



Этиопатогенетические основы развития травматического шока. Особенности клинических проявлений. Основы терапии в условиях ОРИТ

Александр Петрович МАРЧЕНКО^{1,2} ,

Ксения Александровна ПАВЛОВА^{1,2} 

¹ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»,
Институт медицины и здоровьесбережения

392000, Российская Федерация, г. Тамбов, ул. Интернациональная, 33

²ТОГБУЗ «Городская клиническая больница г. Котова»

393190, Российская Федерация, Тамбовская область, г. Котовск, ул. Пионерская, 24

✉ sashamarchen@mail.ru

Аннотация. Шок представляет собой синдром, характеризующийся нарушением гемодинамики, гемореологии, гипоксии и метаболизма. В развитии травматического шока играют важную роль интенсивность повреждающего воздействия, временные интервалы и недостаточность тканевой перфузии. Лечение данного состояния требует комплексного подхода с использованием интенсивной терапии, а его практическое применение достаточно сложно для анестезиологов-реаниматологов. *Цель.* Изучить факторы и процессы, приводящие к развитию травматического шока, проанализировать закономерность возникновения клинических симптомов, оценить современные методы лечения травматического шока на разных этапах его возникновения. *Материалы и методы.* В рамках исследования был проведен анализ академических публикаций с ключевыми словами: «шок», «травма», «травматический шок», «нарушение гемодинамики» и «кровопотеря», за период с 2000 по 2023 г. Для этой цели были использованы онлайн-ресурсы eLibrary и PubMed. В результате обзора литературы были проанализированы работы, посвященные современным подходам в лечении травматического шока. *Результаты.* В ходе исследования были рассмотрены актуальные методы лечения травматического шока. Оценены современные методы интенсивной терапии. *Заключение.* Лечение пациентов с травматическим шоком основывается на поддержании дыхания, стабилизации работы сердечно-сосудистой системы и увеличении содержания кислорода артериальной крови. Современные методы контроля дыхательной недостаточности помогают быстро оценить проблемы с дыханием и выбрать подходящий метод коррекции. Восполнение объема циркулирующей крови направлено на восстановление внутрисосудистого давления, а также восполнения нормального газового состава артериальной крови. Начатое вовремя лечение позволит достигнуть благоприятного прогноза у пациентов с данным состоянием.

Ключевые слова: шок; шоковые состояния; гиповолемический шок; травматический шок; инфузионная терапия; интенсивная терапия; острая кровопотеря; массивная кровопотеря; гемодинамические нарушения

Для цитирования: Марченко А.П., Павлова К.А. Этиопатогенетические основы развития травматического шока. Особенности клинических проявлений. Основы терапии в условиях ОРИТ. Тамбовский медицинский журнал. 2024;6(3):21-32. DOI [10.20310/2782-5019-2024-6-3-21-32](https://doi.org/10.20310/2782-5019-2024-6-3-21-32)

Etiopathogenetic basis for development of traumatic shock. Features of clinical manifestations. Basics of therapy in intensive care unit

Alexander P. MARCHENKO^{1,2} , Kseniya A. PAVLOVA^{1,2} 

¹Derzhavin Tambov State University, Institute of Medicine and Health Protection
33 Internatsionalnaya St., Tambov 392000, Russian Federation

²Kotovsk City Clinical Hospital
24 Pionerskaya St., Kotovsk 393190, Tambov Region, Russian Federation

✉ sashamarchen@mail.ru

Abstract. Shock is a syndrome characterized by impaired hemodynamics, hemorrheology, hypoxia and metabolism. In the development of traumatic shock, the intensity of the damaging effect, time intervals and insufficiency of tissue perfusion play an important role. Treatment of this condition requires an integrated approach using intensive therapy, and its practical application is quite difficult for anesthesiologists-resuscitators. *Purpose.* Study the factors and processes leading to the development of traumatic shock, analyze the pattern of clinical symptoms, evaluate modern methods of treating traumatic shock at different stages of its occurrence. *Materials and methods.* The research analyzed academic publications using the keywords “shock”, “trauma”, “traumatic shock”, “hemodynamic impairment” and “blood loss” for the years 2000 to 2023. For this purpose, we used the online resources eLibrary and PubMed. As a result of the literature review, we analyzed works on modern approaches in the treatment of traumatic shock. *Results.* The research looked at topical treatments for traumatic shock. We evaluated current methods of intensive care. *Conclusion.* Treatment of patients with traumatic shock bases on maintaining respiration, stabilizing the cardiovascular system and increasing the oxygen content of arterial blood. Modern methods for controlling respiratory failure help to quickly assess breathing problems and choose the appropriate method of correction. Replenishment of circulating blood volume aims at restoring intravascular pressure, as well as replenishing the normal gas composition of arterial blood. The treatment started on time will allow achieving a favorable prognosis in patients with this condition.

Keywords: shock; shock states; hypovolemic shock; traumatic shock; infusion therapy; intensive care; acute blood loss; massive blood loss; hemodynamic impairment

For citation: Marchenko A.P., Pavlova K.A. Etiopathogenetic basis for development of traumatic shock. Features of clinical manifestations. Basics of therapy in intensive care unit conditions. *Tambov Medical Journal*. 2024;6(3):21-32. (In Russian). DOI [10.20310/2782-5019-2024-6-3-21-32](https://doi.org/10.20310/2782-5019-2024-6-3-21-32)

ВВЕДЕНИЕ

Шок – это экстремальное состояние, ведущее за собой серьезные нарушения в

организме. Возникает в результате действия сильного и продолжительного фактора, характеризуется комплексом нарушений, затрагивающих в первую очередь

сердечно сосудистую и нервную систему. Шок – это системное состояние, проявляющееся в результате действия сильного этиологического раздражающего фактора и не являющееся самостоятельным диагнозом, симптомом или синдромом. В основе любого шока лежит правило четырех «Г» (гипотензия, гипоперфузия, гипотермия, гипоксия) [1].

Патогенетически шок возникает в результате недостаточной перфузии тканей, которая возникает на фоне несоответствия между объемом циркулирующей крови и вместимостью сосудистого русла, а также причиной может являться критическое снижение функции сердца, вызванного интра- или экстракардиальными причинами [2]. *Цель* – изучить факторы и процессы, приводящие к развитию травматического шока, проанализировать закономерность возникновения клинических симптомов, оценить современные методы лечения травматического шока на разных этапах его возникновения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В рамках исследования был проведен анализ академических публикаций с ключевыми словами: «шок», «травма», «травматический шок», «нарушение гемодинамики» и «кровопотеря» за период с 2000 по 2023 г. Для этой цели были использованы онлайн-ресурсы eLibrary и PubMed. В результате обзора литературы были проанализированы работы, посвященные современным подходам в лечении травматического шока.

РЕЗУЛЬТАТЫ

На основе современных теорий этиопатогенеза шоковые состояния можно распределить на следующие группы в зависимости от нарушений механизмов кровообращения:

1) гиповолемический шок (травматический шок, ожоговый шок, геморрагический шок, дегидратационный шок);

2) кардиогенный шок (истинный кардиогенный, кардиогенный шок, вызванный экстракардиальной патологией);

3) распределительный шок (септический, нейрогенный, адреналовый, анафилактический шок);

4) обструктивный шок [3, с. 375-376; 4, с. 9-10].

Кровотечение, возникающее из-за травм мягких тканей, костно-суставной системы, полых органов, является основой развития травматического шока, патогенетической основой которого является гиповолемия [5]. В развитии патологического процесса лежат механизмы, приводящие к неукротимому снижению объема циркулирующей крови. На начальном этапе нарушений организм способен компенсировать нарушения, далее резервные силы заканчиваются, происходит декомпенсация, развиваются необратимые изменения. Сначала страдает покровная система (кожа), мышечная система (скелетная мускулатура), затем мочевыделительная система (почки), дыхательная система (легкие), пищеварительная система (печень), сердечно-сосудистая система (сердце) и центральная нервная система (головной мозг) [6].

В развитии травматического шока одну из главных ролей играет «боль». Она участвует в инициировании нейро-эндокринных изменений, сначала активируя, а затем истощая гипоталамо-надпочечниковую. В ответ на данные патофизиологические изменения организм усиленно секретирует гормоны: катехоламины, глюкагон. Существенно нарушается равновесие водно-электролитного обмена. На поздних стадиях развития шока гормональные нарушения претерпевают тироксин, соматотропный гормон, стероиды [7].

Патогенез травматического шока.

Прогрессирование травматического шока обеспечивается декомпенсацией организма, сопровождающейся истощением «защитных» механизмов. Образуется «порочный круг», приводящий к развитию гипоксии, активации перекисного окисления липидов, эритроцитарному стазу. Происходят процессы нарушения кровообращения на уровне микроцитарного и макроцитарного русла [8; 9].

Гипертравматизация возбуждает работу гипоталамо-гипофизарной системы, от которой активизируются основные системы функциональной регуляции организма – нервная и эндокринная. Важное значение оказывает стимуляция симпатико-адреналовой системы, приводящая к развитию катехоламинемии. Повышение концентрации катехоламинов в крови вызывает вазоконстрикцию, психомоторное возбуждение, активацию метаболизма. Вслед за гипоперфузией тканей стимулируется повышенная выработка ренина почками, превращающая ангиотензин I в ангиотензин II, который усугубляет артериолоспазм [7; 10].

В результате глобальных повреждений мягких тканей и костей происходит массовое поступление продуктов распада (цитоллиза) в сосудистое русло. Происходит отравление организма (токсемия) на фоне повышения токсинов в крови. Это приводит к нарушению функции почек или синдрому жировой эмболии. Чаще всего данная клиника проявляется у пациентов с тяжелыми сочетанными травмами и встречается с частотой до 30 % [11].

Травматический шок встречается при тяжелых сочетанных повреждениях мягких тканей и костно-суставной системы. В течение травматического шока клиницисты выделяют 2 фазы: эриктильную и торпидную.

Первая фаза – эриктильная. Клинически обнаружить и наблюдать за проявле-

ниями больного врач чаще всего не может, так как данная фаза очень короткая и пациент поступает в стационар, минуя ее. Продолжается эриктильная фаза от нескольких минут до нескольких часов. При проведении физикального осмотра пациента можно наблюдать следующие изменения: сознание больного сохранено, отмечается беспокойство, двигательное и речевое возбуждение. Самокритичность нарушена. Кожные и видимые слизистые бледные. Размер зрачков нормальный, фотореакция на свет сохранена. Артериальное давление не нарушено, отмечается склонность к тахикардии.

Вторая фаза шока – торпидная фаза, характеризуется декомпенсацией всех процессов в организме. Принято классифицировать торпидную фазу шока на четыре степени тяжести.

Шок легкий (I степени) возникает в результате единичных травм, переломов. Общее состояние пострадавшего удовлетворительное, он в сознании, контактен, ориентирован в окружающей среде, но может быть несколько заторможен. Клинические проявления включают умеренную бледность кожных покровов, нормальную или несколько пониженную температуру тела, сохраненную фотореакцию зрачка на свет, тахикардию, артериальное давление приблизительно около 100 мм рт. ст., равномерное или частое дыхание, сохраненные рефлексы. Кровопотеря при открытых повреждениях составляет 300–400 мл. Оказанная помощь в виде обезболивания и иммобилизации области перелома улучшает прогноз пострадавшего.

Шок средней (II степени) – в основе данного состояния лежит наличие сохраненного сознания у пациента. Речь внятная, но голос тихий. Кожные покровы бледные, липкие, холодные. Фотореакция зрачка на свет вялая. Пульс учащенный, но слабого наполнения, тахикардия 100–

120 ударов в минуту. Систолическое артериальное давление опускается до показаний 80 мм рт. ст. Объем кровопотери приблизительно оценивается в 1000–1500 мл. На данном этапе шок требует немедленной медицинской помощи.

Тяжелый шок (III степень) возникает в результате массивной кровопотери (1500–2000 мл). Пациент находится в сознании, но контакт с ним затруднен, ориентация в окружающем утрачена. Зрачки сужены, реакция на свет слабая. Кожные покровы имеют бледно-серый оттенок, прохладные на ощупь. Пульс слабого наполнения, прощупывается только на крупных сосудах. Тоны сердца приглушены, верхнее давление 70 мм рт. ст. Дыхание периодическое по типу Чейна–Стокса. На фоне длительного сниженного систолического артериального давления происходит острая задержка мочи, а также серьезные нарушения обмена веществ, что еще больше усугубляет гипоксию. В итоге развиваются тяжелые морфологические и функциональные изменения в организме.

Шок крайне тяжелый (IV степень) – изменения в центральной нервной системе и по всему организму носят необратимый характер. Проведение противошоковых мероприятий обычно протекают без эффекта [12; 13].

Первые три степени шока характеризуются обратимыми изменениями в клетках, требующими активных мер для восстановления пострадавшего. Оценка объема кровопотери по степеням шока позволяет быстро определить необходимость медицинской помощи в условиях катастроф, когда нет времени на подробные расчеты. Объем кровопотери при травматическом шоке напрямую зависит от степени шока: первая степени шока – 0,9 литра, вторая степень – 1,7 литра, третья степень – 2 литра, а при четвертой степен – 3,5 литра [14].

Факторы, играющие важную роль в диагностике шоковых состояний, включают в себя воздействие травматического фактора, компенсаторные возможности организма, а также качество и квалификацию оказываемой медицинской помощи [12–14].

Для оценки риска травмы, степени тяжести шока, его фаз развития, эффективности медицинских воздействий и составления прогноза используются многофакторные шкалы, которые можно разделить на две основные категории:

1) шкалы оценки тяжести повреждений;

2) шкалы оценки тяжести состояния и построения прогноза [15].

Обе шкалы оцениваются в баллах, где 1 балл равен 50 мл кровопотери.

Массивная кровопотеря приводит к снижению артериального давления, что вызывает гипоксию тканей из-за недостаточного содержания кислорода в артериальной крови. Это также уменьшает кислородопередающую способность крови, нарушает микроциркуляцию, в результате этого доставка кислорода к тканям затрудняется. Кроме того, кровопотеря приводит к дефициту свертывающих факторов, что может вызвать диссеминированное внутрисосудистое свертывание крови с последующим быстрым разрушением тромбов и формированием острой нарушенной свертываемости крови, что только усугубляет кровотечение [16–18].

Множественные повреждения костей таза, а также сопутствующие травмы мягких тканей приводят к возбуждению и активации клеток иммунной системы, которые в ответ на раздражение продуцируют как провоспалительные, так и противовоспалительные цитокины. Данный процесс приведет к выраженному дисбалансу иммунной реакции, что существенно скажется на развитии, а также тяжести системного воспалительного от-

вета. В результате этого наступит нарушение функций органов-мишеней и повлечет за собой многопрофильную органную недостаточность [19–20].

Оценка тяжести шока – до недавнего времени одним из ключевых вопросов диагностики и лечения шока являлась

классификация, построенная на оценке систолического давления и индекса Альговера. Опираясь на данную методику, можно определить степень тяжести шока по ключевым показателям: соотношение частоты сердечных сокращений к систолическому артериальному давлению.

Таблица 1

Прогноз тяжести травматического шока при сочетанной травме

Table 1

Prognosis of traumatic shock severity in concomitant trauma

Вид повреждения Damage type	Объем кровопотери, мл Blood loss volume, ml	Количество баллов Number of points
Переломы таза / Pelvic fractures		
Тип А / Type A	500	10
Тип В / Type B	1500	30
Тип С. Перелом вертлужной впадины Type C. Acetabular fracture	2500	50
Закрытые переломы / Closed fractures		
Кисть, предплечье, стопа Hand, forearm, foot	750	15
Плечо / Shoulder	1500	30
Бедро / Hip	2000	40
Ребро / Rib	250	5
Грудина / Breast	1500	30
Позвонок / Vertebra	2000	40
Открытые переломы, раны / Open fractures, wounds		
Перелом сегмента / Segment fracture	+500	10
Грудная клетка / Thorax		
Пневмоторакс / Pneumothorax	500	10
Гемоторакс: / Hemothorax:		
– малый / small	500	10
– средний / medium	1500	30
– большой / large	2500	50
Повреждение внутренних органов / Damage to internal organs		
Полый орган / Hollow organ	500	10
Паренхиматозный орган Parenchymatous organ	2500	50
Прогноз тяжести травматического шока / Prognosis of traumatic shock severity		
Благоприятный (средней степени тяжести) Favorable (moderate)	1000	менее 20 less 20
Сомнительный (тяжелый) Questionable (severe)	1000–2500	21–50
Неблагоприятный (крайне тяжелый) Unfavorable (extremely severe)	2500–5000	51–100

Примечание. Составлено по [21].

Note. Compiled according to [21].

Таблица 2

Основные критерии оценки тяжести травматического шока и величины кровопотери
 Table 2
Main criteria for assessing the severity of traumatic shock and the magnitude of blood loss

Степень шока Degree of shock	Систолическое артериальное давление, мм рт. ст. Systolic arterial pressure, mm Hg	Индекс Алговера Algover Index	Сознание Consciousness	Объем кровопотери, % от объема циркулирующей крови Blood loss volume, % of circulating blood volume
I	менее 90 less 90	0,7–0,8	сохранено kept	10
II	70–90	0,8–1,2	сохранено kept	20
III	50–70	более 1,2 more than 1.2	сопор sopor	30

Примечание. Классификация степени тяжести травматического шока по Keith 1919 г.
Note. Keith 1919 classification of traumatic shock severity.

Шок IV степени (терминальное состояние):

- предагония (систолическое давление > 50 мм рт. ст., дыхание поверхностное, сознания нет);
- агония (давление не определяется; дыхание редкое, судорожное с участием вспомогательной мускулатуры);
- клиническая смерть (остановка сердца и дыхания, арефлексия) [22, с. 41].

Лечение травматического шока. Медицинская помощь при травматическом шоке является задачей, которая требует участия мультидисциплинарной бригады врачей, состоящей из: врача анестезиолога-реаниматолога, хирурга, нейрохирурга, травматолога [23].

Главными задачами в лечении травматического шока являются меры, направленные на предотвращение нарушения кардиогемодинамики и восстановление оптимального кислородного статуса организма, обезболивание [24–25]. Продолжительная и стойкая гипоксия играет немалую роль в возникновении посттравматических осложнений. Ранняя коррекция гипоксических и гемодинамических нарушений позволяет снизить число летальных случаев [26].

Лечение травматического шока начинается с проведения обезболивающих мероприятий. Используются препараты наркотического ряда (опиоидная группа).

1. Морфин 1 % 2–3 мл (используется с осторожностью у пациентов с низким систолическим артериальным давлением – меньше 70 мм рт. ст., выраженной дыхательной недостаточностью) [27, с. 16].

2. Фентанил 0,005 % 2 мл или фентанил 0,005 % 2 мл + диазепам 0,5 % 2 мл.

3. Трамадол 5 % 1–2 мл [28, с. 19].

Одновременно на этапе обезболивания необходимо оценить степень дыхательной недостаточности [29]. При дыхательной недостаточности II–III степени необходим перевод пациента на искусственную вентиляцию легких (ИВЛ). ИВЛ помимо основных очевидных эффектов также обладает непосредственным влиянием на гемодинамику [30]. Происходит увеличение давления в грудной полости, в результате этого уменьшается сердечный выброс и венозный возврат к правым отделам сердца, это позволяет уменьшить прогнозируемую потерю объема циркулирующей крови [31].

Восстановление объема циркулирующей крови является одним из неотъемлемых направлений в лечении травматического шока. При травматическом шоке необходима массивная инфузионно-трансфузионная терапия, с этой целью производят катетеризацию как периферической, так и центральной вены (внутренняя яремная, подключичная, бедренная) [32]. Наиболее раннее применение препаратов кристаллоидных и коллоидных растворов приводит к успеху при оказании медицинской помощи при травматическом шоке [33].

При лечении критических состояний и шока следует обеспечить значительный объем и увеличенную скорость введения инфузируемой жидкости. Важно понимать, что капельные инфузии в подобных ситуациях очень малоэффективны. Необходимый объем жидкости для введения должен значительно превышать дефицит объема циркулирующей крови в 2–3 раза, так как восполнение дефицита внутрисосудистой жидкости должно учитывать также потерю воды тканями. Необходимо учитывать при проведении инфузии, что гипоксия сопровождается миграцией воды из тканей в кровеносное русло [34, с. 14-15].

Для наиболее раннего достижения положительной гемодинамики целесообразно использование инфузионных сред, содержащих в своем составе ионы натрия, это физиологические раствор, сбалансированные полиионные препараты (раствор Рингера, лактасоль, дисоль, хлосоль), а также растворы, обладающие полностью сбалансированными буферными свойствами (стерофундин, плазмолузол), данные препараты помогают стабилизировать показатели гемодинамики [35].

«Коллоиды как средства, обладающие высокой осмотической активностью, подразделяются на синтетические: гидроксипропилкрахмалы (волювен, ломол, рефортан), декстраны (реополиглюкан,

полиглюкан), производные желатина (желатиноль, гелофузин) и естественные: СЗП и альбумин». Синтетические препараты применяют в небольших объемах так как они имеют высокий волемический коэффициент, их количество не должно превышать более 1000 мл, иначе возможно развитие нежелательных побочных эффектов в виде усиления обезвоживания клеток организма, а препараты, относящиеся к группе декстранов, способны вызвать некроз канальцев почек. Необходимым, но не основным в лечении травматического шока является процесс гемотрансфузии, который основывается на переливании крови или эритроцитарной массы. По возможности рекомендуют использовать реинфузию аутокрови или эритроцитарную массу малых сроков хранения. Количество потерянной крови играет важную роль в определении объема гемотрансфузии: при потере крови в 1000 мл – доля гемотрансфузии 10–30 %, при 2000 мл – 50–70 %, свыше 2000 мл – 100 % [36].

ВЫВОДЫ

Лечение пациентов с травматическим шоком основывается на поддержании дыхания, стабилизации работы сердечно-сосудистой системы и увеличении содержания кислорода артериальной крови. Современные методы контроля дыхательной недостаточности помогают быстро оценить проблемы с дыханием и выбрать подходящий метод коррекции. Восполнение объема циркулирующей крови направлено на восстановление внутрисосудистого давления, а также восполнения нормального газового состава артериальной крови. Начатое вовремя лечение позволит достигнуть благоприятного прогноза у пациентов с данным состоянием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мороз В.В., Рыжков И.А. Острая кровопотеря: регионарный кровоток и микроциркуляция (обзор, часть I). Общая реаниматология. 2016;12 (2):66-89. DOI [10.15360/1813-9779-2016-2-56-65](https://doi.org/10.15360/1813-9779-2016-2-56-65); EDN: [XWVLP](https://www.edn.ru/XWVLP)
2. Михневич К.Г., Курсов С.В. Острая недостаточность кровообращения. Шок. Медицина неотложных состояний. 2014;(56):13-28. EDN: [SBODUX](https://www.edn.ru/SBODUX)
3. Сумин С.А., Долгина И.И. Анестезиология, реаниматология, интенсивная терапия. М.; 2015.
4. Кулагин А.Е. Шок: патогенез, классификация, принципы неотложной терапии у детей. Мн.; 2017.
5. Lier H., Bernhard M., Hossfeld B. Hypovolämisch-hämorrhagischer Schock. Anaesthesist. 2018;67 (3):225-244. DOI [10.1007/s00101-018-0411-z](https://doi.org/10.1007/s00101-018-0411-z)
6. Klein A.A., Arnold P., Bingham R.M. et al. AAGBI guidelines: the use of blood components and their alternatives 2016. Anaesthesia. 2016;71(7):829-842. DOI [10.1111/anae.13489](https://doi.org/10.1111/anae.13489)
7. Caldwell N.W., Suresh M., Garcia-Choudary T., Van Fosson C.A. CE: trauma-related hemorrhagic shock: a clinical review. Am. J. Nurs. 2020;120(9):36-43. DOI [10.1097/01.NAJ.0000697640.04470.21](https://doi.org/10.1097/01.NAJ.0000697640.04470.21)
8. Guven G., Hilty M.P., Ince C. Microcirculation: physiology, pathophysiology, and clinical application. Blood Purif. 2020;49(1-2):143-150. DOI [10.1159/000503775](https://doi.org/10.1159/000503775)
9. Ince C., Mik E.G. Microcirculatory and mitochondrial hypoxia in sepsis, shock, and resuscitation. J. Appl. Physiol. (1985). 2016;120(2):226-235. DOI [10.1152/jappphysiol.00298.2015](https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00298.2015)
10. Зильбер А.П. Клиническая физиология в анестезиологии и реаниматологии. М.: МЕДпресс-информ; 2023. 541 с.
11. Harrois A., Libert N., Duranteau J. Acute kidney injury patients. Curr. Opin. Crit. Care. 2017;23(6):447-456. DOI [10.1097/MCC.0000000000000463](https://doi.org/10.1097/MCC.0000000000000463)
12. Von Rüden C., Bühren V., Perl M. Polytraumamanagement – Behandlung des Schwerverletzten in Schockraum und OP. Z. Orthop. Unfall. 2017;155(5):603-622. DOI [10.1055/s-0042-124275](https://doi.org/10.1055/s-0042-124275)
13. Suresh M.R., Chung K.K., Schiller A.M. et al. Unmasking the hypovolemic shock continuum: the compensatory reserve. J. Intensive Care Med. 2019;34(9):696-706. DOI [10.1177/0885066618790537](https://doi.org/10.1177/0885066618790537)
14. Wong T.H., Krishnaswamy G., Nadkarni N.V. et al. Combining the new injury severity score with an anatomical polytrauma injury variable predicts mortality better than the new injury severity score and the injury severity score: a retrospective cohort study. Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med. 2016;24:25. DOI [10.1186/s13049-016-0215-6](https://doi.org/10.1186/s13049-016-0215-6)
15. Osler T., Baker S.P., Long W. A modification of the injury severity score that both improves accuracy and simplifies scoring. J. Trauma. 1997;43(6):922-925; discussion 925-926. DOI [10.1097/00005373-199712000-00009](https://doi.org/10.1097/00005373-199712000-00009)
16. Борозда И.В., Ганжуров Н.А., Николаев Р.В. Кровопотеря при переломах таза. Амурский медицинский журнал. 2019;(26):50-56. DOI [10.22448/AMJ.2019.2.50-60](https://doi.org/10.22448/AMJ.2019.2.50-60); EDN: [HZANAO](https://www.edn.ru/HZANAO)
17. Кривенко С.Н., Шпаченко Н.Н., Золотухин С.Е. и др. Патогенез травматической болезни при сочетанной травме опорно-двигательного аппарата (обзор литературы). Вестник неотложной и восстановительной хирургии. 2021;(2):91-105. EDN: [IAADUR](https://www.edn.ru/IAADUR)
18. Остапченко Д.А., Гутников А.И., Давыдова Л.А. Современные подходы к терапии травматического шока (обзор). Общая реаниматология. 2021;(4):65-76. DOI [10.15360/1813-9779-2021-4-65-76](https://doi.org/10.15360/1813-9779-2021-4-65-76); EDN: [TMTTOZ](https://www.edn.ru/TMTTOZ)
19. Volpin G., Pfeifer R., Saveski J. et al. Damage control orthopaedics in polytraumatized patients-current concepts. J. Clin. Orthop. Trauma. 2021 Jan;12(1):72-82. DOI [10.1016/j.jcot.2020.10.018](https://doi.org/10.1016/j.jcot.2020.10.018)
20. Агаджанян В.В. Организация медицинской помощи при множественной и сочетанной травме (политравме). Клинические рекомендации (протокол лечения) (проект). Политравма. 2015;(4):6-18. EDN: [VDEXMV](https://www.edn.ru/VDEXMV)

21. Шапкин Ю.Г., Селивёрстов П.А., Скрипаль Е.А. Феномен «второго удара» после операций остеосинтеза при политравме. Российский медицинский журнал. 2017;(6):331-336. DOI [10.18821/0869-2106-2017-23-6-331-336](https://doi.org/10.18821/0869-2106-2017-23-6-331-336); EDN: [YLZRGR](https://www.edn.ru/ylzrgr)
22. Мусалатов Х.А. Хирургия катастроф. М.: Медицина; 1998.
23. Donaubauer B., Fakler J., Gries A. et al. Interdisziplinäres Traumamanagement: Update 3 Jahre nach Implementierung der S3-Leitlinie Polytrauma/Schwererletzten-Behandlung. *Anaesthesist*. 2014;63:852-864. DOI [10.1007/s00101-014-2375-y](https://doi.org/10.1007/s00101-014-2375-y)
24. Bogdanovski D.A., DiFazio L.T., Bogdanovski A.K. et al. Hypoxia-inducible-factor-1 in trauma and critical care. *J. Crit. Care*. 2017;42:207-212. DOI [10.1016/j.jcrc.2017.07.029](https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2017.07.029)
25. Schlömmner C., Meier J. Inflammatory response in trauma patients: are there ways to decrease the inflammatory reaction? *Curr. Opin. Anaesthesiol*. 2020;33(2):253-258. DOI [10.1097/ACO.0000000000000842](https://doi.org/10.1097/ACO.0000000000000842)
26. Hussmann B., Lendemann S. Pre-hospital and early in-hospital management of severe injuries: changes and trends. *Injury*. 2014 Oct;45 Suppl 3:S39-42. DOI [10.1016/j.injury.2014.08.016](https://doi.org/10.1016/j.injury.2014.08.016)
27. Поляков В.А. Избранные лекции по травматологии. М.: Медицина; 1980.
28. Шевченко В.И. Алгоритмы оказания скорой медицинской помощи вне медицинской организации. СПб.; 2018.
29. Kovacs G., Sowers N. Airway Management in Trauma. *Emerg. Med. Clin. North Am*. 2018;36(1):61-84. DOI [10.1016/j.emc.2017.08.006](https://doi.org/10.1016/j.emc.2017.08.006)
30. Grüber M.R., Wigger O., Berger D., Blöchliger S. Basic concepts of heart-lung interactions during mechanical ventilation. *Swiss Med. Wkly*. 2017;147:w14491. DOI [10.4414/sm.w.2017.14491](https://doi.org/10.4414/sm.w.2017.14491)
31. Richards J.B., Wilcox S.R. Diagnosis and management of shock in the emergency department. *Emerg. Med. Pract*. 2014;16(3):1-22.
32. Kalkwarf K.J., Cotton B.A. Resuscitation for hypovolemic shock. *Surg. Clin. North Am*. 2017;97(6):1307.
33. Стуканов М.М., Мамонтов В.В., Гириш А.О., Юдакова Т.Н. Сопряженность инфузионной терапии и тяжести состояния больных с травматическим шоком. *Политравма*. 2011;(46):41-46. EDN: [OKRRKB](https://www.edn.ru/okrrkb)
34. Скворцов В.В., Тумаренко А.В. Актуальные вопросы неотложной медицинской помощи в терапии. СПб.: СпецЛит; 2015.
35. Шестопалов А.Е., Пасько В.Г. Объемзамещающая терапия острой кровопотери у пострадавших с тяжелой сочетанной травмой. *Трудный пациент*. 2005;(4):17-23. EDN: [ODEFPD](https://www.edn.ru/odefpd)
36. Барышев Б.А. Кровезаменители компоненты крови. СПб.; 2010. 201 с.

REFERENCES

1. Moroz V.V., Ryzhkov I.A. Acute blood loss: regional blood flow and microcirculation (review, part I). *General Reanimatology*. 2016;12 (2):66-89. (In Russian). DOI [10.15360/1813-9779-2016-2-56-65](https://doi.org/10.15360/1813-9779-2016-2-56-65)
2. Mihnevich K.G., Kursov S.V. Acute circulatory failure. *Shock. Meditsina neotlozhnykh sostoyaniy*. 2014;(56):13-28. (In Russian).
3. Sumin S.A., Dolgina I.I. *Anesthesiology, Reanimatology, Intensive Care*. Moscow; 2015. (In Russian).
4. Kulagin A.E. *Shock: Pathogenesis, Classification, Principles of Emergency Therapy in Children*. Minsk; 2017. (In Russian).
5. Lier H., Bernhard M., Hossfeld B. Hypovolämisch-hämorrhagischer Schock. *Anaesthesist*. 2018;67 (3):225-244. DOI [10.1007/s00101-018-0411-z](https://doi.org/10.1007/s00101-018-0411-z)
6. Klein A.A., Arnold P., Bingham R.M. et al. AAGBI guidelines: the use of blood components and their alternatives 2016. *Anaesthesia*. 2016;71(7):829-842. DOI [10.1111/anae.13489](https://doi.org/10.1111/anae.13489)
7. Caldwell N.W., Suresh M., Garcia-Choudary T., Van Fosson C.A. CE: trauma-related hemorrhagic shock: a clinical review. *Am. J. Nurs*. 2020;120(9):36-43. DOI [10.1097/01.NAJ.0000697640.04470.21](https://doi.org/10.1097/01.NAJ.0000697640.04470.21)

8. Guven G., Hilty M.P., Ince C. Microcirculation: physiology, pathophysiology, and clinical application. *Blood Purif.* 2020;49(1-2):143-150. DOI [10.1159/000503775](https://doi.org/10.1159/000503775)
9. Ince C., Mik E.G. Microcirculatory and mitochondrial hypoxia in sepsis, shock, and resuscitation. *J. Appl. Physiol.* (1985). 2016;120(2):226-235. DOI [10.1152/japplphysiol.00298.2015](https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00298.2015)
10. Zilber A.P. Clinical Physiology in Anesthesiology and Intensive Care. Moscow, MEDpress-inform Publ.; 2023, 541 p. (In Russian).
11. Harrois A., Libert N., Duranteau J. Acute kidney injury patients. *Curr. Opin. Crit. Care.* 2017;23(6):447-456. DOI [10.1097/MCC.0000000000000463](https://doi.org/10.1097/MCC.0000000000000463)
12. Von Rüden C., Bühren V., Perl M. Polytraumamanagement – Behandlung des Schwerverletzten in Schockraum und OP. *Z. Orthop. Unfall.* 2017;155(5):603-622. DOI [10.1055/s-0042-124275](https://doi.org/10.1055/s-0042-124275)
13. Suresh M.R., Chung K.K., Schiller A.M. et al. Unmasking the hypovolemic shock continuum: the compensatory reserve. *J. Intensive Care Med.* 2019;34(9):696-706. DOI [10.1177/0885066618790537](https://doi.org/10.1177/0885066618790537)
14. Wong T.H., Krishnaswamy G., Nadkarni N.V. et al. Combining the new injury severity score with an anatomical polytrauma injury variable predicts mortality better than the new injury severity score and the injury severity score: a retrospective cohort study. *Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med.* 2016;24:25. DOI [10.1186/s13049-016-0215-6](https://doi.org/10.1186/s13049-016-0215-6)
15. Osler T., Baker S.P., Long W. A modification of the injury severity score that both improves accuracy and simplifies scoring. *J. Trauma.* 1997;43(6):922-925; discussion 925-926. DOI [10.1097/00005373-199712000-00009](https://doi.org/10.1097/00005373-199712000-00009)
16. Borozda I.V., Ganzhurov N.A., Nikolaev R.V. Blood loss in pelvic fractures. *Amurskiy meditsinskiy zhurnal.* 2019;(26):50-56. (In Russian). DOI [10.22448/AMJ.2019.2.50-60](https://doi.org/10.22448/AMJ.2019.2.50-60)
17. Krivenko S.N., Shpachenko N.N., Zolotukhin S.E. et al. Pathogenesis of traumatic disease in combined trauma of the musculoskeletal system. (literature review). *Bulletin of Urgent and Recovery Surgery.* 2021;(2):91-105. (In Russian).
18. Ostapchenko D.A., Gutnikov A.I., Davydova L.A. Current approaches to the treatment of traumatic shock (review). *General Reanimatology.* 2021;(4):65-76. (In Russian). DOI [10.15360/1813-9779-2021-4-65-76](https://doi.org/10.15360/1813-9779-2021-4-65-76)
19. Volpin G., Pfeifer R., Saveski J. et al. Damage control orthopaedics in polytraumatized patients-current concepts. *J. Clin. Orthop. Trauma.* 2021 Jan;12(1):72-82. DOI [10.1016/j.jcot.2020.10.018](https://doi.org/10.1016/j.jcot.2020.10.018)
20. Agadzhanian V.V. Arrangement of medical assistance for multiple and associated injuries (polytrauma). the clinical recommendations (the treatment protocol) (the project). *Polytrauma.* 2015;(4):6-18. (In Russian).
21. Shapkin Yu.G., Seliverstov P.A., Skripal E.A. The phenomenon of “second hit” after operations of osteosynthesis in case of poly-trauma. *Russian Medicine.* 2017;(6):331-336. (In Russian). DOI [10.18821/0869-2106-2017-23-6-331-336](https://doi.org/10.18821/0869-2106-2017-23-6-331-336)
22. Musalatov Kh.A. Surgery of catastrophes. Moscow, Meditsina Publ.; 1998. (In Russian).
23. Donaubauer B., Fakler J., Gries A. et al. Interdisziplinäres Traumamanagement: Update 3 Jahre nach Implementierung der S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung. *Anaesthesist.* 2014;63:852-864. (In German). DOI [10.1007/s00101-014-2375-y](https://doi.org/10.1007/s00101-014-2375-y)
24. Bogdanovski D.A., DiFazio L.T., Bogdanovski A.K. et al. Hypoxia-inducible-factor-1 in trauma and critical care. *J. Crit. Care.* 2017;42:207-212. DOI [10.1016/j.jcrc.2017.07.029](https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2017.07.029)
25. Schlömmner C., Meier J. Inflammatory response in trauma patients: are there ways to decrease the inflammatory reaction? *Curr. Opin. Anaesthesiol.* 2020;33(2):253-258. DOI [10.1097/ACO.0000000000000842](https://doi.org/10.1097/ACO.0000000000000842)
26. Hussmann B., Lendemann S. Pre-hospital and early in-hospital management of severe injuries: changes and trends. *Injury.* 2014 Oct;45 Suppl 3:S39-42. DOI [10.1016/j.injury.2014.08.016](https://doi.org/10.1016/j.injury.2014.08.016)
27. Polyakov V.A. Selected Lectures on Traumatology. Moscow, Meditsina Publ.; 1980. (In Russian).
28. Shevchenko V.I. Algorithms for Providing Emergency Medical Care Outside a Medical Organization. St. Petersburg; 2018. (In Russian).

29. Kovacs G., Sowers N. Airway Management in Trauma. *Emerg. Med. Clin. North Am.* 2018;36(1):61-84. DOI [10.1016/j.emc.2017.08.006](https://doi.org/10.1016/j.emc.2017.08.006)
30. Grüber M.R., Wigger O., Berger D., Blöchliger S. Basic concepts of heart-lung interactions during mechanical ventilation. *Swiss Med. Wkly.* 2017;147:w14491. DOI [10.4414/smww.2017.14491](https://doi.org/10.4414/smww.2017.14491)
31. Richards J.B., Wilcox S.R. Diagnosis and management of shock in the emergency department. *Emerg. Med. Pract.* 2014;16(3):1-22.
32. Kalkwarf K.J., Cotton B.A. Resuscitation for hypovolemic shock. *Surg. Clin. North Am.* 2017;97(6):1307.
33. Girsh A.O., Mamontov V.V., Macsimishin S.V., Stukanov M.M. Associativity of the fluid therapies and the state severity of the patients with traumatic shock. *Polytrauma.* 2011;(46):41-46. (In Russian).
34. Skvortsov V.V., Tumarenko A.V. Current Issues of Emergency Medical Care in Therapy. St. Petersburg, SpetsLit Publ.; 2015. (In Russian).
35. Shestopalov A.E., Pasko V.G. Volume-substituting therapy of acute blood loss in patients with severe combined trauma. *Trudnyy patsient.* 2005;(4):17-23. (In Russian).
36. Baryshev B.A. Blood Substitutes Blood Components. St. Petersburg; 2010, 201 p. (In Russian).

Информация об авторах

Марченко Александр Петрович, кандидат медицинских наук, доцент кафедры госпитальной хирургии с курсом травматологии Института медицины и здоровьесбережения. Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина, г. Тамбов, Российская Федерация; заведующий отделением анестезиологии и реанимации. Городская клиническая больница г. Котова, г. Котовск, Тамбовская область, Российская Федерация. E-mail: sashamarchen@mail.ru

Вклад в статью: написание и редактирование статьи.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9387-3374>

Павлова Ксения Александровна, ассистент кафедры госпитальной хирургии с курсом травматологии Института медицины и здоровьесбережения. Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина, г. Тамбов, Российская Федерация; врач отделения анестезиологии и реанимации. Городская клиническая больница г. Котова, г. Котовск, Тамбовская область, Российская Федерация. E-mail: travma68@mail.ru

Вклад в статью: написание и редактирование статьи.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1931-0706>

Конфликт интересов отсутствует

Поступила в редакцию 28.08.2024 г.
Поступила после рецензирования 24.09.2024 г.
Принята к публикации 22.10.2024 г.

Information about the authors

Alexander P. Marchenko, Candidate of Medicine, Associate Professor of Hospital Surgery with a Course of Traumatology Department of Institute of Medicine and Health Protection. Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russian Federation; Head of Anesthesiology and Resuscitation Department. Kotovsk City Clinical Hospital, Kotovsk, Tambov Region, Russian Federation. E-mail: sashamarchen@mail.ru

Contribution: article writing and editing.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9387-3374>

Kseniya A. Pavlova, Assistant of Hospital Surgery with the Course of Traumatology Department of Institute of Medicine and Health Protection. Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russian Federation; Doctor of Anesthesiology and Resuscitation Department. Kotovsk City Clinical Hospital, Kotovsk, Tambov Region, Russian Federation. E-mail: travma68@mail.ru

Contribution: article writing and editing.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1931-0706>

There is no conflict of interest

Received 28 August 2024
Revised 24 September 2024
Accepted 22 October 2024