

Обзор

<https://doi.org/10.23934/2223-9022-2025-14-4-763-776>

Понятие «реанимационный контроль повреждений»: scoping-обзор литературы

И.В. Сбитнев¹, А.Р. Рассказов¹, М.А. Петрушин¹✉, В.А. Рева²

Кафедра скорой медицинской помощи и медицины катастроф

¹ ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет» МЗ РФ

170100, Российская Федерация, Тверь, ул. Советская, д. 4

² ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» МО РФ

194044, Российская Федерация, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6Ж

✉ Контактная информация: Петрушин Максим Александрович, ассистент кафедры скорой медицинской помощи и медицины катастроф ФГБОУ ВО «Тверской ГМУ» МЗ РФ. Email: maxi.petrushin@yandex.ru

АКТУАЛЬНОСТЬ

Возрастает значимость реанимационного контроля повреждений (РКП) в условиях политравмы и массивного кровотечения, что представляет собой одну из основных проблем современного здравоохранения Российской Федерации. За последние 3 года наблюдается рост числа травм и их последствий, требующих комплексного подхода к ведению пациентов в реанимационной практике.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Оценить структуру актуальной литературы по теме «реанимационный контроль повреждений» и провести качественный анализ публикаций по её направлениям.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Представлен предварительный scoping-обзор исследований за 5 лет, посвящённых применению реанимационного контроля повреждений у пациентов с политравмой. Обзор выполнен в соответствии с принципами PRISMA-ScR. Поиск проводился в электронных базах данных: *Pubmed*, *Cochrane*, *Google scholar*, *eLIBRARY*, *UpToDate* и *CyberLeninka*.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В ходе исследования было найдено 309 статей, 82 из которых соответствовали критериям включения. Из них 30 публикаций содержали все необходимые для извлечения данные, а в 52 изучался какой-либо один компонент РКП. Больше половины источников представлены литературными обзорами ($n=29$) и ретроспективными исследованиями ($n=20$). Наиболее изучаемыми вопросами РКП стали: травмаиндуцированная коагулопатия ($n=15$), массивная гемотрансфузия ($n=13$) и организация догоспитального этапа ($n=13$).

ВЫВОДЫ

«Реанимационный контроль повреждений» – перспективная концепция интенсивной терапии травматического шока, которая объединила в себе массивную гемотрансфузию, малообъёмную инфузционную терапию, коррекцию гипотермии и гипокальциемии, а также особый догоспитальный этап, включающий респираторную поддержку, раннее введение транексамовой кислоты и компонентов крови. В совокупности с современными подходами в виде вязкоэластичных методов диагностики гемостаза и эндоваскулярных способов остановки кровотечений, а также наличием квалифицированных специалистов, оказание помощи пациентам с политравмой стало более эффективным, однако ряд частных вопросов нуждается в проведении дополнительных исследований.

Ключевые слова:

реанимационный контроль повреждений, РКП, политравма, гемотрансфузия, травмаиндуцированная коагулопатия, травматический шок, массивное кровотечение, догоспитальный этап

Ссылка для цитирования

Сбитнев И.В., Рассказов А.Р., Петрушин М.А., Рева В.А. Понятие «реанимационный контроль повреждений»: scoping-обзор литературы. Журнал им. Н.В. Склифосовского Неотложная медицинская помощь. 2025;14(4):763–776. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2025-14-4-763-776>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Благодарность, финансирование

Исследование не имеет спонсорской поддержки

ИВЛ	— искусственная вентиляция лёгких
КИ	— клиническое исследование
ОЦК	— объём циркулирующей крови
РКИ	— рандомизированное клиническое исследование
РКП	— реанимационный контроль повреждений
РОТЭМ	— ротационная тромбоэластография
РЭБОА	— реанимационная эндоваскулярная баллонная окклюзия аорты
САД	— систолическое артериальное давление

ТИК	— травмаиндуцированная коагулопатия
ТЭГ	— тромбоэластография
ЧМТ	— черепно-мозговая травма
ЧСС	— частота сердечных сокращений
ЭГК	— экстракорпоральная гемокоррекция
ЭКМО	— экстракорпоральная мембранныя оксигенация
BE	— <i>base excess</i> — дефицит оснований
<i>eFAST</i>	— <i>extended Focused Assessment with Sonography for Trauma</i>

<i>DCR</i>	— <i>Damage Control Resuscitation</i> — реанимация с контролем повреждений
<i>FAST</i>	— <i>Focused Assessment with Sonography for Trauma</i> — алгоритм ультразвукового обследования пациента с тяжёлой травмой
<i>ISS</i>	— <i>Injury Severity Score</i> — шкала тяжести повреждений
<i>NISS</i>	— <i>New Injury Severity Score</i> — система классификации тяжести повреждений у пострадавших
<i>PRISMA-ScR</i> — <i>Principles for PRISMA scoping reviews</i> — расширение «Предпочтительных элементов отчёtnости для систематических обзоров и метаанализов» для сценарных обзоров	
<i>RDCR</i> — <i>Remote Damage Control Resuscitation</i> — дистанционная догоспитальная реанимация с контролем повреждений	

<i>RTS</i>	— <i>Revised Trauma Score</i> — шкала оценки тяжести травмы
<i>TASH</i>	— <i>Trauma Associated Severe Hemorrhage</i> — травма, связанная с сильным кровотечением. Прогнозирует необходимость массивного переливания крови на основе клинических и лабораторных данных
<i>THAM</i>	— <i>Tris-hydroxymethyl-aminomethane</i> — трис-гидроксиметил-аминометан
<i>TQIP</i>	— <i>Trauma Quality Improvement Program</i> — программа Американского колледжа хирургов для оценки качества оказания помощи при травмах

ВВЕДЕНИЕ

Хирургическая тактика «контроль повреждений» (*“damage control”*) является «золотым стандартом» лечения пациентов с политравмой и тяжёлой геморрагией. Её второй этап — «реанимационный контроль повреждений» (*“damage control resuscitation”*, далее — РКП) — заключается в стабилизации витальных функций пациента в условиях отделения реанимации. В последние годы появилась масса исследований, позиционирующих РКП как самостоятельную многокомпонентную тактику, временной интервал применения которой стремительно расширяется. На данный момент в профессиональной среде ещё нет чёткого понимания «философии» и вектора развития РКП. Аудитория, на которую рассчитан наш обзор, — практикующие врачи различных специальностей, оказывающие помощь пациентам с политравмой и массивным кровотечением.

Обилие исследований разного качества, описывающих опыт применения различных тактик и интервенций, входящих в состав РКП, — серьёзная преграда для его целостного восприятия практикующими врачами. Решить эту проблему можно путём отбора и обобщения материалов о РКП, представленных в мировой литературе.

Цель обзора — оценить структуру актуальной литературы по теме «реанимационный контроль повреждений» и провести качественный анализ публикаций по данной тематике.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В данной работе представлен предварительный *scoping*-обзор исследований за 5 лет, посвящённых применению РКП у пациентов с политравмой и массивным кровотечением. Обзор выполнен в соответствии с протоколом *PRISMA-ScR*. Выбор в пользу *scoping-review* обусловлен преобладанием в структуре исследований работ низкого и среднего качества, а также внушительным объёмом разнородной литературы, которая не может быть использована для выполнения систематического обзора с метаанализом по стандарту *PRISMA*.

Стратегия поиска

Поиск проводился с октября по ноябрь 2022 года в электронных базах данных: *Pubmed*, *Cochrane*, *Google scholar*, *eLIBRARY*, *UpToDate* и *CyberLeninka*, без языковых ограничений. Для получения доступа к публикациям были использованы ключевые слова: реанимация повреждений, контроль повреждений, гемотрансфузия, гипотермия, ацидоз, массивное кровотечение, коагулопатия. Термины включались в поисковые запросы как самостоятельно, так и в комбинации.

Пример поиска в базе данных *PubMed* с использованием следующего поискового запроса: (*“damage control resuscitation”* [Title] OR *“damage control”* [Title]) AND (*“blood transfusion”* OR *“hypothermia”* OR *“acidosis”* OR *“blood loss”* OR *“coagulopathy”*).

Критерии отбора публикаций были преднамеренно широкими: включались опубликованные работы любого дизайна (протоколы лечения, описательные и систематические обзоры, метаанализы, рандомизированные клинические исследования (РКИ), проспективные, ретроспективные, когортные, «случай-контроль», «серая литература»), в которых применялся РКП либо его компоненты у взрослых пациентов с политравмой и массивным кровотечением. В целях актуализации обзора не были включены исследования, опубликованные ранее 2017 года.

В результате поиска по ключевым словам («реанимационный контроль повреждений» в связке с «трансфузия крови», «гипотермия», «ацидоз», «потеря крови», «коагулопатия») в релевантных базах данных была сформирована первичная база публикаций. Из полученных 309 статей в результате скрининга были исключены дублирующие публикации, работы на животных моделях и исследования в педиатрии и акушерстве. По заголовку или аннотации была исключена вручную 171 публикация. После прочтения полного текста 16 публикаций были исключены из-за невозможности извлечения необходимых данных для качественного анализа.

Далее был провёден поиск среди источников литературы отобранных публикаций, что позволило идентифицировать 11 дополнительных источников. Прошли скрининг и подверглись качественному анализу 82 статьи (рис. 1).

Извлечение данных проводили два независимых автора. Разногласия по поводу приемлемости исследования обсуждались до тех пор, пока не был достигнут консенсус. Впоследствии полные тексты были рассмотрены с использованием заранее определённой стандартизированной электронной таблицы для сбора данных. Извлекаемые данные включали год и страну публикации, методологию исследования, размер выборки, исследуемые компоненты и условия применения РКП. Мы указали на ограничения этих исследований и их возможное влияние на полученные результаты. Сбор данных и их графическое представление



Рис. 1. Резюме поиска литературы согласно протоколу PRISMA-ScR

Fig. 1. Summary of literature search according to the PRISMA-ScR protocol

производили с использованием программы Microsoft Excel (2016).

РЕЗУЛЬТАТЫ

При анализе было выявлено, что из 82 включённых исследований 30 (37%) содержали все необходимые для извлечения данные, выбор которых описан в разделе «Стратегия поиска» (рис. 2). В 52 статьях предметом исследования был какой-либо один компонент РКП. Основными направлениями изучения РКП стали травмаиндуцированная коагулопатия (ТИК) и способы её коррекции ($n=15$), протоколы массивной гемотрансфузии ($n=13$) и вопросы организации догоспитального этапа ($n=13$).

Проведение скоординированного РКИ трудно осуществить, когда речь идёт о ситуациях, требующих срочного медицинского вмешательства. В этой связи основная часть доказательной базы по теме РКП построена на ретроспективных исследованиях ($n=20$) и объединяющих их результаты обзорах литературы ($n=29$) (рис. 3). В 4 систематических обзорах исследовали тромбоэластографию (ТЭГ) и ротационную тромбоэластографию (РОТЭМ) [1], управляемую гипотензию [2], гемостатические повязки [3] и сравнивали переливание цельной крови с трансфузией компонентов [4]. Из 2 метаанализов лишь один, опубликованный в 2017 году, содержит наиболее полные данные о РКП [5]. Второй посвящён вопросам коррекции коагулопатии и протоколу массивной гемотрансфузии [6].

Из 6 российских публикаций лишь в одной [7] авторы употребляют термин «реанимационный контроль повреждений». В 5 работах исследуемая тактика

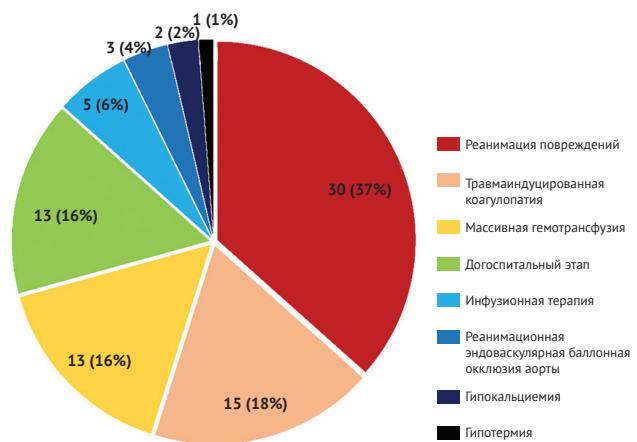


Рис. 2. Тема публикации
Fig. 2. Publication Topic

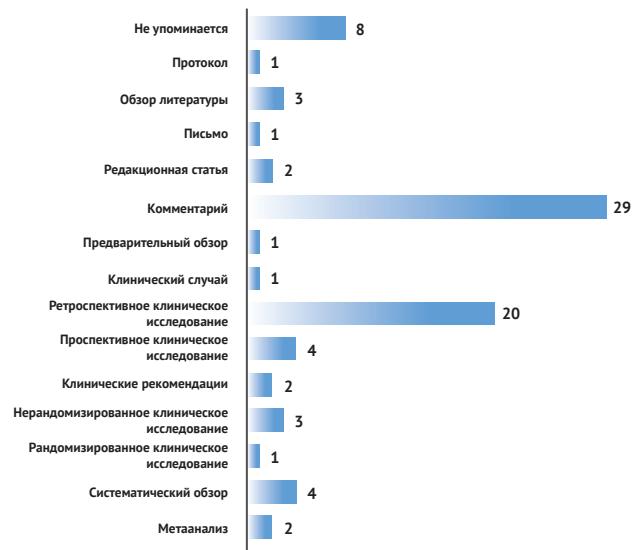


Рис. 3. Виды публикаций
Fig. 3. Types of publications

и интенсивной терапии не имеет специального названия [8–12]. Однако группы пациентов, типы вмешательства и конечные точки позволяют сопоставить их данные с результатами зарубежных работ по РКП.

ОБСУЖДЕНИЕ

Этапы РКП впервые были сформулированы Rotondo *et al.* в 1993 году [3, 13]. Реанимационный контроль применяется у пациентов с множественными повреждениями и жизнеугрожающим кровотечением и включает три этапа: оперативное вмешательство по жизненным показаниям, стабилизацию состояния в отделении реанимации и интенсивной терапии и окончательное восстановление повреждённых органов [14, 15].

Основной целью интенсивной терапии в рамках РКП является предупреждение развития «триады смерти» травматического шока: ТИК, гипотермии и ацидо-за [16, 17]. Гипокальциемия снижает компенсаторный потенциал организма в каждом из названных звеньев, и в последние годы приобретает статус самостоятельного элемента патогенеза. Модифицированная концепция получила название «тетрада смерти» (рис. 4).

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПАТОГЕНЕЗЕ

Травмайндуцированная коагулопатия

Травмайндуцированная коагулопатия является патологическим состоянием системы крови, развивающимся в результате как острой травматической коагулопатии, наступающей непосредственно после тяжёлой политравмы, так и реанимационной коагулопатии, возникающей в ходе реанимационных мероприятий, таких как инфузия жидкости и препаратов крови [18].

В основе нарушения свёртываемости крови после политравмы лежит сочетание острого дефицита факторов свёртывания, гипоперфузии тканей вследствие кровопотери и последующей гиповолемии. В дальнейшем изменение притока крови к ткани приводит к выбросу воспалительных цитокинов и, как следствие, к активации эндотелия. Тромбоциты, образовавшиеся после повреждения тканей, выделяют ещё большее количество провоспалительных клеточных мессенджеров. Это ещё сильнее стимулирует активность иммунной системы, которая в свою очередь активирует тромбоциты и тем самым формирует порочный круг. Система свёртывания крови, которая в норме должна ограничивать воспаление определённым участком тела, в этой ситуации функционирует чрезмерно и реагирует генерализованно. Образование тромбов и тромболизис происходит параллельно во всём организме. В результате возникает расходование циркулирующих в крови факторов свёртывания и развивается коагулопатия [19]. В данном случае в зависимости от экспрессии тромбомодулина и тромбина, которые стимулируют фибринолиз и инактивируют факторы свёртывания крови Va и VIIIa, ТИК может реализовываться через различные фенотипы фибринолиза: гиперфибринолиз, норму и остановку фибринолиза. Оба аномальных фенотипа ассоциированы с более высокой летальностью [18, 19]. На данный момент не достигнут консенсус о принадлежности ТИК к синдрому диссеминированного внутрисосудистого свёртывания, при этом определено, что большая часть ТИК протекает по типу гиперфибринолиза [20–22].

В 2017 году была разработана математическая модель для индивидуального прогнозирования течения ТИК, основанная на изменении концентрации тромбина во времени после стимуляции тканевым фактором *in vitro* [23]. Эта работа подняла важную проблему необходимости персонализации терапии ТИК у пациентов с политравмой.

Гипотермия

У пациента с политравмой и массивным кровотечением целевым является значение температуры тела более 35°C [15, 24, 25]. Начиная с догоспитального этапа пострадавшему следует контролировать температуру тела и использовать как активные, так и пассивные методы согревания [21]. Активные методы согревания: пропускание вводимых жидкостей через согревающие приборы, орошение мочевого пузыря и промывание желудка подогретой жидкостью [13]. К пассивным методам относят использование согревающих и спасательных одеял, наружный обогрев вентиляционного контура, использование тепловлагозащитных фильтров в аппарате искусственной вентиляции лёгких (ИВЛ), прогрев поверхности тела горячим воздухом [26].



Рис. 4. Схематичное изображение основных звеньев патогенеза развития смертельной триады при шокогенной травме (рисунок взят из Проекта национальных клинических рекомендаций «Сочетанная и множественная травма, сопровождающаяся шоком (Политравма)» и печатается с согласия авторов)

Fig. 4. Schematic representation of the main links in the pathogenesis of the development of the lethal triad in shock-producing trauma (The figure is taken from the National Clinical Guidelines Project "Combined and Multiple Trauma Accompanied by Shock (Polytrauma)" and published with the consent of the authors)

Метаболический ацидоз

Метаболический ацидоз при политравме — это критическое состояние, возникающее вследствие комплексных патологических процессов, связанных с тяжёлым повреждением тканей, кровопотерей, гипоксией и нарушением обмена веществ. Патогенез метаболического ацидоза в рамках политравмы включает несколько ключевых факторов:

1. Гипоксия. Недостаток кислорода в тканях приводит к нарушению аэробного метаболизма и переходу на анаэробный гликолиз, что сопровождается накоплением молочной кислоты.
2. Накопление молочной кислоты. Анаэробный метаболизм приводит к увеличению концентрации молочной кислоты, что усиливает метаболический ацидоз.
3. Снижение функции почек. Почки играют важную роль в поддержании кислотно-основного состояния, и их дисфункция способствует накоплению кислот в организме [21, 27].

4. Системный воспалительный ответ. Воспалительные процессы, вызванные травмой, активируют медиаторы воспаления, которые могут усугублять метаболический ацидоз и способствовать полиорганной недостаточности [19, 27, 28].

Недостаточная перфузия тканей, вызванная геморрагическим шоком, приводит к анаэробному метаболизму и образованию молочной кислоты, в результате чего происходит повышение концентрации ионов водорода в системном кровотоке. Бикарбонатная буферная система минимизирует значительные изменения рН [21, 27].

От рН крови зависит активность большинства факторов её свертывания. Метаболический ацидоз также негативно влияет на функцию тромбоцитов и образование тромбина. Это повышает летальность и увеличивает потребность в переливании компонентов крови. Некоторые исследования показывают, что рН 7,1 и ниже является критическим уровнем для серьёзного нарушения свёртываемости крови [21, 25]. Например, при снижении рН с 7,4 до 7,0 активность факторов VIIa и Xa/Va уменьшается более чем на 90% и 70% соответственно [21, 25]. Кроме того, дефицит оснований (*BE*) в размере -12,5 и меньше рассматривается как чувствительный показатель недостаточной перфузии. При восстановлении перфузии тканей данные показатели нормализуются [25].

В найденных публикациях рутинное применение бикарбонатов не показано [15]. Однако, согласно инструкции по медицинскому применению лекарственных препаратов, натрия гидрокарбонат применяется с целью купирования декомпенсированного метаболического ацидоза при различных заболеваниях и состояниях (абсолютным показанием является снижение рН крови ниже 7,2 согласно общей характеристике лекарственного препарата) [29].

Вместе с тем было обнаружено исследование, описывающее сравнение применения бикарбонатов и трис-гидроксиметил-аминометана (*THAM*) для устранения метаболического ацидоза у пациентов с политравмой, при уровне рН 7,2 и менее. Оно также не дало убедительных данных, подтверждающих эффективность применения этих препаратов.

Однако *THAM* обладает значительными преимуществами в качестве средства для лечения ацидоза в больничных условиях, когда применение бикарбоната натрия неэффективно или рискованно. *THAM* эффективно корректирует ацидоз, не повышая уровень натрия и углекислоты. Но чтобы лучше оценить профиль побочных эффектов *THAM* и результаты лечения после его введения, необходимы дополнительные исследования, в частности, в областях, где применение бикарбоната натрия нецелесообразно [30].

Оксигенация и вентиляция тяжелораненого пациента с FiO_2 , равным 100% – единственный способ предотвратить ацидемию на догоспитальном этапе, но по мнению *Lier H.*, это относится к условиям повышенного риска [25, 31]. Уже в условиях стационара FiO_2 следует снижать в соответствии с достигнутым артериальным парциальным давлением O_2 .

Подводя итог, мы не нашли работ, посвящённых коррекции метаболического ацидоза у пациентов с политравмой. Это может быть связано с тем, что ацидоз удаётся устранить за счёт адекватной вентиляции и перфузии либо на догоспитальном этапе, либо

вскоре после поступления в отделение интенсивной терапии [11].

И поскольку в госпитальных условиях невозможно измерить рН тканей, в качестве маркёров адекватности реанимационных мероприятий при ацидемии среди показателей стоит рассматривать уровень лактата и дефицит оснований в первую очередь.

Гипокальциемия

Падение уровня сывороточного кальция до 0,9 г/л и ниже потенцирует негативные эффекты каждого из элементов «смертельной триады» травматического шока и становится независимым предиктором летальности [16, 17]. Одним из побочных эффектов цитрата натрия, использующимся в качестве консерванта, как для цельной крови, так и для её компонентов, является его способность связывать ионизированный кальций [13]. Авторы обзорной статьи [32] предполагают потенциальное преимущество цельной крови, которая содержит меньше цитрата на единицу, чем эритроцитарная масса (без учёта дополнительного цитрата в свежезамороженной плазме и концентрате тромбоцитов). У пациентов, получавших 10 мл хлорида кальция одновременно с препаратами крови на догоспитальном этапе, наблюдалась более низкая частота гипокальциемии [16].

ПРИНЦИПЫ ИНТЕНСИВНОЙ ТЕРАПИИ

Догоспитальный этап

50% пациентов с массивным кровотечением не получают медицинской помощи своевременно и умирают до госпитализации [24]. Работы последних 5 лет однозначно указывают на необходимость ранней активации протоколов РКП (догоспитальный РКП), отмечая его ведущую роль в предупреждении развития «смертельной триады» травматического шока [21, 33–35]. Объём догоспитальной помощи индивидуален и определяется тяжестью состояния пострадавшего. Мы выделили 11 ключевых моментов догоспитального РКП:

1. Остановка жизнеугрожающего наружного кровотечения. Жгуты и турникеты накладываются на проксимальную часть конечности в порядке само- и взаимопомощи [36]. Для соединительных зон (подмышечная и паховая области, шея), головы и туловища представлено больше данных об эффективности и безопасности мукоадгезивных и прокоагулянтных гемостатических средств [3, 15, 37]. Описан успешный опыт тампонады раны баллонным катетером Фолея [38]. Наложение тазового пояса у пострадавших с нестабильными переломами костей таза эффективно ограничивает объём кровопотери [11].

2. Респираторная поддержка: восстановление проходимости дыхательных путей, установление надгортанных воздуховодов, интубация трахеи и ИВЛ, индивидуальные параметры оксигенотерапии, особенно при черепно-мозговой травме (ЧМТ) [26, 39].

3. Сокращение продолжительности пребывания на месте происшествия и быстрая транспортировка пострадавшего в травмоцентр [20, 36]. Причины, по которым транспортировка может быть отсрочена: необходимость проведения на месте сердечно-лёгочной реанимации, декомпрессии грудной клетки, пункции перикарда [9, 36, 40]. Для экспресс-диагностики пневмо- и гемоторакса, а также тампонады сердца рекомендовано применение протокола *eFAST* –

extended Focused Assessment with Sonography for Trauma [15, 36, 62].

4. Обеспечение внутривенного или внутрикостного доступа [11, 26, 41].

5. Внутривенное введение транексамовой кислоты в режиме дозирования, предложенном в исследовании *CRASH-2* (нагрузочная доза 1 г в течение 10 минут, затем инфузия 1 г в течение 8 часов), снижает потребность в компонентах крови [1, 21, 31, 42–44]. В процессе написания статьи была обнаружена публикация, где описывался экспериментальный внутримышечный путь введения транексамовой кислоты [45].

6. Рекомендуется поддерживать управляемую гипотонию с систолическим артериальным давлением — САД = 80–90 мм рт.ст., с сохранением адекватной перфузии жизненно важных органов [20, 46, 47]. Исключение составляют пациенты с подозрением на ЧМТ: у этой группы целевым значением САД является 100–110 мм рт.ст. [2, 14, 48]. Для этого допускается одномоментное болясное введение не более 250–500 мл раствора кристаллоидов.

7. При осуществлении длительной (более 30 минут) транспортировки пострадавшего в ряде зарубежных работ заявляется о снижении летальности и госпитального потребления компонентов в группах, которым проводилась догоспитальная гемотрансфузия, в том числе цельной крови [49–52]. Догоспитальное переливание одного пакета цельной крови вместо 3–4 пакетов компонентов может быть предпочтительнее с точки зрения логистики и снижения риска инфекционных осложнений [37].

8. Лиофилизированная плазма, не требующая специальных условий хранения, предлагается в качестве наиболее подходящего плазменного продукта для догоспитального РКП [15, 34, 37].

9. Необходимо поддерживать температуру тела пациента более 35°C [53].

10. Начиная с догоспитального этапа возможно применение мультимодальной анальгезии (смесь простой анальгезии, анальгезии, контролируемой пациентом, и регионарных блокад) [9, 26].

11. Медицинским работникам предлагается использовать простые мнемонические памятки: *C-ABCDE, MARCH* или *SMART* [54]. В заглавных буквах зашифрованы медицинские манипуляции в строгом порядке их выполнения. Например, в протоколе *SMART*: *S – start the clock/stop the bleeding* (немедленная остановка кровотечения любым доступным способом); *M – maintain perfusion* (обеспечение венозного доступа и начало инфузационной терапии) *A – administer tranexamic acid* (введение транексамовой кислоты); *R – retain heat* (согревание); *T – titrate blood products and calcium/think of alternative causes of shock* (введение препаратов крови, кальция и поиск других причин шока). Вместе с этим международные руководства по расширенным реанимационным мероприятиям (*Advanced life support* и *International Trauma Life Support*) предлагают такие мнемоники: *AVPU* и *SAMPLE* [42, 55, 56]. Первая представляет собой упрощённую шкалу комы Глазго: *A – alert* (тревога); *V – voice/verbal* (голос/речевой); *P – pain* (боль); *U – unresponsive* (невосприимчив). В данном случае можно оценить состояние пациента по уровню раздражителя, на который он реагирует. Следующее сокращение позволяет провести систематизированный опрос пациента: *S – Symptoms* (Симптомы): врач спрашивает пациента о симптомах, которые он испы-

тывает. Это может включать боли, тошноту, головокружение, затруднения с дыханием и другие физические ощущения. *A – Allergies* (Аллергии): врач узнаёт о всех известных аллергиях пациента, включая лекарства, пищевые продукты и другие аллергены. *M – Medications* (Лекарства): врач уточняет, какие лекарства пациент принимает регулярно или принимал в последнее время. *P – Past medical history* (Анамнез заболеваний): врач интересуется ранее диагностированными заболеваниями или медицинскими состояниями пациента, а также операциями, травмами или другими значимыми медицинскими событиями в его истории. *L – Last oral intake* (Последний приём пищи): это относится к последнему времени, когда пациент что-либо ел или пил. *E – Events leading up to the present illness/injury* (события, предшествующие настоящему заболеванию/травме): врач узнаёт о событиях, которые произошли перед тем, как пациент стал испытывать симптомы или получил травму.

Малообъёмная инфузционная терапия

Массивная инфузционная терапия кристаллоидами не является стратегией выбора у пациентов с травматическим шоком из-за высокого риска развития диллюционной коагулопатии и гиперхлоремического ацидоза [9]. Предпочтение отдается «малым объёмам» (менее 1000 мл, включая догоспитальный этап) сбалансированных кристаллоидных растворов [8, 57–59, 61]. Большие объёмы даже сбалансированных кристаллоидов ассоциированы с увеличением летальности [17, 60].

Нет достоверных данных о преимуществе гипертонических растворов хлористого натрия над изотоническими. Рутинное применение альбумина не показано в связи с недостаточностью данных о его безопасности и эффективности в интенсивной терапии пациентов с политравмой [20].

Увеличение частоты развития острого почечного повреждения и усугубление коагулопатии на фоне терапии препаратами гидроксиэтилкрахмала исключает его применение в группах, где развились эти состояния [7, 20].

На данный момент наиболее безопасным и эффективным способом восполнения объёма циркулирующей крови (ОЦК) считается массивная гемотрансфузия.

Согласно анализу от 2023 года американской программы *TQIP*, каждая минута задержки начала гемотрансфузии связана с увеличением на 2% вероятности 24-часовой летальности и летальности в стационаре среди пациентов с кровоизлияниями после травм [64].

Массивная гемотрансфузия

Трансфузционная терапия помимо гемодинамического эффекта замещения ОЦК служит способом трансплантации переносчиков кислорода и плазменных про- и антикоагуляционных факторов [9, 10].

Подавляющее большинство работ различного качества свидетельствует о преимуществе ранней массивной гемотрансфузии с соотношением компонентов 1:1:1 (свежезамороженная плазма: эритроцитарная масса: концентрат тромбоцитов) [5, 6, 20, 28, 65–67]. В литературе можно встретить описание количественного состава «трансфузионных пакетов», используемых в протоколах массивной гемотрансфузии [68]. В таком случае соотношение выглядит иначе (6:4:2; 4:4:1 и другие). Выявленные расхождения можно объяснить

особенностями изготовления и неравным объёмом пакетов для компонентов крови у различных производителей в разных странах. Итог один — переливание должно происходить в соотношении 1:1:1 в единицах объёма.

На данный момент опубликованы сравнительные исследования разного качества, демонстрирующие эффективность как препаратов цельной крови, так и её компонентов [4].

Криоконсервация увеличивает срок хранения тромбоцитов до нескольких лет. Их использование улучшает логистику обслуживания и предоставления продуктов тромбоцитов, когда свежие компоненты недоступны [69]. Фибриноген — первый фактор свёртывания крови, который достигает критически низкого уровня во время кровотечения [70, 71]. Несколько работ показали положительный эффект ранней коррекции гипофибриногемии с использованием как криопреципитата, так и концентрата фибриногена [38, 72–74]. Концентрат фибриногена (не зарегистрирован на территории РФ) содержит известное его количество, а криопреципитат варьирует по содержанию фибриногена на единицу [75]. В статье [68] авторы решили эту проблему, указав абсолютное количество фибриногена (4 г), которое должно быть перелито пациенту в рамках протокола массивной гемотрансфузии, что эквивалентно 15–20 дозам криопреципитата.

Переливание цельной крови универсального донора (I (0), Rh-) или аутогемотрансфузия (с использованием аппарата *Cell-Saver*) могут применяться как альтернатива компонентной гемотрансфузии, особенно в военных условиях [9, 12, 15, 76]. Помимо сокращения срока между выявлением массивного кровотечения и стартом гемотрансфузии разработка протокола массивной гемотрансфузии решает логистические проблемы медицинского учреждения и готовит персонал к массовому поступлению пациентов [21, 68, 77–81].

Возможности использования вспомогательных методик в комплексе мероприятий реанимационного контроля повреждений

Для определения фенотипа ТИК рекомендовано использовать тромбоэластографию (ТЭГ) и ротационную тромбоэластометрию (РОТЭМ) — вязкоупругие тесты, позволяющие оценить функцию свёртывающей и противосвёртывающей систем [82, 83]. Рутинно ТИК диагностируется с помощью тестов на свёртываемость крови: протромбиновое время (более 18 с), международное нормализованное отношение (более 1,5–1,6), активное частичное тромбопластиновое время (более 60 с), количество тромбоцитов (менее 50 000–100 000/мкл) и содержание фибриногена (менее 100 мг/дл) [1]. ТЭГ и РОТЭМ превосходят стандартные тесты в оценке системы гемостаза, а по результатам новых исследований могут быть использованы в качестве вспомогательных методик для решения вопроса о потребности пациента в массивной гемотрансфузии [57, 84]. Для оценки потребности в гемотрансфузии применяются ABC-оценка и балльная шкала *TASH* [66]. ABC-оценка включает оценку четырёх переменных (наличие проникающей травмы, систолическое кровяное давление не более 90 мм рт.ст., частота сердечных сокращений (ЧСС) не менее 120 уд./мин, *FAST*-осмотр положительный), двух из которых достаточно для начала гемотрансфузии. *TASH* учитывает семь параметров (системическое артериальное давление, гемоглобин, наличие внутрибрюшной жидкости, сложный перелом

трубчатых костей и(или) таза, ЧСС, избыток оснований (ВЕ) и пол пациента).

Кроме того, отмечается положительный экономический эффект применения этих тестов, связанный с итоговым снижением потребления компонентов крови [75, 85].

Первичные факторы травматического шока (гипоксия, гипотензия, повреждения органов и тканей, переломы костей), равно как и последующие процессы (реперфузионные системные нарушения, компартмент-синдром, сепсис, оперативные вмешательства, агрессивная инфузционная терапия), провоцируют развитие системных иммунологических реакций с высвобождением биологически активных веществ [19, 20, 28, 86, 87]. На этапе отдалённых осложнений в рамках РКП возможно применение методик экстракорпоральной гемокоррекции (ЭГК). Описан положительный опыт применения ЭГК при развитии эндотоксемии и мультиорганной недостаточности у пациентов с политравмой [12, 19].

В последние годы широкое применение получила экстракорпоральная мембранные оксигенация (ЭКМО). Мы нашли лишь одну публикацию [36], в которой упоминается применение ЭКМО у пациента с политравмой при пульмонэктомии. Учитывая позитивные результаты применения этой методики в интенсивной терапии, мы ожидаем появления новых публикаций по внедрению ЭКМО в комплекс мероприятий РКП как при развитии тяжёлого острого респираторного дистресс-синдрома, так и резистентного к вазопресорной поддержке шока.

Реанимационная эндоваскулярная баллонная окклюзия аорты (РЭБОА) заключается в введении через бедренную артерию баллона в различные отделы аорты с последующим его раздуванием. Временное прекращение кровотока в зоне окклюзии способствует остановке массивного кровотечения, подъёму САД на 40–50 мм рт.ст. при сохранении адекватной перфузии жизненно важных органов [7, 63]. Описан наибольший опыт применения РЭБОА как вспомогательного средства для временной гемодинамической стабилизации у пациентов с ведущей травмой таза [38, 88]. В военной медицине РЭБОА позволяет хирургическим бригадам быстро стабилизировать состояние тяжелораненых и обеспечить улучшенный РКП при минимальном использовании персонала, ресурсов и препаратов крови [89]. Однако сделать однозначный вывод по поводу применения этой методики невозможно ввиду недостаточности данных.

Ограничения исследования

Предварительные *scoping*-обзоры носят описательный характер, их цель — поиск пробелов в разнородной литературе по теме, границы которой не определены. Из-за различий между исследованиями с позиции популяций, вмешательств, дизайна и конечных точек мы не объединяли данные для метаанализа. В отечественных публикациях для оценки степени тяжести состояния пациента с политравмой использовались шкалы ВПХ-П/ВПХ-СП, а в зарубежных — *ISS/NISS/TRISS/RTS*, но имеющиеся формулы для перевода шкал не позволяют полноценно сравнивать группы.

На этапе отбора публикаций существовало ограничение на обращение к авторам за дополнительной информацией, отсутствующей в их статьях.

Актуальные на 2022 год российские клинические рекомендации по политравме и острой массивной

кровопотере не вошли в настоящий обзор, так как не были идентифицированы в интересующих нас базах данных.

Нашей первоначальной целью был синтез данных, полученных из публикаций по теме РКП. В процессе отбора материалов мы идентифицировали 52 источника, предметом изучения которых были отдельные методики и протоколы, которые могут быть интегрированы в комплекс мероприятий, объединённых РКП. Их включение в обзор не только дополнило картину представлений об интенсивной терапии травматического шока, но и поставило ряд вопросов для будущих исследований.

Кроме того, в процессе написания работы коллективно было принято решение о необходимости включения в статью информации, которая не вошла в *scoping*-обзор, но была необходима для осведомления читателя о современном представлении течения патофизиологических процессов и более качественного раскрытия тематики реанимационного контроля повреждений:

1. Тришкин ДВ, Крюков ЕВ, Алексеев ДЕ, и др. Военно-полевая хирургия. Национальное руководство. Общество с ограниченной ответственностью Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа» <https://doi.org/10.33029/9704-8036-6-VPX-2024-1-1056>

2. Burger M, Schaller DJ. Metabolic Acidosis. In: StatPearls. StatPearls Publishing; 2024. Accessed November 3, 2024. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482146/>

3. Grassin-Delyle S, Shakur-Still H, Picetti R, et al. Pharmacokinetics of intramuscular tranexamic acid in bleeding trauma patients: a clinical trial. Br J Anaesth. 2021;126(1):201-209. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2020.07.058>

4. Hosseinpour H, Magnotti LJ, Bhogadi SK, et al. Time to Whole Blood Transfusion in Hemorrhaging Civilian Trauma Patients: There Is Always Room for Improvement. Journal of the American College of Surgeons. 2023;237(1):24-34. <https://doi.org/10.1097/XCS.0000000000000715>

5. Alson RL, Han KH, Campbell JE. International Trauma Life Support for Emergency Care Providers. Ninth edition. Pearson Education, Inc; 2020.

6. Movio G, Rashid A, Clarke A. Fast-Bleeped: A to E Series—Disability: Coma. Morecambe Bay Medical Journal. 2022;9(1):20-24.

7. Пеестр ОХЛП и ЛВ ЕАЭС - Личный кабинет. Accessed January 11, 2025. https://lk.regmed.ru/Register/EAEU_SmPC

8. Radosevich MA, Wieruszewski PM, Wittwer ED. Tris-Hydroxymethyl Aminomethane in Critically Ill Adults: A Systematic Review. Anesthesia & Analgesia. 2023;137(5):1007. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000006485>

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Brill JB, Brenner M, Duchesne J, Roberts D, Ferrada P, Horer T, et al. The Role of TEG and ROTEM in Damage Control Resuscitation. Shock. 2021;56(1S):52–61. PMID: 33769424 <https://doi.org/10.1097/SHK.0000000000001686>
- Berrio YE, Barco Sánchez A, Ballén Ramírez S, Salazar Bartolo JL, Ocampo Rincón JJ. Hipotensión Permisiva en Trauma. Rev Médica Risaralda. 2021;27(1). <https://doi.org/10.22517/25395203.24654>
- Boulton AJ, Lewis CT, Naumann DN, Midwinter MJ. Prehospital haemostatic dressings for trauma: a systematic review. Emerg Med J. 2018;35(7):449–457. PMID: 29728411 <https://doi.org/10.1136/emermed-2018-207523>
- Avery P, Morton S, Tucker H, Green L, Weaver A, Davenport R. Whole blood transfusion versus component therapy in adult trauma patients with acute major haemorrhage. Emerg Med J. 2020;37(6):370–378. PMID: 32376677 <https://doi.org/10.1136/emermed-2019-209040>
- Pohlman TH, Fecher AM, Arreola-Garcia C. Optimizing transfusion strategies in damage control resuscitation: current insights. J Blood Med. 2018;9:117–133. PMID: 30154676 <https://doi.org/10.2147/JBM.S165394>
- Pape HC, Halvachizadeh S, Leenen L, Velmahos GD, Buckley R, Giannoudis PV. Timing of major fracture care in polytrauma patients – An update on principles, parameters and strategies for 2020. Injury. 2019;50(10):1656–1670. PMID: 31558277 <https://doi.org/10.1016/j.injury.2019.09.021>
- Щёголев А.В., Рева В.А., Почтарник А.А., Самохвалов И.М., Хорер Т.М. Эндоваскулярная баллонная окклюзия аорты в комплексе реанимационного контроля повреждений у пострадавших с острой массивной кровопотерей: ретроспективное псевдорандомизированное исследование. Вестник интенсивной терапии имени

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реанимационный контроль повреждений — стремительно развивающаяся концепция интенсивной терапии травматического шока, которая объединила в себе массивную гемотрансфузию, малообъёмную инфузционную терапию, коррекцию гипотермии, ацидоza и гипокальциемии, а также дистанционный реанимационный контроль повреждений, включающий респираторную поддержку, мультимодальную анальгезию, раннее введение транексамовой кислоты и компонентов крови. В совокупности с использованием современных лабораторных методик (тромбоэластография/ротационная эластография и реанимационная эндоваскулярная баллонная окклюзия аорты) и наличием квалифицированных специалистов оказание помощи пациентам с политравмой и массивным кровотечением становится более эффективным, однако ряд частных вопросов требует проведения более качественных исследований.

В результате качественного анализа российских публикаций мы отмечаем потребность в уточнении правовых, организационных и экономических нюансов адаптации зарубежных рекомендаций. Для решения этой проблемы необходимо проведение отечественного многоцентрового проспективного исследования, в котором были бы отражены все основные элементы «реанимационного контроля повреждений». Мы надеемся, что настоящий *scoping*-обзор поможет в разработке актуального систематического обзора с метаанализом.

ВЫВОДЫ

1. Проведённый *scoping*-обзор литературы выявил 309 статей по теме реанимационного контроля повреждений, из которых 82 статьи соответствовали критериям включения для качественного анализа.

2. Основные направления исследований реанимационного контроля повреждений сосредоточены на травмаиндцированной коагулопатии, протоколах массивной гемотрансфузии и организации догоспитального этапа лечения.

3. Обзор литературы показал, что реанимационный контроль повреждений рассматривается как многообъектная концепция, объединяющая различные методы, такие как коррекция гипотермии и применение транексамовой кислоты.

4. Несмотря на наличие значительного объёма данных, ввиду малого количества данных высокого качества остаются неопределённые аспекты реанимационного контроля повреждений, что указывает на необходимость дальнейших исследований в этой области для улучшения клинической практики.

- А.И. Салтанова. 2022;(2):41–51. <https://doi.org/10.21320/1818-474X-2022-2-41-51>
8. Гирш А.О., Стуканов М.М., Максимишин С.В., Степанов С.С., Коржук М.С., Черненко С.В., и др. Возможность совершенствования оказания неотложной медицинской помощи больным с травматическим шоком. *Политравма.* 2017;(2):23–32.
 9. Остапченко Д.А., Гутников А.И., Давыдова Л.А. Современные подходы к терапии травматического шока (обзор). *Общая реаниматология.* 2021;17(4):65–76. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2021-4-65-76>
 10. Пелина Н.А., Стяжкина С.Н., Проничев В.В., Неганова О.А. Влияние хирургической тактики и трансфузионной составляющей на течение раннего периода травматической болезни. *Вестник современной клинической медицины.* 2018;11(2):51–54. [https://doi.org/10.20969/VSKM.2018.11\(2\).51-54](https://doi.org/10.20969/VSKM.2018.11(2).51-54)
 11. Ровенских Д.Н., Усов С.А. Догоспитальная помощь при травматическом геморрагическом шоке: уроки современной войны (обзор литературы). *Сибирское медицинское обозрение.* 2021;(5):32–40. <https://doi.org/10.20335/25000136-2021-5-32-40>
 12. Самохвалов И.М., Бельских А.Н., Гаврилин С.В., Мешаков Д.П., Недомолкин С.В., Суворов В.В., и др. Тяжелая сочетанная закрытая травма живота: особенности реаниматологической тактики (сообщение второе). *Вестник анестезиологии и реаниматологии.* 2018;15(4):53–60. <https://doi.org/10.21292/2078-5658-2018-15-4-53-60>
 13. Bommissamy AK, Schreiber MA. Damage control resuscitation: how to use blood products and manage major bleeding in trauma. *ISBT Science Series.* 2017;12(4):441–449. <https://doi.org/10.1111/voxs.12353>
 14. Leibner E, Andreae M, Galvagno SM, Scalea T. Damage control resuscitation. *Clin Exp Emerg Med.* 2020;7(1):5–13. PMID: 32252128 <https://doi.org/10.15441/ceem.19.089>
 15. Malgras B, Prunet B, Lesaffre X, Boddaert G, Travers S, Cungiet P-J, et al. Damage control: Concept and implementation. *Journal of Visceral Surgery.* 2017;154:S19–S29. <https://doi.org/10.1016/j.jviscsurg.2017.08.012>
 16. Kyle T, Greaves I, Beynon A, Whittaker V, Brewer M, Smith J. Ionised calcium levels in major trauma patients who received blood en route to a military medical treatment facility. *Emerg Med J.* 2018;35(3):176–179. PMID: 29175878 <https://doi.org/10.1136/emermed-2017-206717>
 17. Rodríguez M, Orlas C, Granados M, Macia C, García A, Serna JJ, et al. Whole blood for blood loss: hemostatic resuscitation in damage control. *Colomb Med (Cali).* 2020;51(4):e4044511. PMID: 33795899 <https://doi.org/10.25100/cm.v51i4.4511>
 18. Napolitano LM. Hemostatic defects in massive transfusion: an update and treatment recommendations. *Expert Rev Hematol.* 2021;14(2):219–239. PMID: 33267678 <https://doi.org/10.1080/17474086.2021.1858788>
 19. Schlömmer C, Meier J. Inflammatory response in trauma patients: are there ways to decrease the inflammatory reaction? *Curr Opin Anaesthesiol.* 2020;33(2):253–258. PMID: 32049884 <https://doi.org/10.1097/ACO.0000000000000842>
 20. Йовенко И.А., Кобеляцкий Ю.Ю., Царев А.В., Кузьмова Е.А., Дубовская Л.Л., Минька В.Ю., и др. Качественная клиническая практика стартовой интенсивной терапии при боевой и цивильной полигравме (обзор литературы). *Медицина неотложных состояний.* 2017;(2):39–50. <https://doi.org/10.22141/2224-0586.2.81.2017.99691>
 21. Mizobata Y. Damage control resuscitation: a practical approach for severely hemorrhagic patients and its effects on trauma surgery. *J Intensive Care.* 2017;5(1):4. PMID: 34798697 <https://doi.org/10.1186/s40560-016-0197-5>
 22. Schlömmer C, Meier J. Trauma-Induced Coagulopathy: Pathophysiology and Management. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther.* 2019;54(6):413–423. PMID: 31212332 <https://doi.org/10.1055/a-0736-7559>
 23. Maegele M. Prediction models to advance individualized resuscitation in trauma hemorrhage and acute traumatic coagulopathy (ATC): even the longest journey starts with first steps-Lao-Tzu (Chinese philosopher). *Ann Transl Med.* 2017;5(23):466–466. PMID: 29285499 <https://doi.org/10.21037/atm.2017.09.23>
 24. Meléndez-Lugo JJ, Caicedo Y, Guzmán-Rodríguez M, Serna JJ, Ordoñez J, Angamarca E, et al. Prehospital Damage Control: The Management of Volume, Temperature...and Bleeding! *Colomb Med.* 2020;51(4):e4024486. PMID: 33795898 <https://doi.org/10.25100/cm.v51i4.4486>
 25. Vargas M, García A, Caicedo Y, Parra MW, Ordoñez CA. Damage control in the intensive care unit: what should the intensive care physician know and do? *Colomb Med (Cali).* 2021;52(2):e4174810. PMID: 34908625 <https://doi.org/10.25100/cm.v52i2.4810>
 26. Eskin MB, Cosar A. Anesthesia and Analgesia In War and Terror Injuries. *Eur Arch Med Res.* 2017;33:101–107. <https://doi.org/10.5222/otd.2017.101>
 27. Burger M, Schaller DJ. Metabolic Acidosis (Archived). In: *StatPearls.* StatPearls Publishing; 2024. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482146/> [Accessed Nov 18, 2025].
 28. Sarani B. Overview of damage control surgery and resuscitation in patients sustaining severe injury. Available at: <https://www.uptodate.com/contents/overview-of-damage-control-surgery-and-resuscitation-in-patients-sustaining-severe-injury> [Accessed Nov 18, 2025].
 29. Реестр ОХЛП и ЛВ ЕАЭС. URL: https://lk.regmed.ru/Register/EAEU_SmpC [Дата обращения 18 ноября 2025 г.]
 30. Radosevich MA, Wieruszewski PM, Wittwer ED. Tris-Hydroxymethyl Aminomethane in Critically Ill Adults: A Systematic Review. *Anesth Analg.* 2023;137(5):1007–1018. PMID: 37075790 <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000006485>
 31. Lier H, Bernhard M, Knapp J, Buschmann C, Bretschneider I, Hossfeld B. Approaches to pre-hospital bleeding management: Current overview on civilian emergency medicine. *Anesthesist.* 2017;66(11):867–878. PMID: 28785773 <https://doi.org/10.1007/s00101-017-0350-0>
 32. Wray JP, Bridwell RE, Schauer SG, Shackelford SA, Bebartha VS, Wright FL, et al. The diamond of death: Hypocalcemia in trauma and resuscitation. *Am J Emerg Med.* 2021;41:104–109. PMID: 33421674 <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2020.12.065>
 33. Carter AJE, MacDonald RD. Damage control resuscitation initiated in the prehospital and transport setting: A systems approach to increasing access to blood transfusion. *CJEM.* 2019;21(3):318–320. PMID: 31115292 <https://doi.org/10.1017/cem.2019.28>
 34. Naumann DN, Khan MA, Smith JE, Rickard R, Woolley T. Future strategies for remote damage control resuscitation after traumatic hemorrhage. *J Trauma Acute Care Surg.* 2019;86(1):165–166. PMID: 30278024 <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000002080>
 35. Smith A, Hendrix V, Shapiro M, Duchesne J, Taghavi S, Schroll R, et al. Is the “Death Triad” a Casualty of Modern Damage Control Resuscitation. *J Surg Res.* 2021;259:393–398. PMID: 33092859 <https://doi.org/10.1016/j.jss.2020.09.018>
 36. Rodriguez C, Rhee P. Damage Control Surgery: Military. In: Duchesne J, Inaba K, Khan MA, eds. *Damage Control in Trauma Care.* Springer International Publishing; 2018. p. 25–43. https://doi.org/10.1007/978-3-319-72607-6_3
 37. Chang R, Eastridge BJ, Holcomb JB. Remote Damage Control Resuscitation in Austere Environments. *Wilderness Environ Med.* 2017;28(2S):S124–S134. PMID: 28601205 <https://doi.org/10.1016/j.wem.2017.02.002>
 38. Pereira B, Dorigatti A, Calderon L, Negrão M, Meirelles G, Duchesne J. Pre-hospital environment bleeding: from history to future prospects. *Anaesthesiol Intensive Ther.* 2019;51(3):240–248. PMID: 31418256 <https://doi.org/10.5114/ait.2019.86059>
 39. Neseck Adam V, Bulić Miljak A, Volarić F. Polytrauma and massive bleeding – case report. *Acta medica Croatica.* 2019;73:205–208.
 40. Samuels JM, Moore HB, Moore EE. Damage Control Resuscitation. *Chirurgia (Bucur).* 2017;112(5):514–523. PMID: 29088551 <https://doi.org/10.21614/chirurgia.112.5.514>
 41. Bjerkgvig CK, Fosse TK, Apelseth TO, Sivertsen J, Braathen H, Eliassen HS, et al. Emergency sternal intraosseous access for warm fresh whole blood transfusion in damage control resuscitation. *J Trauma Acute Care Surg.* 2018;84(6S Suppl 1):S120–S124. PMID: 29462086 <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000001850>
 42. Alson RL, Han KH, Campbell JE. *International Trauma Life Support for Emergency Care providers.* 9th ed. Pearson Education Limited; 2021.
 43. Johnston LR, Rodriguez CJ, Elster EA, Bradley MJ. Evaluation of Military Use of Tranexamic Acid and Associated Thromboembolic Events. *JAMA Surg.* 2018;153(2):169–175. PMID: 29071337 <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2017.3821>
 44. Lier H, Maegele M. Blutungsmanagement: Tranexamsäure in der Prähklinik. Pro und Kontra. *Notfall+Rettungsmedizin.* 2018;22:685–695. <https://doi.org/10.1007/s10049-018-0471-2>
 45. Grassin-Delyle S, Shakur Still H, Picetti R, Frimley L, Jarman H, Davenport R, et al. Pharmacokinetics of intramuscular tranexamic acid in bleeding trauma patients: a clinical trial. *Br J Anaesth.* 2021;126(1):201–209. PMID: 33010927 <https://doi.org/10.1016/j.bja.2020.07.058>
 46. Harris T, Davenport R, Mak M, Brohi K. The Evolving Science of Trauma Resuscitation. *Emerg Med Clin North Am.* 2018;36(1):85–106. PMID: 29132583 <https://doi.org/10.1016/j.emc.2017.08.009>
 47. Kim M, Cho H. Damage control strategy in bleeding trauma patients. *Acute Crit Care.* 2020;35(4):237–241. PMID: 29132583 <https://doi.org/10.4266/acc.2020.00941>
 48. Rauch S, Marzolo M, Dal Cappello T, Ströhle M, Mair P, Pietsch U, et al. Severe traumatic brain injury and hypotension is a frequent and lethal combination in multiple trauma patients in mountain areas - an analysis of the prospective international Alpine Trauma Registry. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2021;29(1):61. PMID: 33931076 <https://doi.org/10.1186/s13049-021-00879-1>
 49. Black JA, Pierce VS, Juneja K, Holcomb JB. Complications of Hemorrhagic Shock and Massive Transfusion-a Comparison Before and After the Damage Control Resuscitation Era. *Shock.* 2021;56(1):42–51. PMID: 34196627 <https://doi.org/10.1097/SHK.0000000000001676>
 50. Lier H, Grottke O. Prehospital plasma transfusion in civilian trauma patients in hemorrhagic shock. *Anaesthesist.* 2018;67(12):950–952. PMID: 30406276 <https://doi.org/10.1007/s00101-018-0509-3>
 51. Moore HB, Moore EE, Chapman MP, McVaney K, Bryskiewicz G, Blechar R, et al. Plasma-first resuscitation to treat haemorrhagic shock during emergency ground transportation in an urban area: a randomised trial. *Lancet.* 2018;392(10144):283–291. PMID: 30032977 [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31553-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31553-8)
 52. Rehn M, Weaver AE, Eshelby S, Røslien J, Lockey DJ. Pre-hospital transfusion of red blood cells in civilian trauma patients. *Transfus*

- Med.* 2018;28(4):277–283. PMID: 29067785 <https://doi.org/10.1111/tme.12483>
53. Kadapamannil D, Rajan S. Hypothermia in prehospital polytrauma victims: an overlooked companion. *Res Opin Anesth Intensive Care.* 2020;7(4):223–226. https://doi.org/10.4103/roaic.roaic_32_20
54. Thompson P, Hudson AJ. Getting “SMART” on Shock Treatment: An Evidence-Based Mnemonic Acronym for the Initial Management of Hemorrhage in Trauma. *J Spec Oper Med.* 2019;19(4):62–65. PMID: 31910473 <https://doi.org/10.55460/K2ZQ-YDKM>
55. Movio G, Rashid A, Clarke A. Fast-Bleeding: A to E Series–Disability: Coma. *BMC Med Educ.* 2022;9(1):20–24. <https://doi.org/10.48037/mbmj.v9i1.1363>
56. Alson RL, Han K, Campbell JE, (eds.) *International trauma life support for Emergency Care Providers.* 9th ed. Pearson education; 2018.
57. Cap AP, Pidcock HF, Spinella P, Strandenes G, Borgman MA, Schreiber M, et al. Damage Control Resuscitation. *Mil Med.* 2018;183(Suppl 2):56–43. PMID: 30189070 <https://doi.org/10.1093/milmed/usy112>
58. Krishtafor DA, Klygunenko OM. Comparative Characteristics of Liberal and Restrictive Fluid Resuscitation in Multiple Trauma. *Medicini Perspektivi.* 2018;23(2):60–66. <https://doi.org/10.26641/2307-0404.2018.2.13939>
59. Krishtafor DA, Klygunenko OM. The Dynamics of Markers of A Shock State in Traumatic Blood Loss Depending on Fluid Resuscitation Type. *Medicini Perspektivi.* 2017;22(4):68–73. <https://doi.org/10.26641/2307-0404.2017.4.117672>
60. Tunali Türkdoğan F, Coşkun A. The Effect of Prehospital Fluid Resuscitation on Mortality and Post-trauma Recovery Time in Trauma Patients. *BMB.* 2021;6(2):174–182. <https://doi.org/10.4274/BMB.galenos.2021.02.019>
61. Cole E, Weaver A, Gall L, West A, Nevin D, Tallach R, et al. A Decade of Damage Control Resuscitation: New Transfusion Practice, New Survivors, New Directions. *Ann Surg.* 2021;273(6):1215–1220. PMID: 31651535 <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000003657>
62. Joseph B, Azim A, Zangbar B, Bauman Z, O’Keeffe T, Ibraheem K, et al. Improving mortality in trauma laparotomy through the evolution of damage control resuscitation: Analysis of 1,030 consecutive trauma laparotomies. *J Trauma Acute Care Surg.* 2017;82(2):328–333. PMID: 27805990 <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000001273>
63. Quintero L, Meléndez-Lugo JJ, Palacios-Rodríguez HE, Caicedo Y, Padilla N, Gallego LM, et al. Damage control in the emergency department, a bridge to life. *Colomb Med (Cali).* 2021;52(2):e4004801. PMID: 34188318 <https://doi.org/10.25100/cm.v52i2.4801>
64. Hosseinpour H, Magnotti LJ, Bhogadi SK, Anand T, El-Qawaqzeh K, Ditillo M, et al. Time to Whole Blood Transfusion in Hemorrhaging Civilian Trauma Patients: There Is Always Room for Improvement. *J Am Coll Surg.* 2023;237(1):24–34. PMID: 37070752 <https://doi.org/10.1097/XCS.0000000000000715>
65. Cannon JW, Khan MA, Raja AS, Cohen MJ, Como JJ, Cotton BA, et al. Damage control resuscitation in patients with severe traumatic hemorrhage: A practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma. *J Trauma Acute Care Surg.* 2017;82(3):605–617. PMID: 28225743 <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000001333>
66. González Posada MA, Biarnés Suñé A, Naya Sieiro JM, Salvadores de Arzuaga CI, Colomina Soler MJ. Damage Control Resuscitation in polytrauma patient. *Rev Esp Anestesiol Reanim (Engl Ed).* 2019;66(7):394–404. PMID: 31031044 <https://doi.org/10.1016/j.redar.2019.03.009>
67. Hynes AM, Geng Z, Schmulevich D, Fox EE, Meador CL, Scantling DR, et al. Staying on target: Maintaining a balanced resuscitation during damage-control resuscitation improves survival. *J Trauma Acute Care Surg.* 2021;91(5):841–848. PMID: 33901052 <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000003245>
68. Cotter G, Geoghegan C, Glynn D. Code Red in St James’s Hospital Emergency Department Audit Available at: <https://static1.squarespace.com/static/5eeb603f3577e2315b147b8b/t/610939c83010b357f8bb3f45/1627994568985/Code+Red+Audit+Report+%2B+Proforma+Final+.pdf>. [Accessed Nov 18, 2025].
69. Bohonek M, Kutac D, Landova L, Koranova M, Sladkova E, Staskova E, et al. The use of cryopreserved platelets in the treatment of polytraumatic patients and patients with massive bleeding. *Transfusion.* 2019;59(S2):1474–1478. PMID: 30980747 <https://doi.org/10.1111/trf.15177>
70. Grottkie O, Rossaint R. Coagulation factor concentrates and point-of-care coagulation monitoring: both might be essential for optimal treatment of trauma-induced coagulopathy. *Lancet Haematol.* 2017;4(6):e246–e247. PMID: 28457981 [https://doi.org/10.1016/S2352-3026\(17\)30065-0](https://doi.org/10.1016/S2352-3026(17)30065-0)
71. Тарабрин О.А., Иванова В.А. Современные аспекты патофизиологии и гемостатических нарушений у больных политравмой. *Медицина неотложных состояний.* 2018;4(91):32–35. <https://doi.org/10.22141/2224-0586.4.91.2018.137853>
72. Barzdaitė J, Skrabytė K, Gelmanas A. Fibrinogeno koncentrato panaudojimas dauginę traumą patyrusiems pacientams. *Health Sciences.* 2022;52(1):207–209. <https://doi.org/10.35988/sm-hs.2022.043>
73. Bocci MG, Nardi G, Veronesi G, Rondinelli MB, Palma A, Fiore V, et al. Early coagulation support protocol: A valid approach in real-life management of major trauma patients. Results from two Italian centres. *Injury.* 2019;50(10):1671–1677. PMID: 31690405 <https://doi.org/10.1016/j.injury.2019.09.032>
74. David JS, Bouzat P. Early fibrinogen-concentrate administration in management of trauma-induced coagulopathy. *Lancet Haematol.* 2017;4(8):e348. PMID: 28754193 [https://doi.org/10.1016/S2352-3026\(17\)30125-4](https://doi.org/10.1016/S2352-3026(17)30125-4)
75. Maegele M, Caspers M, Schöchl H. Viscoelasticity-based treatment of bleeding injuries. *Unfallchirurg.* 2017;120(9):769–785. PMID: 28831518 <https://doi.org/10.1007/s00113-017-0397-z>
76. Hussain CA, Maqsood R, Alamgir W, Mahmood R, Khan N, Bhatti S. Blood transfusion support in mass disaster and trauma situations an experience at a tertiary care center. Available at: <https://www.researchgate.net> [Accessed Nov 18, 2025].
77. Beckermann J, Swartz H, Albright J, Street W, Martin S, Hagen C, et al. Achieving optimal massive transfusion ratios: The trauma white board, whole blood, and liquid plasma. Real world low-tech solutions for a high stakes issue. *Injury.* 2022;53(9):2974–2978. PMID: 35791968 <https://doi.org/10.1016/j.injury.2022.06.009>
78. Lier H, Bernhard M, Hilbert-Carius P. Das Gerinnungssystem in der S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung 2016. *Notfall+Rettungsmedizin.* 2018;21(1):14–21. <https://doi.org/10.1007/s10049-017-0361-z>
79. Luft A, Pasquier P, Soucanye de Landevoisin E, Morel-Stum N, Baillon A, Louis S, et al. The Damage Control Resuscitation and Surgical Team: The New French Paradigm for Management of Combat Casualties. *Mil Med.* 2022;187(3–4):e275–e281. PMID: 33242064 <https://doi.org/10.1093/milmed/usaa322>
80. Lui CT, Wong OF, Tsui KL, Kam CW, Li SM, Cheng M, et al. Predictive model integrating dynamic parameters for massive blood transfusion in major trauma patients: The Dynamic MBT score. *Am J Emerg Med.* 2018;36(8):1444–1450. PMID: 29307764 <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2018.01.009>
81. Tonglet M, D’Orio V, Moens D, Lens FX, Alves J, Thoma M, et al. Impact of a prehospital discrimination between trauma patients with or without early acute coagulopathy of trauma and the need for damage control resuscitation: rationale and design of a multicenter randomized phase II trial. *Acta Chir Belg.* 2019;119(2):88–94. PMID: 29745298 <https://doi.org/10.1080/00015458.2018.1470276>
82. Baksaas-Aasen K, Van Dieren S, Balvers K, Juffermans NP, Næss PA, Rourke C, et al. Data-driven Development of ROTEM and TEG Algorithms for the Management of Trauma Hemorrhage: A Prospective Observational Multicenter Study. *Ann Surg.* 2019;270(6):1178–1185. PMID: 29794847 <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000002825>
83. Liu Y, Tang XF, Zhou Y, Chen B. Effect of massive blood transfusion on blood coagulation function and fibrinolytic system in patients with acute trauma. *Journal of Hainan Medical University.* 2017;23(6):755–758. <https://doi.org/10.15210/j.cnki.jhmu.20161115.005>
84. Prat NJ, Meyer AD, Ingalls NK, Trichereau J, DuBose JJ, Cap AP. Rotational thromboelastometry significantly optimizes transfusion practices for damage control resuscitation in combat casualties. *J Trauma Acute Care Surg.* 2017;83(3):373–380. PMID: 28846577 <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000001568>
85. Cohen J, Scorer T, Wright Z, Stewart IJ, Sosnov J, Pidcock H, et al. A prospective evaluation of thromboelastometry (ROTEM) to identify acute traumatic coagulopathy and predict massive transfusion in military trauma patients in Afghanistan. *Transfusion.* 2019;59(S2):1601–1607. PMID: 30980751 <https://doi.org/10.1111/trf.15176>
86. Griggs JE, Jeyanathan J, Joy M, Russell MQ, Durge N, Bootland D, et al. Mortality of civilian patients with suspected traumatic haemorrhage receiving pre-hospital transfusion of packed red blood cells compared to pre-hospital crystalloid. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2018;26(1):100. PMID: 30454067 <https://doi.org/10.1186/s13049-018-0567-1>
87. Hamidi M, Zeeshan M, Kulvatunyou N, Adun E, O’Keeffe T, Zakaria ER, et al. Outcomes After Massive Transfusion in Trauma Patients: Variability Among Trauma Centers. *J Surg Res.* 2019;234:110–115. PMID: 30527461 <https://doi.org/10.1016/j.jss.2018.09.018>
88. Bekdache O, Paradis T, Shen YB, Elbahrawy A, Grushka J, Deckelbaum D, et al. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA): indications: advantages and challenges of implementation in traumatic non-compressible torso hemorrhage. *Trauma Surg Acute Care Open.* 2019;4(1):e000262. PMID: 31245615 <https://doi.org/10.1136/tsaco-2018-000262>
89. Northern DM, Manley JD, Lyon R, Farber D, Mitchell BJ, Filak KJ, et al. Recent advances in austere combat surgery: Use of aortic balloon occlusion as well as blood challenges by special operations medical forces in recent combat operations. *J Trauma Acute Care Surg.* 2018;85(1S Suppl 2):S98–S103. PMID: 29787545 <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000001966>

REFERENCES

1. Brill JB, Brenner M, Duchesne J, Roberts D, Ferrada P, Horer T, et al. The Role of TEG and ROTEM in Damage Control Resuscitation. *Shock.* 2021;56(1S):52–61. PMID: 33769424 <https://doi.org/10.1097/SHK.00000000000001686>
2. Berriño YE, Barco Sánchez A, Ballén Ramírez S, Salazar Bartolo JL, Ocampo Rincón JJ. Hipotensión Permisiva en Trauma. *Rev Médica Risaralda.* 2021;27(1). <https://doi.org/10.22517/25395203.24654>
3. Boulton AJ, Lewis CT, Naumann DN, Midwinter MJ. Prehospital haemostatic dressings for trauma: a systematic review. *Emerg Med J.* 2018;35(7):449–457. PMID: 29728411 <https://doi.org/10.1136/emermed-2018-207523>
4. Avery P, Morton S, Tucker H, Green L, Weaver A, Davenport R. Whole blood transfusion versus component therapy in adult trauma patients with acute major haemorrhage. *Emerg Med J.* 2020;37(6):370–378. PMID: 32376677 <https://doi.org/10.1136/emermed-2019-209040>
5. Pohlman TH, Fecher AM, Arreola-Garcia C. Optimizing transfusion strategies in damage control resuscitation: current insights. *J Blood Med.* 2018;9:117–133. PMID: 30154676 <https://doi.org/10.2147/JBM.S165394>
6. Pape HC, Halvachizadeh S, Leenen L, Velmabos GD, Buckley R, Giannoudis PV. Timing of major fracture care in polytrauma patients – An update on principles, parameters and strategies for 2020. *Injury.* 2019;50(10):1656–1670. PMID: 31558277 <https://doi.org/10.1016/j.injury.2019.09.021>
7. Shchegolev AV, Reva VA, Pochtarnik AA, Samokhvalov IM, Höller TM. Endovascular balloon occlusion of the aorta in the complex of damage control resuscitation in patients with acute massive blood loss: a retrospective propensity score matched analysis. *Annals of Critical Care.* 2022;(2):41–51. (In Russ.) <https://doi.org/10.21320/1818-474X-2022-2-41-51>
8. Girsh AO, Stukanov MM, Maksimishin SV, Stepanov SS, Korzhuk MS, Chernenko SV, et al. Possibility of Improvement of Rendering Emergency Medical Service for Patients With Traumatic Shock. *Polytrauma.* 2017;(2):23–32 (In Russ.).
9. Ostapchenko DA, Gutnikov AI, Davydova LA. Current Approaches to the Treatment of Traumatic Shock (Review). *General Reanimatology.* 2021;17(4):65–76. (In Russ.) <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2021-4-65-76>
10. Pelina NA, Styazhkina SN, Pronichev VV, Neganova OA. Surgical Tactics and Transfusional Component Influence on the Early Period of Traumatic Disease. *The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine.* 2018;11(2):51–54. (In Russ.) [https://doi.org/10.20969/VSKM.2018.11\(2\).51-54](https://doi.org/10.20969/VSKM.2018.11(2).51-54)
11. Rovenkikh DN, Usov SA. Pre-hospital management of traumatic hemorrhagic shock: lessons of modern warfare (a literature review). *Siberian Medical Review.* 2021;(5):32–40. (In Russ.) <https://doi.org/10.20333/25000136-2021-5-32-40>
12. Samokhvalov IM, Belskikh AN, Gavrilin SV, Meshakov DP, Nedomolkin SV, Suvorov VV, et al. Severe Concurrent Blunt Abdomen Trauma: Specific Features of Intensive Care Tactics (Report Two). *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation.* 2018;15(4):53–60. (In Russ.) <https://doi.org/10.21292/2078-5658-2018-15-4-53-60>
13. Bommiasamy AK, Schreiber MA. Damage control resuscitation: how to use blood products and manage major bleeding in trauma. *ISBT Science Series.* 2017;12(4):441–449. <https://doi.org/10.1111/voxs.12355>
14. Leibner E, Andreae M, Galvagno SM, Scalea T. Damage control resuscitation. *Clin Exp Emerg Med.* 2020;7(1):5–13. PMID: 32252128 <https://doi.org/10.15441/ceem.19.089>
15. Malgras B, Brunet B, Lesaffre X, Boddaert G, Travers S, Cungiet P-J, et al. Damage control: Concept and implementation. *Journal of Visceral Surgery.* 2017;154:S19–S29. <https://doi.org/10.1016/j.jviscsurg.2017.08.012>
16. Kyle T, Greaves I, Beynon A, Whittaker V, Brewer M, Smith J. Ionised calcium levels in major trauma patients who received blood en route to a military medical treatment facility. *Emerg Med J.* 2018;35(3):176–179. PMID: 29175878 <https://doi.org/10.1136/emermed-2017-206717>
17. Rodríguez M, Orlas C, Granados M, Macía C, García A, Serna JJ, et al. Whole blood for blood loss: hemostatic resuscitation in damage control. *Colomb Med (Cali).* 2020;51(4):e4044511. PMID: 33795899 <https://doi.org/10.25100/cm.v51i4.4511>
18. Napolitano LM. Hemostatic defects in massive transfusion: an update and treatment recommendations. *Expert Rev Hematol.* 2021;14(2):219–239. PMID: 33267678 <https://doi.org/10.1080/17474086.2021.1858788>
19. Schlömmer C, Meier J. Inflammatory response in trauma patients: are there ways to decrease the inflammatory reaction? *Curr Opin Anaesthesiol.* 2020;33(2):253–258. PMID: 32049884 <https://doi.org/10.1097/AOC.0000000000000842>
20. Iovenko IA, Kobelyatskyy YuYu, Tsarev AV, Kuzmova EA, Dubovskaya LL, Mynka VY, et al. Good clinical practice of initial management of intensive care following combat and civilized multitrauma (literature review). *Emergency Medicine.* 2017;(2):39–50. (In Russ.) <https://doi.org/10.22141/2224-0586.2.81.2017.99691>
21. Mizobata Y. Damage control resuscitation: a practical approach for severely hemorrhagic patients and its effects on trauma surgery. *J Intensive Care.* 2017;5(1):4. PMID: 34798697 <https://doi.org/10.1186/s40560-016-0197-5>
22. Schlömmer C, Meier J. Trauma-Induced Coagulopathy: Pathophysiology and Management. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther.* 2019;54(6):413–423. PMID: 31212332 <https://doi.org/10.1055/a-0736-7559>
23. Maegele M. Prediction models to advance individualized resuscitation in trauma hemorrhage and acute traumatic coagulopathy (ATC): even the longest journey starts with first steps-Lao-Tzu (Chinese philosopher). *Ann Transl Med.* 2017;5(23):466–466. PMID: 29285499 <https://doi.org/10.21037/atm.2017.09.23>
24. Meléndez-Lugo JJ, Caicedo Y, Guzmán-Rodríguez M, Serna JJ, Ordoñez J, Angamarca E, et al. Prehospital Damage Control: The Management of Volume, Temperature...and Bleeding! *Colomb Med.* 2020;51(4):e4024486. PMID: 33795898 <https://doi.org/10.25100/cm.v51i4.4486>
25. Vargas M, García A, Caicedo Y, Parra MW, Ordoñez CA. Damage control in the intensive care unit: what should the intensive care physician know and do? *Colomb Med (Cali).* 2021;52(2):e4174810. PMID: 34908625 <https://doi.org/10.25100/cm.v52i2.4810>
26. Eşkin MB, Coşar A. Anesthesia and Analgesia In War and Terror Injuries. *Eur Arch Med Res.* 2017;33:101–107. <https://doi.org/10.5222/otd.2017.101>
27. Burger M, Schaller DJ. Metabolic Acidosis (Archived). In: *StatPearls.* StatPearls Publishing; 2024. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482146/> [Accessed Nov 18, 2025].
28. Sarani B. Overview of damage control surgery and resuscitation in patients sustaining severe injury. Available at: <https://www.uptodate.com/contents/overview-of-damage-control-surgery-and-resuscitation-in-patients-sustaining-severe-injury> [Accessed Nov 18, 2025].
29. Reestr OKhLP i LV EAES. (In Russ.) Available at: https://lk.regmed.ru/Register/EAU_SmPC [Accessed Nov 18, 2025]
30. Radosevich MA, Wierszewski PM, Wittwer ED. Tris-Hydroxymethyl Aminomethane in Critically Ill Adults: A Systematic Review. *Anesth Analg.* 2023;137(5):1007–1018. PMID: 37075790 <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000006485>
31. Lier H, Bernhard M, Knapp J, Buschmann C, Bretschneider I, Hossfeld B. Approaches to pre-hospital bleeding management: Current overview on civilian emergency medicine. *Anaesthetist.* 2017;66(11):867–878. PMID: 28785773 <https://doi.org/10.1007/s00101-017-0350-0>
32. Wray JP, Bridwell RE, Schauer SG, Shackelford SA, Bebartha VS, Wright FL, et al. The diamond of death: Hypocalcemia in trauma and resuscitation. *Am J Emerg Med.* 2021;41:104–109. PMID: 33421674 <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2020.12.065>
33. Carter AJE, MacDonald RD. Damage control resuscitation initiated in the prehospital and transport setting: A systems approach to increasing access to blood transfusion. *CJEM.* 2019;21(3):318–320. PMID: 3115292 <https://doi.org/10.1017/cem.2019.28>
34. Naumann DN, Khan MA, Smith JE, Rickard R, Woolley T. Future strategies for remote damage control resuscitation after traumatic hemorrhage. *J Trauma Acute Care Surg.* 2019;86(1):163–166. PMID: 30278024 <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000002080>
35. Smith A, Hendrix V, Shapiro M, Duchesne J, Taghavi S, Schroll R, et al. Is the “Death Triad” a Casualty of Modern Damage Control Resuscitation. *J Surg Res.* 2021;259:393–398. PMID: 33092859 <https://doi.org/10.1016/j.jss.2020.09.018>
36. Rodriguez C, Rhee P. Damage Control Surgery: Military. In: Duchesne J, Inaba K, Khan MA, eds. *Damage Control in Trauma Care.* Springer International Publishing; 2018. p. 25–43. https://doi.org/10.1007/978-3-319-72607-6_3
37. Chang R, Eastridge BJ, Holcomb JB. Remote Damage Control Resuscitation in Austere Environments. *Wilderness Environ Med.* 2017;28(2S):S124–S134. PMID: 28601205 <https://doi.org/10.1016/j.wem.2017.02.002>
38. Pereira B, Dorigatti A, Calderon L, Negrao M, Meirelles G, Duchesne J. Pre-hospital environment bleeding: from history to future prospects. *Anaesthetist Intensive Ther.* 2019;51(3):240–248. PMID: 31418256 <https://doi.org/10.5114/ait.2019.86059>
39. Nesk Adam V, Bulić Miljak A, Volarić F. Polytrauma and massive bleeding – case report. *Acta medica Croatica.* 2019;73:205–208.
40. Samuels JM, Moore HB, Moore EE. Damage Control Resuscitation. *Chirurgia (Bucur).* 2017;112(5):514–523. PMID: 29088551 <https://doi.org/10.21614/chirurgia.112.5.514>
41. Bjerkvig CK, Fosse TK, Apelseth TO, Sivertsen J, Braathen H, Eliassen HS, et al. Emergency sternal intrasosseous access for warm fresh whole blood transfusion in damage control resuscitation. *J Trauma Acute Care Surg.* 2018;84(6S Suppl 1):S120–S124. PMID: 29462086 <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000001850>
42. Alson RL, Han KH, Campbell JE. *International Trauma Life Support for Emergency Care providers.* 9th ed. Pearson Education Limited; 2021.
43. Johnston LR, Rodriguez CJ, Elster EA, Bradley MJ. Evaluation of Military Use of Tranexamic Acid and Associated Thromboembolic Events. *JAMA Surg.* 2018;153(2):169–175. PMID: 29071537 <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2017.3821>
44. Lier H, Maegele M. Blutungsmanagement: Tranexamsäure in der Prähklinik. Pro und Kontra. *Notfall+Rettungsmedizin.* 2018;22:685–695. <https://doi.org/10.1007/s10049-018-0471-5>

45. Grassin-Delyle S, Shakur-Still H, Picetti R, Frimley L, Jarman H, Davenport R, et al. Pharmacokinetics of intramuscular tranexamic acid in bleeding trauma patients: a clinical trial. *Br J Anaesth.* 2021;126(1):201–209. PMID: 33010927 <https://doi.org/10.1016/j.bja.2020.07.058>
46. Harris T, Davenport R, Mak M, Brohi K. The Evolving Science of Trauma Resuscitation. *Emerg Med Clin North Am.* 2018;36(1):85–106. PMID: 29132583 <https://doi.org/10.1016/j.emc.2017.08.009>
47. Kim M, Cho H. Damage control strategy in bleeding trauma patients. *Acute Crit Care.* 2020;35(4):237–241. PMID: 29132583 <https://doi.org/10.4266/acc.2020.00941>
48. Rauch S, Marzolo M, Dal Cappello T, Ströhle M, Mair P, Pietsch U, et al. Severe traumatic brain injury and hypotension is a frequent and lethal combination in multiple trauma patients in mountain areas – an analysis of the prospective international Alpine Trauma Registry. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2021;29(1):61. PMID: 33931076 <https://doi.org/10.1186/s13049-021-00879-1>
49. Black JA, Pierce VS, Juneja K, Holcomb JB. Complications of Hemorrhagic Shock and Massive Transfusion—a Comparison Before and After the Damage Control Resuscitation Era. *Shock.* 2021;56(1):42–51. PMID: 34196627 <https://doi.org/10.1097/SHK.0000000000001676>
50. Lier H, Grottke O. Prehospital plasma transfusion in civilian trauma patients in hemorrhagic shock. *Anaesthesist.* 2018;67(12):950–952. PMID: 30406276 <https://doi.org/10.1007/s00101-018-0509-3>
51. Moore HB, Moore EE, Chapman MP, McVaney K, Bryskiewicz G, Blechar R, et al. Plasma-first resuscitation to treat haemorrhagic shock during emergency ground transportation in an urban area: a randomised trial. *Lancet.* 2018;392(10144):283–291. PMID: 30032977 [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31553-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31553-8)
52. Rehn M, Weaver AE, Eshelby S, Roislien J, Lockey DJ. Pre-hospital transfusion of red blood cells in civilian trauma patients. *Transfus Med.* 2018;28(4):277–283. PMID: 29067785 <https://doi.org/10.1111/tme.12483>
53. Kadapamannil D, Rajan S. Hypothermia in prehospital polytrauma victims: an overlooked companion. *Res Opin Anesth Intensive Care.* 2020;7(4):223–226. https://doi.org/10.4103/roaic.roaic_32_20
54. Thompson P, Hudson AJ. Getting “SMART” on Shock Treatment: An Evidence-Based Mnemonic Acronym for the Initial Management of Hemorrhage in Trauma. *J Spec Oper Med.* 2019;19(4):62–65. PMID: 31910473 <https://doi.org/10.55460/K2ZQ-YDKM>
55. Movio G, Rashid A, Clarke A. Fast-Bleed: A to E Series—Disability: Coma. *BMC Med Educ.* 2022;9(1):20–24. <https://doi.org/10.48037/mbmj.v9i1.1363>
56. Alson RL, Han K, Campbell JE, (eds.) *International trauma life support for Emergency Care Providers.* 9th ed. Pearson education; 2018.
57. Cap AP, Pidcock HF, Spinella P, Strandenes G, Borgman MA, Schreiber M, et al. Damage Control Resuscitation. *Mil Med.* 2018;183(Suppl 2):36–43. PMID: 30189070 <https://doi.org/10.1093/milmed/usy112>
58. Krishtafor DA, Klygunenko OM. Comparative Characteristics of Liberal and Restrictive Fluid Resuscitation in Multiple Trauma. *Medicni Perspektivi.* 2018;23(2):60–66. <https://doi.org/10.26641/2307-0404.2018.2.135939>
59. Krishtafor DA, Klygunenko OM. The Dynamics of Markers of A Shock State in Traumatic Blood Loss Depending on Fluid Resuscitation Type. *Medicni Perspektivi.* 2017;22(4):68–73. <https://doi.org/10.26641/2307-0404.2017.4.117672>
60. Tunali Türkdogan F, Coşkun A. The Effect of Prehospital Fluid Resuscitation on Mortality and Post-trauma Recovery Time in Trauma Patients. *BMB.* 2021;6(2):174–182. <https://doi.org/10.4274/BMB.galenos.2021.02.019>
61. Cole E, Weaver A, Gall L, West A, Nevin D, Tallach R, et al. A Decade of Damage Control Resuscitation: New Transfusion Practice, New Survivors, New Directions. *Ann Surg.* 2021;273(6):1215–1220. PMID: 31651555 <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000003657>
62. Joseph B, Azim A, Zangbar B, Bauman Z, O’Keeffe T, Ibraheem K, et al. Improving mortality in trauma laparotomy through the evolution of damage control resuscitation: Analysis of 1,030 consecutive trauma laparotomies. *J Trauma Acute Care Surg.* 2017;82(2):328–333. PMID: 27805990 <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000001273>
63. Quintero L, Meléndez-Lugo JJ, Palacios-Rodríguez HE, Caicedo Y, Padilla N, Gallego LM, et al. Damage control in the emergency department, a bridge to life. *Colomb Med (Cali).* 2021;52(2):e4004801. PMID: 34188318 <https://doi.org/10.25100/cm.v5i2.4801>
64. Hosseinpour H, Magnotti LJ, Bhogadi SK, Anand T, El-Qawaqzeh K, Ditillo M, et al. Time to Whole Blood Transfusion in Hemorrhaging Civilian Trauma Patients: There Is Always Room for Improvement. *J Am Coll Surg.* 2023;237(1):24–34. PMID: 37070752 <https://doi.org/10.1097/XCS.0000000000000715>
65. Cannon JW, Khan MA, Raja AS, Cohen MJ, Como JJ, Cotton BA, et al. Damage control resuscitation in patients with severe traumatic hemorrhage: A practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma. *J Trauma Acute Care Surg.* 2017;82(3):605–617. PMID: 28225743 <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000001533>
66. González Posada MA, Biarnés Suñé A, Naya Sieiro JM, Salvadores de Arzuaga CI, Colomina Soler MJ. Damage Control Resuscitation in polytrauma patient. *Rev Esp Anestesiol Reanim (Engl Ed).* 2019;66(7):394–404. PMID: 31031044 <https://doi.org/10.1016/j.redar.2019.03.009>
67. Hynes AM, Geng Z, Schmulevich D, Fox EE, Meador CL, Scantling DR, et al. Staying on target: Maintaining a balanced resuscitation during damage-control resuscitation improves survival. *J Trauma Acute Care Surg.* 2021;91(5):841–848. PMID: 33901052 <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000003245>
68. Cotter G, Geoghegan C, Glynn D. Code Red in St James’s Hospital Emergency Department Audit Available at: <https://static1.squarespace.com/static/5eeb603f3577e2315b147b8b/t/610939c83010b357f8bb3f45/1627994568985/Code+Red+Audit+Report+%2B+Proforma+Final+.pdf>. [Accessed Nov 18, 2025].
69. Bohonek M, Kutac D, Landova L, Koranova M, Sladkova E, Staskova E, et al. The use of cryopreserved platelets in the treatment of polytraumatic patients and patients with massive bleeding. *Transfusion.* 2019;59(S2):1474–1478. PMID: 30980747 <https://doi.org/10.1111/trf.15177>
70. Grottke O, Rossaint R. Coagulation factor concentrates and point-of-care coagulation monitoring: both might be essential for optimal treatment of trauma-induced coagulopathy. *Lancet Haematol.* 2017;4(6):e246–e247. PMID: 28457981 [https://doi.org/10.1016/S2352-3026\(17\)30065-0](https://doi.org/10.1016/S2352-3026(17)30065-0)
71. Tarabrin OO, Ivanova VO. Modern Aspects of Pathophysiology and Hemostatic Disorders in Patients With Polytrauma. *Emergency Medicine.* 2018;4(91):32–35. (In Ukr.) <https://doi.org/10.22141/2224-0586.4.91.2018.137853>
72. Barzdaitė J, Skrabytė K, Gelmanas A. Fibrinogeno koncentrato panaudojimas daugiau patyrusiems pacientams. *Health Sciences.* 2022;52(1):207–209. <https://doi.org/10.35988/sm-hs.2022.043>
73. Bocci MG, Nardi G, Veronesi G, Rondinelli MB, Palma A, Fiore V, et al. Early coagulation support protocol: A valid approach in real-life management of major trauma patients. Results from two Italian centres. *Injury.* 2019;50(10):1671–1677. PMID: 31690405 <https://doi.org/10.1016/j.injury.2019.09.032>
74. David JS, Bouazat P. Early fibrinogen-concentrate administration in management of trauma-induced coagulopathy. *Lancet Haematol.* 2017;4(8):e348. PMID: 28754193 [https://doi.org/10.1016/S2352-3026\(17\)30125-4](https://doi.org/10.1016/S2352-3026(17)30125-4)
75. Maegele M, Caspers M, Schöchl H. Viscoelasticity-based treatment of bleeding injuries. *Unfallchirurg.* 2017;120(9):769–785. PMID: 28831518 <https://doi.org/10.1007/s00113-017-0397-z>
76. Hussain CA, Maqsood R, Alamgir W, Mahmood R, Khan N, Bhatti S. Blood transfusion support in mass disaster and trauma situations an experience at a tertiary care center. Available at: <https://www.researchgate.net> [Accessed Nov 18, 2025].
77. Beckermann J, Swartz H, Albright J, Street W, Martin S, Hagen C, et al. Achieving optimal massive transfusion ratios: The trauma white board, whole blood, and liquid plasma. Real world low-tech solutions for a high stakes issue. *Injury.* 2022;53(9):2974–2978. PMID: 35791968 <https://doi.org/10.1016/j.injury.2022.06.009>
78. Lier H, Bernhard M, Hilbert-Carius P. Das Gerinnungssystem in der S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung 2016. *Notfall+Rettungsmedizin.* 2018;21(1):14–21. <https://doi.org/10.1007/s10049-017-0361-z>
79. Luft A, Pasquier P, Soucanye de Landevoisin E, Morel-Stum N, Baillon A, Louis S, et al. The Damage Control Resuscitation and Surgical Team: The New French Paradigm for Management of Combat Casualties. *Mil Med.* 2022;187(3–4):e275–e281. PMID: 33242064 <https://doi.org/10.1093/milmed/usa322>
80. Lui CT, Wong OF, Tsui KL, Kam CW, Li SM, Cheng M, et al. Predictive model integrating dynamic parameters for massive blood transfusion in major trauma patients: The Dynamic MBT score. *Am J Emerg Med.* 2018;36(8):1444–1450. PMID: 29307764 <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2018.01.009>
81. Tonglet M, D’Orio V, Moens D, Lens FX, Alves J, Thoma M, et al. Impact of a prehospital discrimination between trauma patients with or without early acute coagulopathy of trauma and the need for damage control resuscitation: rationale and design of a multicenter randomized phase II trial. *Acta Chir Belg.* 2019;119(2):88–94. PMID: 29745298 <https://doi.org/10.1080/00015458.2018.1470276>
82. Baksaas-Aasen K, Van Dieren S, Balvers K, Juffermans NP, Næss PA, Rourke C, et al. Data-driven Development of ROTEM and TEG Algorithms for the Management of Trauma Hemorrhage: A Prospective Observational Multicenter Study. *Ann Surg.* 2019;270(6):1178–1185. PMID: 29794847 <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000002825>
83. Liu Y, Tang XF, Zhou Y, Chen B. Effect of massive blood transfusion on blood coagulation function and fibrinolytic system in patients with acute trauma. *Journal of Hainan Medical University.* 2017;23(6):755–758. <https://doi.org/10.13210/j.cnki.jhmu.20161115.005>
84. Prat NJ, Meyer AD, Ingalls NK, Trichereau J, DuBose JJ, Cap AP. Rotational thromboelastometry significantly optimizes transfusion practices for damage control resuscitation in combat casualties. *J Trauma Acute Care Surg.* 2017;83(3):373–380. PMID: 28846577 <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000001568>
85. Cohen J, Scorer T, Wright Z, Stewart IJ, Sosnow J, Pidcock H, et al. A prospective evaluation of thromboelastometry (ROTEM) to identify

- acute traumatic coagulopathy and predict massive transfusion in military trauma patients in Afghanistan. *Transfusion*. 2019;59(S2):1601–1607. PMID: 30980751 <https://doi.org/10.1111/trf.15176>
86. Griggs JE, Jeyanathan J, Joy M, Russell MQ, Durge N, Bootland D, et al. Mortality of civilian patients with suspected traumatic haemorrhage receiving pre-hospital transfusion of packed red blood cells compared to pre-hospital crystalloid. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2018;26(1):100. PMID: 30454067 <https://doi.org/10.1186/s13049-018-0567-1>
87. Hamidi M, Zeeshan M, Kulvatunyou N, Adun E, O'Keeffe T, Zakaria ER, et al. Outcomes After Massive Transfusion in Trauma Patients: Variability Among Trauma Centers. *J Surg Res*. 2019;234:110–115. PMID: 30527461 <https://doi.org/10.1016/j.jss.2018.09.018>
88. Bekdache O, Paradis T, Shen YBH, Elbahrawy A, Grushka J, Deckelbaum D, et al. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA): indications: advantages and challenges of implementation in traumatic non-compressible torso hemorrhage. *Trauma Surg Acute Care Open*. 2019;4(1):e000262. PMID: 31245615 <https://doi.org/10.1136/tsaco-2018-000262>
89. Northern DM, Manley JD, Lyon R, Farber D, Mitchell BJ, Filak KJ, et al. Recent advances in austere combat surgery: Use of aortic balloon occlusion as well as blood challenges by special operations medical forces in recent combat operations. *J Trauma Acute Care Surg*. 2018;85(1S Suppl 2):S98–S103. PMID: 29787545 <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000001966>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Сбитнев Игорь Вячеславович

студент кафедры скорой медицинской помощи и медицины катастроф ФГБОУ ВО «Тверской ГМУ» МЗ РФ;
<https://orcid.org/0000-0003-4433-8671>, swampsbitnev@yandex.ru;

40%: поиск и отбор литературы, написание текста

Рассказов Артём Романович

студент кафедры скорой медицинской помощи и медицины катастроф ФГБОУ ВО «Тверской ГМУ» МЗ РФ;
<https://orcid.org/0009-0007-0645-2410>, rv_temaa@mail.ru;

30%: поиск и отбор литературы, написание текста

Петрушин Максим Александрович

ассистент кафедры скорой медицинской помощи и медицины катастроф ФГБОУ ВО «Тверской ГМУ» МЗ РФ;
<https://orcid.org/0000-0002-2780-5138>, maxi.petrushin@yandex.ru;

20%: разработка концепции и дизайна исследования, редактирование текста, окончательное утверждение рукописи

Рева Виктор Александрович

доктор медицинских наук, преподаватель кафедры военно-полевой хирургии ФГБОУ ВО «ВМА им. С.М. Кирова» МО РФ;
<https://orcid.org/0000-0001-6705-9849>, pro3ektor@gmail.com;

10%: проверка принципиально важного интеллектуального содержания

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

The Concept of “Damage Control Resuscitation”: Scoping-Review

I.V. Sbitnev¹, A.R. Rasskazov¹, M.A. Petrushin¹✉, V.A. Reva²

Department of Emergency Medical Care and Disaster Medicine

¹ Tver State Medical University

Sovetskaya Str. 4, Tver, Russian Federation 170100

² S.M. Kirov Military Medical Academy

Akademika Lebedeva Str. 6Zh, Saint Petersburg, Russian Federation 194044

✉ Contacts: Maxim A. Petrushin, Assistant Professor, Department of Emergency Medical Care and Disaster Medicine, Tver State Medical University. Email: maxi.petrushin@yandex.ru

RELEVANCE The importance of damage control resuscitation (DCR) in patients with multiple trauma and massive bleeding is increasing, representing one of the major challenges facing modern healthcare in the Russian Federation. Over the past three years, there has been a rise in the number of injuries and their consequences, requiring a comprehensive approach to patient management in resuscitation practice.

THE AIM OF THE STUDY was to assess the structure of the current literature on the topic of damage control resuscitation and to conduct a qualitative analysis of publications within its areas.

MATERIAL AND METHODS We presented a scoping review of 5 years of studies devoted to the use of damage control resuscitation in polytrauma patients. The review was performed in accordance with the principles of PRISMA-ScR. The search was conducted in electronic databases: Pubmed, Cochrane, Google scholar, eLIBRARY, UpToDate and cyberleninka.

RESULTS We found 309 articles, 82 of which met the inclusion criteria. Of these, 30 publications contained all the data required for extraction, and 52 studied only 1 component of DCR. More than half of the sources were literature reviews (n=29) and retrospective studies (n=20). The most studied DCR issues were trauma-induced coagulopathy (n=15), massive blood transfusion (n=13), and prehospital treatment (n=13).

CONCLUSION Damage control resuscitation is a promising concept in intensive care for traumatic shock, combining massive blood transfusion, low-volume infusion therapy, correction of hypothermia and hypocalcemia, as well as a specific prehospital phase including respiratory support, early administration of tranexamic acid, and blood components. When combined with modern approaches, such as viscoelastic testing methods and endovascular techniques for bleeding control, along with the presence of qualified specialists, the care for patients with polytrauma has become more effective. However, several specific issues still require further research.

Keywords: damage control resuscitation, DCR, polytrauma, hemotransfusion, trauma-induced coagulopathy, traumatic shock, massive bleeding, prehospital stage
For citation: Sbitnev IV, Rasskazov AR, Petrushin MA, Reva VA. The Concept of “Damage Control Resuscitation”: Scoping-Review. *Russian Sklifosovsky Journal of Emergency Medical Care*. 2025;14(4):763–776. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2025-14-4-763-776> (in Russ.)

Conflict of interest Authors declare lack of the conflicts of interests

Acknowledgments, sponsorship The study has no sponsorship

Affiliations

Igor V. Sbitnev	Student, Department of Emergency Medical Care and Disaster Medicine, Tver State Medical University; https://orcid.org/0000-0003-4433-8671 , swampsbitnev@yandex.ru; 40%, literature search and selection, text writing
Artyom R. Rasskazov	Student, Department of Emergency Medical Care and Disaster Medicine, Tver State Medical University; https://orcid.org/0009-0007-0645-2410 , rv_temaa@mail.ru; 30%, literature search and selection, text writing
Maxim A. Petrushin	Assistant Professor, Department of Emergency Medical Care and Disaster Medicine, Tver State Medical University; http://orcid.org/0000-0002-2780-5138 , maxi.petrushin@yandex.ru; 20%, study concept and design development, text editing, final approval of the manuscript
Viktor A. Reva	Doctor of Medical Sciences, Lecturer, Department of Military Field Surgery, S.M. Kirov Military Medical Academy; http://orcid.org/0000-0001-6705-9849 , pro3ektor@gmail.com; 10%, verification of essential intellectual content

Received on 28.01.2025

Review completed on 16.02.2025

Accepted on 30.09.2025

Поступила в редакцию 28.01.2025

Рецензирование завершено 16.02.2025

Принята к печати 30.09.2025