, 10]. Сохранение органа является мерой первичной профилактики постспленэктомического гипоспленизма и связанных с ним жизнеугрожающих осложнений [11]. В связи с этим, одной из задач при травме селезенки у детей является установление совокупных причин безуспешного консервативного лечения.

*Цель* — разработать математическую модель методом логистической регрессии для определения совокупных переменных, ассоциируемых с вероятностью хирургического лечения, и определить абсолютно безопасные параметры шокового индекса для консервативного лечения травматических разрывов селезенки у детей.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведено наблюдательное одноцентровое проспективное исследование в период с марта 2002 г. по декабрь 2022 г. на базе Городской Ивано-Матренинской детской клинической больницы Иркутска.

### Критерии соответствия

Критерии включения в исследование: травматический разрыв селезенки и гемоперитонеум. Критерии невключения в исследование: травма селезенки (внутриорганные гематомы, псевдоаневризма) без гемоперитонеума; установление сопутствующих повреждений органов брюшной полости, которые ассоциируются с кровотечением в полость брюшины.

### Описание медицинского вмешательства

Лечение включало госпитализацию в палату интенсивной терапии и реанимации ( $n = 59$ ) или в хирургическое отделение ( $n = 32$ ). Пациентам назначали постельный режим и ограничение физических нагрузок в течение

3 сут. Осуществлялся лабораторный мониторинг в первые сутки каждые 2–4 ч. Оценивали жизненно важные функции по параметрам артериального давления и частоте пульса. По отношению частоты сердечных сокращений за 1 мин к величине систолического артериального давления рассчитывали шоковый индекс Альговера. В исследовании использовали критерий шокового индекса с поправкой на детский возраст (SIPA). Критерием повышенного шокового индекса являлись значения более 1,22 в возрасте до 6 лет, более 1,0 — от 7 до 12 лет, более 0,9 — у пациентов в возрасте от 13 до 16 лет [12]. При повышенном шоковом индексе дети получали инфузионную терапию кристаллоидными растворами в объеме 20–40 мл/кг; при болюсном введении изотонической жидкости и сохранении гипотензии — гемотрансфузию в объеме 10–15 мл/кг. Переливание компонентов крови также осуществлялось при уровне гемоглобина менее 70 г/л. Для контроля объема гемоперитонеума проводилась абдоминальная эхонография каждые 2 ч в течение 6 ч от момента поступления, затем каждые 6 ч в течение суток и в последующем — 1 раз в день. Алгоритм ведения пациентов представлен на рис. 1.

### Анализ в подгруппах

Пациенты были распределены на две группы: группа 1 ( $n = 80$ ) — с неоперативным лечением; группа 2 ( $n = 11$ ) — с хирургическим лечением.

### Этическая экспертиза

Исследование было одобрено локальным этическим комитетом при ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, протокол № 3 от 15 ноября 2019 г. и проведено с соблюдением требований конфиденциальности персональных данных, этических норм и принципов проведения медицинских исследований с участием человека, изложенных в Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения медицинских исследований с участием человека в качестве субъекта».

### Статистический анализ

Статистическую обработку данных проводили с помощью компьютерных программ Statistica 10.1, MedCalc® statistical software. Выборки данных проверяли на соответствие закону нормального распределения при уровне значимости  $p < 0,05$  (частотная гистограмма, критерий Лиллиефорса). Результаты представлены в виде медианы ( $Me$ ) с указанием первого и третьего квартиля вариационного ряда [ $Q_1$ ;  $Q_3$ ]. Статистическую значимость различий между изучаемыми группами проводили с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни. Сравнение категориальных переменных проводили методом хи-квадрат ( $\chi^2$ ). Для оценки вероятности выполнения оперативного лечения при анализе категориальных

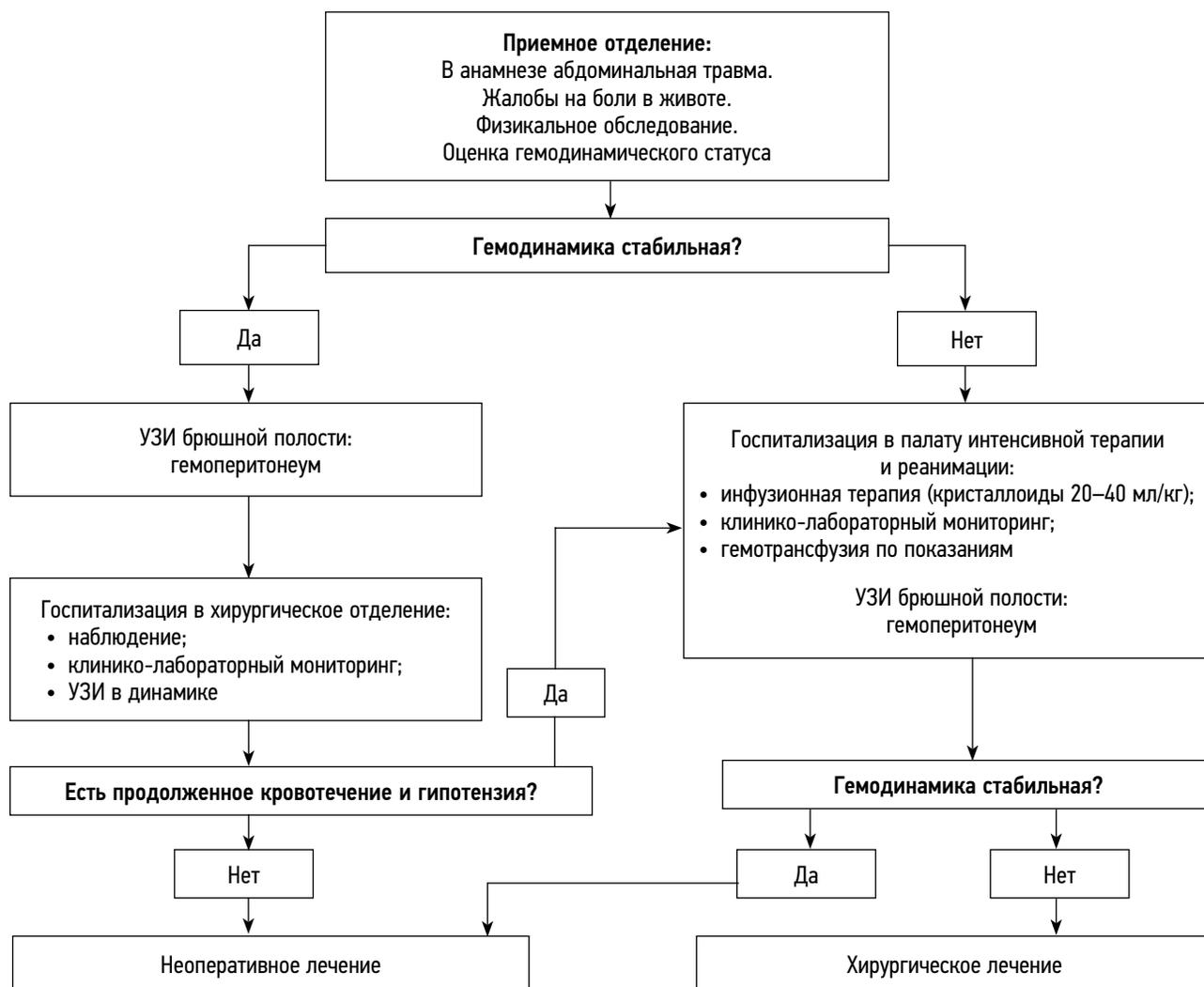


Рис. 1. Алгоритм диагностики и лечения повреждения селезенки у детей  
Fig. 1. Algorithm for diagnosis and treatment of splenic injury in children

переменных использовали математическую модель, построенную методом логистической регрессии. В качестве мер точности параметры полученной модели были обобщены с использованием оценок коэффициента  $\beta$  и корреляции с 95 % доверительным интервалом (95 % ДИ). Прогностическую модель риска представляли графиком с построением кривой рабочих характеристик приемника (ROC-кривая) — зависимости двух величин: чувствительности и специфичности. Рассчитывали соответствующую площадь под кривой (AUC). Проверку пригодности модели проводили с помощью критерия Хосмера–Лемешоу.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### Объекты (участники) исследования

За 20-летний период в клинике наблюдали 91 пациента с травматическими разрывами селезенки в возрасте 11 [8; 13] лет, из них мальчиков в 3,3 раза больше, чем девочек (70 против 21). Консервативное лечение

проведено 87,9 % ( $n = 80$ ) пациентам. Хирургическое лечение получили 12,1 % ( $n = 11$ ) детей, из них 6,6 % ( $n = 6$ ) выполнена спленэктомия, у 2,2 % ( $n = 2$ ) — спленорафия, у 3,3 % ( $n = 3$ ) — лапароскопическая ревизия.

Наиболее частым механизмом травмы является падение 63,7 % ( $n = 58$ ), несколько меньше — дорожно-транспортная травма — 24,2 % ( $n = 22$ ), и удар в живот в качестве причины разрыва селезенки наблюдался только у 12,1 % ( $n = 11$ ) пациентов.

У детей, получивших хирургическое лечение, автодорожная травма и кататравма были доминирующими и составляли 90,9 %. Тогда как у детей при успешном неоперативном лечении лидирующим механизмом травмы было падение с высоты собственного тела — в 45 % случаев ( $p = 0,044$ ). Весенне-летний период стал наиболее распространенным временем года, где частота госпитализаций составила 67 % общей когорты детей с разрывами селезенки.

## Основные результаты исследования

У пациентов в группе с хирургическим лечением статистически значимо ( $p = 0,035$ ) преобладала сочетанная травма (63,6 %) в сравнении с группой неоперативного лечения (31,3 %). При поступлении выявлено, что пациентов с повышенным шоковым индексом в группе оперативного лечения значимо ( $p = 0,001$ ) больше — 63,6 % ( $n = 7$ ), в сравнении с группой неоперативного — 16,25 % ( $n = 13$ ). Гемодинамические показатели также имеют значимые различия: в величинах диастолического артериального давления ( $p = 0,0019$ ), частоте сердечных сокращений ( $p = 0,043$ ) и по шоковому индексу Альговера ( $p = 0,0043$ ) (табл. 1). Однако в характеристиках систолического давления значимых различий не выявлено.

Анализ результатов исследования показал, что увеличение объема гемоперитонеума с момента поступления в группу хирургического лечения установлен у 63,6 % ( $n = 7$ ) пациентов, что значимо ( $p = 0,002$ ) больше, чем

в группе с неоперативным лечением 20 % ( $n = 16$ ). При продолжающемся кровотечении объем гемоперитонеума увеличился с 6,5 % [3,7; 11,8] объема циркулирующей крови (ОЦК) до 12,8 % [8,5; 21,5]. При успешном консервативном лечении только 5 % ( $n = 4$ ) пациентов потребовалось переливание крови, что значимо ( $p = 0,00001$ ) меньше в сравнении с 63,6 % ( $n = 7$ ), получившими оперативное лечение. При этом гемотрансфузия перед хирургическим лечением потребовалась 36,3 % ( $n = 4$ ) детей.

У пациентов с разрывом селезенки для определения совокупности факторов (повышенный шоковый индекс; проведение гемотрансфузии; наличие сочетанных повреждений; продолжающееся кровотечение), влияющих на выбор хирургического лечения, была разработана математическая модель методом логистической регрессии (табл. 2).

Анализ результатов логистической регрессии показал, что повышенный шоковый индекс и необходимость

**Таблица 1.** Показатели гемодинамики при поступлении в клинику,  $Me [Q_1; Q_3]$

**Table 1.** Hemodynamic parameters upon admission to the clinic,  $Me [Q_1; Q_3]$

Параметры	Неоперативное лечение ( $n = 80$ )	Оперативное лечение ( $n = 11$ )	$p$
Систолическое артериальное давление, мм рт. ст.	110 [102,5; 120]	95 [70; 118]	0,068
Диастолическое артериальное давление, мм рт. ст.	70 [62,5; 75]	55 [40; 60]	0,0019
Частота сердечных сокращений, уд/мин	100 [90; 110]	105 [100; 120]	0,043
Шоковый индекс Альговера	0,849 [0,776; 1,02]	1,097 [0,91; 1,57]	0,0043

**Таблица 2.** Результаты логистического регрессионного анализа предикторов хирургического лечения разрывов селезенки у детей ( $n = 91$ )

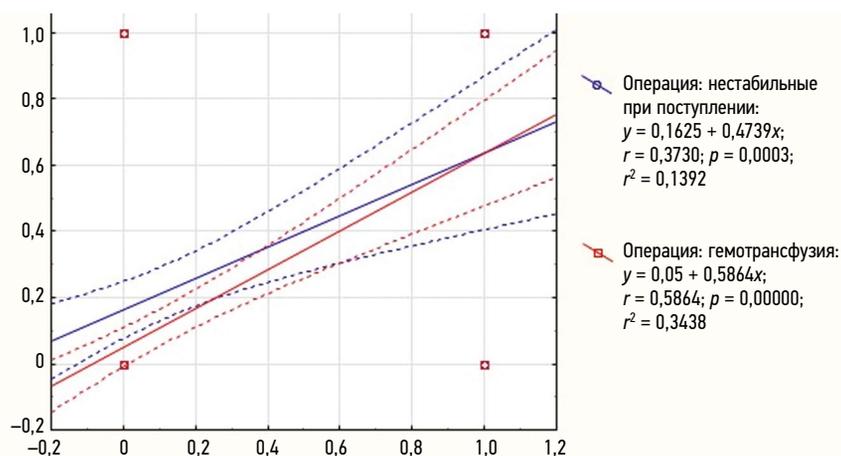
**Table 2.** Results of logistic regression analysis of predictors of surgical treatment of splenic ruptures in children ( $n = 91$ )

Показатель	Коэффициент $\beta$	$t$ ( $n = 86$ )	$r$ (95 % ДИ)	$p$
Повышенный шоковый индекс при поступлении	-0,264 ± 0,083	-3,191	0,373 (0,181–0,538)	0,002
Проведение гемотрансфузии	0,464 ± 0,089	5,218	0,586 (0,433–0,707)	0,001
Наличие сочетанных повреждений	0,092 ± 0,083	1,112	0,221 (0,016–0,408)	0,269
Продолжающееся кровотечение	0,149 ± 0,085	1,750	0,314 (0,115–0,488)	0,084

**Таблица 3.** Прогностическая модель для хирургического лечения при совокупности факторов повышенного шокового индекса и гемотрансфузии

**Table 3.** Prognostic model for surgical treatment with a combination of factors of increased shock index and blood transfusion

Статистика	Значение	95 % ДИ
Чувствительность	85,7 %	52,1–99,6
Специфичность	97,5 %	91,1–99,7
Положительное отношение правдоподобия	33,9	8,3–137,5
Отрицательное отношение правдоподобия	0,15	0,02–0,9
Прогностическая ценность положительного результата	75 %	34,9–96,8
Прогностическая ценность отрицательного результата	98,7 %	93,1–99,9
Точность	96,5 %	90,1–99,3
$p$		0,001



**Рис. 2.** Корреляционный анализ повышенного шокового индекса и гемотрансфузии с оперативным лечением  
**Fig. 2.** Correlation analysis between increased shock index and blood transfusion with surgical treatment

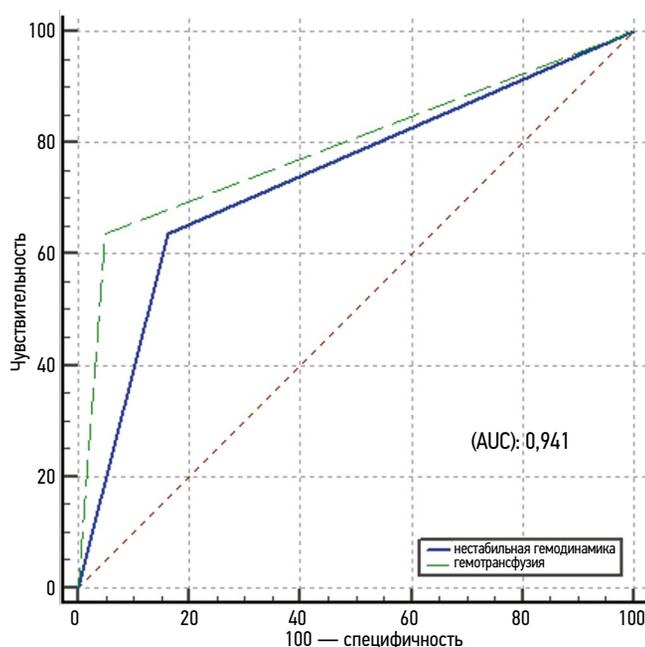
гемотрансфузии оказались совокупными факторами, связанными с высокой вероятностью оперативного лечения разрывов селезенки у детей. Статистически значимая ассоциация повышенного шокового индекса и гемотрансфузии с оперативным лечением представлена на рис. 2.

Для оценки прогноза с учетом выявленных факторов был проведен диагностический тест (табл. 3).

Результаты диагностического теста установили, что при совокупности повышенного шокового индекса и гемотрансфузии в качестве предикторов хирургического лечения имеется умеренная чувствительность — 85,7 % (95 % ДИ 52,1–99,6;  $p = 0,001$ ) и прогностическая ценность положительного результата 75 % (95 % ДИ 34,9–96,8). Тогда как при отсутствии указанных факторов вероятность

консервативного лечения детей с разрывами селезенки приближается к 100 % (специфичность — 97,5 %; 95 % ДИ 91,1–99,7;  $p = 0,001$ ). Оценка общей прочности модели для хирургического лечения разрывов селезенки представлена ROC-кривой на рис. 3.

Оценка пригодности модели показала положительную проверку ( $\chi^2 = 32,7$ ;  $p = 0,264$ ). В табл. 4 представлена прогностическая ценность ROC-кривой по совокупности факторов повышенного шокового индекса и гемотрансфузии. Установлено, что для параметров повышенного шокового индекса и гемотрансфузии модель работает хорошо (AUC 0,6–0,8). На основании анализа обобщения выявленных параметров AUC составила  $0,941 \pm 0,026$  (95 % ДИ 0,872–0,98), что указывает на превосходное качество модели.



**Рис. 3.** Кривая рабочих характеристик по совокупности факторов повышенного шокового индекса и гемотрансфузии  
**Fig. 3.** Operating characteristic curve for a combination of factors of increased shock index and blood transfusion

**Таблица 4.** Прогностическая ценность ROC-кривой факторов повышенного шокового индекса и гемотрансфузии**Table 4.** Prognostic value of the ROC curve for factors of increased shock index and blood transfusion

Параметры	AUC	95 % ДИ
Повышенный шоковый индекс	0,737 ± 0,079	0,634–0,824
Гемотрансфузия	0,793 ± 0,077	0,695–0,871
Совокупность факторов	0,941 ± 0,026	0,872–0,980

**Таблица 5.** Безопасные параметры гемодинамики для консервативного лечения травмы селезенки у детей в разных возрастных группах, *Me [Q<sub>1</sub>; Q<sub>3</sub>]***Table 5.** Safe hemodynamic parameters for conservative treatment of splenic injury in children in different age groups, *Me [Q<sub>1</sub>; Q<sub>3</sub>]*

Параметр	Возраст		
	<6	7–12 лет	>13 лет
Систолическое артериальное давление, мм рт. ст.	109 [101; 110]	115 [110; 120]	115,5 [105; 125,5]
Диастолическое артериальное давление, мм рт. ст.	65 [61,5; 70]	70 [68; 80]	66,5 [60; 75]
Частота сердечных сокращений, уд/мин	109,5 [99; 111]	94 [90; 100]	85,5 [79; 89,5]
Шоковый индекс Альговера	1,01 [0,98; 1,1]	0,82 [0,76; 0,85]	0,77 [0,66; 0,83]

При неоперативном лечении 80 пациентов частота выявленных совокупных факторов (гипотензия и переливание компонентов крови) составила 2,5 % ( $n = 2$ ). Так, у первого пациента при поступлении объем гемоперитонеума по данным УЗИ брюшной полости составил 300 мл, что соответствовало I степени кровопотери (7 % ОЦК; 4,9 мл/кг), гемоглобин 157 г/л, шоковый индекс 0,76. В процессе динамического наблюдения в течение 2 сут объем гемоперитонеума увеличился до 820 мл, кровопотеря составила 19 % ОЦК или 13,3 мл/кг (II степень), шоковый индекс 1,4, отмечалось снижение гемоглобина до 77 г/л, что потребовало гемотрансфузии в объеме 250 мл. У второго ребенка при поступлении объем гемоперитонеума при эхосонаграфии составил 150 мл (7,1 % ОЦК; 5 мл/кг; I степень), гемоглобин 123 г/л, шоковый индекс 0,83. При динамическом наблюдении в течение 12 ч объем гемоперитонеума увеличился до 500 мл, кровопотеря 23,8 % ОЦК или 16,7 мл/кг (II степень), отмечалось повышение шокового индекса до 1,5, снижение гемоглобина до 78 г/л, в связи с чем проведена гемотрансфузия в объеме 300 мл.

Для определения абсолютно безопасных параметров шокового индекса у детей в группе консервативного лечения в разных возрастных периодах проведена стратификация (табл. 5). Пациенты с повышенным шоковым индексом стали исключением. Из 67 пациентов со стабильными параметрами гемодинамики 8 (11,95 %) детей были в возрасте до 6 лет, 36 (53,75 %) — 7–12 лет, и 23 (34,3 %) подростка — старше 13 лет.

Таким образом, полученные данные позволяют утверждать, что параметры, основанные на значениях ниже третьего квартиля шокового индекса, представленные как шоковый индекс Альговера <1,1 до 6 лет, <0,85

в возрасте 7–12 лет и <0,83 старше 13 лет, являются надежными критериями для определения консервативной тактики лечения детей при травме селезенки. При значениях выше этих показателей шокового индекса пациенты госпитализируются в палату интенсивной терапии, где проводится инфузионная терапия и клиничко-лабораторный мониторинг.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Травматические разрывы селезенки у детей остаются серьезным клиническим вызовом из-за высокого риска осложнений. Среди детских хирургов существует единая точка зрения о возможности неоперативного лечения разрывов селезенки у детей, которое осуществимо в 75–97,2 % случаев [13–17].

В нашем исследовании при проведении логистического регрессионного анализа выявлено, что повышенный шоковый индекс и потребность в гемотрансфузии являются совокупными факторами, связанными с высокой вероятностью хирургического лечения разрывов селезенки у детей. Так, по международным рекомендациям только сохраняющаяся гипотензия на фоне массивной гемотрансфузии (более 40 мл/кг) может быть показанием для лапаротомии при разрывах селезенки у детей [18]. Однако страх хирургов перед развитием гиповолемии при гемоперитонеуме не всегда оправдан и является главной причиной для хирургического лечения разрывов селезенки у детей. Сопоставляя полученные данные с имеющимися публикациями, следует отметить, что многие авторы указывают на безуспешность консервативной терапии при травме селезенки у детей на фоне сохраняющейся гипотензии и проведения гемотрансфузии.

Так, в многоцентровом проспективном исследовании пациентам при нестабильной гемодинамике в 10 % случаев потребовалась гемотрансфузия (109 из 1112), а при нормальных показателях шокового индекса переливание крови проводилось только в 1,9 % случаев (47 из 2449;  $p < 0,001$ ). При логистическом регрессионном анализе повышенный SIPA был значимо связан с переливанием крови (ОШ 8,2; 95 % ДИ 5,8–11,5;  $p < 0,001$ ). Авторы указывают, что в 49 % (81 из 164) случаев при нестабильной гемодинамике и гемотрансфузии консервативное лечение было безуспешным [19].

В исследовании N. Shahi и соавт. [20] выявлены совокупные критерии с высокой корреляцией для прогнозирования безуспешного консервативного лечения. К ним относятся нестабильная гемодинамика ( $r = 0,53$ ), гемотрансфузия в первые 4 ч ( $r = 0,68$ ), интубация трахеи ( $r = 0,48$ ) и угнетение сознания ( $r = 0,47$ ) [20].

По данным J. Stevens и соавт. [21], из 477 детей с внутрибрюшинным кровотечением 19,9 % потребовалось переливание крови, а в 6,7 % случаев неоперативное лечение оказалось безуспешным. Для прогнозирования вероятности гемотрансфузии и оперативного лечения авторы анализировали три фактора: ацидоз (дефицит оснований BE  $\leq -8,8$  ммоль/л), коагулопатию (международное нормализованное отношение  $\geq 1,5$ ), нестабильную гемодинамику (повышенный SIPA). Два параметра и более в совокупности были лучшими предикторами необходимости переливания крови (AUC 0,81; чувствительность 96 %) и неудачи консервативного лечения (AUC 0,72; чувствительность 97 %) [21].

Оценка прогноза гемотрансфузии в зависимости от гемодинамики показала, что вероятность переливания крови превышала 50 % при значениях SIPA 1,2 и выше. Вероятность переливания крови составила 100 % для всех детей с SIPA 1,7. Отношение шансов составило 1,67 (95 % ДИ 1,5–1,9) для каждого увеличения SIPA на 0,1 единицы ( $p < 0,001$ ), что свидетельствует об увеличении вероятности гемотрансфузии в 1,7 раза при возрастании нормативных показателей гемодинамики на каждую 0,1 единицу SIPA. При показателях SIPA 2,3 (для детей 1–6 лет), 1,7 (7–12 лет) и 1,8 (13–17 лет) вероятность оперативного лечения увеличивалась на 66,7, 50 и 60 % соответственно [22].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

До настоящего времени сохраняется высокая частота необоснованных лапаротомий и спленэктомий. Наше исследование, построенное на математической модели методом логистической регрессии, показало, что повышенный шоковый индекс и необходимость проведения гемотрансфузии являются совокупными факторами, определяющими высокую вероятность хирургического лечения при травматических разрывах селезенки у детей.

Однако при неоперативном лечении частота выявленных совокупных факторов составила 2,5 %, что служит сильным аргументом для обоснования безопасности консервативной терапии.

Таким образом, для снижения частоты лапаротомий при разрывах селезенки у детей необходимо придерживаться рекомендаций, при которых хирургическое лечение показано только при сохраняющейся гипотензии на фоне гемотрансфузии. Это исследование представляет собой важный шаг к снижению частоты лапаротомий и спленэктомий, способствуя повышению эффективности лечения этого типа травм. Дальнейшие исследования и практический опыт могут помочь уточнить и дополнить данные, способствуя улучшению процедур лечения и увеличению безопасности медицинской практики в данной области.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией. Личный вклад каждого автора: И.А. Пикало — обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, курация пациентов, составление научной базы данных и ее анализ, написание текста статьи; В.В. Подкаменев — курация, разработка гипотезы и дизайна исследования, редактирование статьи; О.А. Карабинская — сбор и анализ литературных источников, составление научной базы данных и ее анализ; В.А. Новожилов, Л.П. Милюкова — курация пациентов, составление научной базы данных и ее анализ.

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования и подготовке публикации.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с проведенным исследованием и публикацией настоящей статьи.

## ADDITIONAL INFO

**Authors' contribution.** Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study. Personal contribution of each author: I.A. Pikalo — designed the study, wrote the manuscript; V.V. Podkamenev — oversaw the project; O.A. Karabinskaya — forming of a scientific database and its analysis; V.A. Novozhilov, L.P. Milyukova — patient supervision, forming of a scientific database and its analysis.

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабич И.И., Пшеничный А.А., Аванесов М.С. и др. Особенности лечения черепно-мозговой травмы при сочетанном повреждении паренхиматозных органов у детей // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: естественные и технические науки. 2021. № 5–2. С. 103–107. EDN: MXNNWR doi: 10.37882/2223-2966.2021.05-2.04
2. Notrica D.M., Sussman B.L., Sayrs L.W., et al. Early vasopressor administration in pediatric blunt liver and spleen injury: An ATOMAC+ study // *J Pediatr Surg.* 2021. Vol. 56, N 3. P. 500–505. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2020.07.007
3. Fletcher K.L., Meagher M., Spencer B.L., et al. Routine repeat imaging of pediatric blunt solid organ injuries is not necessary // *Am Surg.* 2023. Vol. 89, N 4. P. 691–698. doi: 10.1177/00031348211038587
4. Румянцева Г.Н., Казаков А.Н., Волков С.И. и др. К вопросу о современном подходе к диагностике и лечению травм селезенки у детей // Неотложная медицинская помощь. Журнал им. Н.В. Склифосовского. 2021. Том 10, № 1. С. 168–173. EDN: FPSVDA doi: 10.23934/2223-9022-2021-10-1-168-173
5. Conradie B., Kong V., Cheung C., et al. Retrospective cohort study of paediatric splenic injuries at a major adult trauma centre in South Africa identifies areas of success and improvement // *ANZ J Surg.* 2021. Vol. 91, N 6. P. 1091–1097. doi: 10.1111/ans.16748
6. Розенфельд И.И., Чиликина Д.Л., Варпетян А.М., Кахлерова Т.А. Современные взгляды на диагностику и тактику лечения детей с повреждениями селезенки // Российский медицинский журнал. 2021. Том 27, № 5. С. 501–516. EDN: IVZOGN doi: 10.17816/0869-2106-2021-27-5-501-516
7. Горелик А.Л., Карасева О.В., Тимофеева А.В., и др. Медико-эпидемиологические аспекты травмы селезенки у детей в мегаполисе // Детская хирургия. 2022. Том 26, № 3. С. 142–149. EDN: SNURKE doi: 10.55308/1560-9510-2022-26-3-142-149
8. Adams S.E., Holland A., Brown J. A comparison of the management of blunt splenic injury in children and young people — A New South Wales, population-based, retrospective study // *Injury.* 2018. Vol. 49, N 1. P. 42–50. doi: 10.1016/j.injury.2017.08.023
9. Chong J., Jones P., Spelman D., et al. Overwhelming post-splenectomy sepsis in patients with asplenia and hyposplenia: a retrospective cohort study // *Epidemiol Infect.* 2017. Vol. 145, N 2. P. 397–400. doi: 10.1017/S0950268816002405
10. Madenci A.L., Armstrong L.B., Kwon N.K., et al. Incidence and risk factors for sepsis after childhood splenectomy // *J Pediatr Surg.* 2019. Vol. 54, N 7. P. 1445–1448. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2018.06.024
11. Siu M., Levin D., Christiansen R., et al. Prophylactic splenectomy and hyposplenism in spaceflight // *Aerosp Med Hum Perform.* 2022. Vol. 93, N 12. P. 877–881. doi: 10.3357/AMHP.6079.2022
12. Acker S.N., Ross J.T., Partrick D.A., et al. Pediatric specific shock index accurately identifies severely injured children // *J Pediatr Surg.* 2015. Vol. 50, N 2. P. 331–334. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2014.08.009
13. Knight M., Kuo Y.-H., Ahmed N. Risk factors associated with splenectomy following a blunt splenic injury in pediatric patients // *Pediatr Surg Int.* 2020. Vol. 36, N 12. P. 1459–1464. doi: 10.1007/s00383-020-04750-9
14. Teuben M., Spijkerman R., Teuber H., et al. Splenic injury severity, not admission hemodynamics, predicts need for surgery in pediatric blunt splenic trauma // *Patient Saf Surg.* 2020. Vol. 14. P. 1. doi: 10.1186/s13037-019-0218-0
15. Grootenhaar M., Lamers D., Ulzen K.K., et al. The management and outcome of paediatric splenic injuries in the Netherlands // *World J Emerg Surg.* 2021. Vol. 16, N 1. P. 8. doi: 10.1186/s13017-021-00353-4
16. Shinn K., Gilyard S., Chahine A., et al. Contemporary management of pediatric blunt splenic trauma: a national trauma databank analysis // *J Vasc Interv Radiol.* 2021. Vol. 32, N 5. P. 692–702. doi: 10.1016/j.jvir.2020.11.024
17. Chaudhari P.P., Rodean J., Spurrier R.G., et al. Epidemiology and management of abdominal injuries in children // *Acad Emerg Med.* 2022. Vol. 29, N 8. P. 944–953. doi: 10.1111/acem.14497
18. Notrica D.M., Eubanks 3rd J.W., Tuggle D.W., et al. Non-operative management of blunt liver and spleen injury in children: Evaluation of the ATOMAC guideline using GRADE // *J Trauma Acute Care Surg.* 2015. Vol. 79, N 4. P. 683–693. doi: 10.1097/TA.0000000000000808
19. Phillips R., Meier M., Shahi N., et al. Elevated pediatric age-adjusted shock-index (SIPA) in blunt solid organ injuries // *J Pediatr Surg.* 2021. Vol. 56, N 2. P. 401–404. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2020.10.022
20. Shahi N., Shahi A.K., Phillips R., et al. Decision-making in pediatric blunt solid organ injury: A deep learning approach to predict massive transfusion, need for operative management, and mortality risk // *J Pediatr Surg.* 2021. Vol. 56, N 2. P. 379–384. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2020.10.021
21. Stevens J., Phillips R., Meier M., et al. Novel tool (BIS) heralds the need for blood transfusion and/or failure of non-operative management in pediatric blunt liver and spleen injuries // *J Pediatr Surg.* 2022. Vol. 57, N 9. P. 202–207. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2021.09.043
22. Reppucci M.L., Stevens J., Cooper E., et al. Discreet values of shock index pediatric age-adjusted (SIPA) to predict intervention in children with blunt organ injuries // *J Surg Res.* 2022. Vol. 279. P. 17–24. doi: 10.1016/j.jss.2022.05.006

## REFERENCES

1. Babich II, Pshenichny AA, Avanesov MS, et al. Peculiarities of treatment of craniocerebral injury for combined damage to parenchymal organs in children. *Modern Science: actual problems of theory and practice. A series Natural and Technical Sciences.* 2021;(5–2):103–107. doi: 10.37882/2223-2966.2021.05-2.04
2. Notrica DM, Sussman BL, Sayrs LW, et al. Early vasopressor administration in pediatric blunt liver and spleen injury: An ATOMAC+ study. *J Pediatr Surg.* 2021;56(3):500–505. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2020.07.007
3. Fletcher KL, Meagher M, Spencer BL, et al. Routine repeat imaging of pediatric blunt solid organ injuries is not necessary. *Am Surg.* 2023;89(4):691–698. doi: 10.1177/00031348211038587
4. Romyantseva GN, Kazakov AN, Volkov SI, et al. More on the modern approach to diagnostics and treatment of

- spleen trauma in children. *Russian Sklifosovsky Journal of Emergency Medical Care*. 2021;10(1):168–173. EDN: FPSVDA doi: 10.23934/2223-9022-2021-10-1-168-173
5. Conradie B, Kong V, Cheung C, et al. Retrospective cohort study of paediatric splenic injuries at a major adult trauma centre in South Africa identifies areas of success and improvement. *ANZ J Surg*. 2021;91(6):1091–1097. doi: 10.1111/ans.16748.
6. Rozenfeld II, Chilikina DL, Varpetyan AM, Kakhlerova TA. Current views on the diagnosis and treatment of spleen injuries in children. *Russian medicine*. 2021;27(5):501–516. EDN: IVZOGN doi: 10.17816/0869-2106-2021-27-5-501-516
7. Gorelik AL, Karaseva OV, Timofeeva AV, et al. Medical and epidemiological aspects of splenic injury in children in a metropolis. *Pediatric surgery*. 2022;26(3):142–149. EDN: SNURKE doi: 10.55308/1560-9510-2022-26-3-142-149
8. Adams SE, Holland A, Brown J. A comparison of the management of blunt splenic injury in children and young people — A New South Wales, population-based, retrospective study. *Injury*. 2018;49(1):42–50. doi: 10.1016/j.injury.2017.08.023
9. Chong J, Jones P, Spelman D, et al. Overwhelming post-splenectomy sepsis in patients with asplenia and hyposplenia: a retrospective cohort study. *Epidemiol Infect*. 2017;145(2):397–400. doi: 10.1017/S0950268816002405
10. Madenci A.L., Armstrong L.B., Kwon N.K., et al. Incidence and risk factors for sepsis after childhood splenectomy. *J Pediatr Surg*. 2019;54(7):1445–1448. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2018.06.024
11. Siu M, Levin D, Christiansen R, et al. Prophylactic splenectomy and hyposplenism in spaceflight. *Aerosp Med Hum Perform*. 2022;93(12):877–881. doi: 10.3357/AMHP.6079.2022
12. Acker SN, Ross JT, Partrick DA, et al. Pediatric specific shock index accurately identifies severely injured children. *J Pediatr Surg*. 2015;50(2):331–334. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2014.08.009.
13. Knight M., Kuo Y-H., Ahmed N. Risk factors associated with splenectomy following a blunt splenic injury in pediatric patients. *Pediatr Surg Int*. 2020;36(12):1459–1464. doi: 10.1007/s00383-020-04750-9
14. Teuben M, Spijkerman R, Teuber H, et al. Splenic injury severity, not admission hemodynamics, predicts need for surgery in pediatric blunt splenic trauma. *Patient Saf Surg*. 2020;14:1. doi: 10.1186/s13037-019-0218-0
15. Grootenhaar M, Lamers D, Ulzen KK, et al. The management and outcome of paediatric splenic injuries in the Netherlands. *World J Emerg Surg*. 2021;16(1):8. doi: 10.1186/s13017-021-00353-4
16. Shinn K., Gilyard S., Chahine A., et al. Contemporary management of pediatric blunt splenic trauma: a national trauma databank analysis. *J Vasc Interv Radiol*. 2021;32(5):692–702. doi: 10.1016/j.jvir.2020.11.024
17. Chaudhari PP, Rodean J, Spurrier RG, et al. Epidemiology and management of abdominal injuries in children. *Acad Emerg Med*. 2022;29(8):944–953. doi: 10.1111/acem.14497
18. Notrica DM, Eubanks 3rd JW, Tuggle DW, et al. Nonoperative management of blunt liver and spleen injury in children: Evaluation of the ATOMAC guideline using GRADE. *J Trauma Acute Care Surg*. 2015;79(4):683–693. doi: 10.1097/TA.0000000000000808
19. Phillips R, Meier M, Shahi N, et al. Elevated pediatric age-adjusted shock-index (SIPA) in blunt solid organ injuries. *J Pediatr Surg*. 2021;56(2):401–404. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2020.10.022
20. Shahi N, Shahi AK, Phillips R, et al. Decision-making in pediatric blunt solid organ injury: A deep learning approach to predict massive transfusion, need for operative management, and mortality risk. *J Pediatr Surg*. 2021;56(2):379–384. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2020.10.021
21. Stevens J, Phillips R, Meier M, et al. Novel tool (BIS) heralds the need for blood transfusion and/or failure of non-operative management in pediatric blunt liver and spleen injuries. *J Pediatr Surg*. 2022;57(9):202–207. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2021.09.043
22. Reppucci ML, Stevens J, Cooper E, et al. Discreet values of shock index pediatric age-adjusted (SIPA) to predict intervention in children with blunt organ injuries. *J Surg Res*. 2022;279:17–24. doi: 10.1016/j.jss.2022.05.006

## ОБ АВТОРАХ

**\*Илья Андреевич Пикало**, канд. мед. наук;  
адрес: Россия, 664003, Иркутск, ул. Красного Восстания, д. 1;  
ORCID: 0000-0002-2494-2735; eLibrary SPIN: 4885-4209;  
e-mail: pikalodoc@mail.ru

**Владимир Владимирович Подкаменев**, д-р мед. наук, профессор; ORCID: 0000-0003-0885-0563; eLibrary SPIN: 7722-5010;  
e-mail: vpodkamenev@mail.ru

**Ольга Арнольдовна Карабинская**, канд. мед. наук;  
ORCID: 0000-0002-0080-1292; eLibrary SPIN: 1511-3402;  
e-mail: fastmail164@gmail.com

## AUTHORS' INFO

**\*Ilia A. Pikalo**, MD, Cand. Sci. (Medicine);  
address: 1 Krasnogo Vosstaniya st., 664003, Irkutsk, Russia;  
ORCID: 0000-0002-2494-2735; eLibrary SPIN: 4885-4209;  
e-mail: pikalodoc@mail.ru

**Vladimir V. Podkamenev**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;  
ORCID: 0000-0003-0885-0563; eLibrary SPIN: 7722-5010;  
e-mail: vpodkamenev@mail.ru

**Olga A. Karabinskaya**, MD, Cand. Sci. (Medicine);  
ORCID: 0000-0002-0080-1292; eLibrary SPIN: 1511-3402;  
e-mail: fastmail164@gmail.com

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

**Владимир Александрович Новожилов**, д-р мед. наук, профессор; ORCID: 0000-0002-9309-6691; eLibrary SPIN: 5633-5491; e-mail: novozilov@mail.ru

**Лалита Павловна Милюкова**, канд. мед. наук; ORCID: 0000-0002-4481-6824; eLibrary SPIN: 6901-2748; e-mail: imdkb@imdkb.ru

**Vladimir A. Novozhilov**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor; ORCID: 0000-0002-9309-6691; eLibrary SPIN: 5633-5491; e-mail: novozilov@mail.ru

**Lalita P. Milyukova**, MD, Cand. Sci. (Medicine); ORCID: 0000-0002-4481-6824; eLibrary SPIN: 6901-2748; e-mail: imdkb@imdkb.ru