

Обзор

<https://doi.org/10.23934/2223-9022-2025-14-1-178-185>

Борьба с болевым синдромом травматического генеза при оказании скорой медицинской помощи

В.Ю. Пиковский^{1,2} ✉, В.И. Баркляя¹, П.А. Давыдов²

Кафедра скорой медицинской помощи

¹ ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» МЗ РФ

127006, Российская Федерация, г. Москва, ул. Долгоруковская, д. 4

² ГБУ города Москвы «Станция скорой и неотложной медицинской помощи им. А.С. Пучкова» ДЗМ

129090, Российская Федерация, Москва, 1-й Коптевский пер., д. 3, стр. 1

✉ Контактная информация: Пиковский Вадим Юльевич, кандидат медицинских наук, доцент кафедры скорой медицинской помощи ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» МЗ РФ. Email: pikovskyvadim@rambler.ru

РЕЗЮМЕ

Обзор литературы посвящён современным принципам борьбы с болевым синдромом травматического генеза в практике скорой медицинской помощи. Описаны возможности оценки интенсивности боли, отражены доступные методы анальгезии, в том числе актуальные данные об ингаляционной анальгезии метоксифлураном.

Ключевые слова:

боль травматического генеза, обезболивание, скорая медицинская помощь, метоксифлуран

Ссылка для цитирования

Пиковский В.Ю., Баркляя В.И., Давыдов П.А. Борьба с болевым синдромом травматического генеза при оказании скорой медицинской помощи. *Журнал им. Н.В. Склифосовского Неотложная медицинская помощь*. 2025;14(1):178–185. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2025-14-1-178-185>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Благодарность, финансирование

Исследование не имеет спонсорской поддержки

ВАШ — визуально-аналоговая шкала
ДГЭ — догоспитальный этап
КШО — количественная шкала оценки

НПВП — нестероидные противовоспалительные препараты
СМП — скорая медицинская помощь

Боль сопровождает значительную часть патологических состояний и относится к отрицательной биологической потребности, формирующей перцептуально-мотивационный компонент функциональной системы, контролирующей два важнейших приспособительных результата — целостность покровных оболочек и уровень кислородного обеспечения тканей [1].

Боль можно определить как неприятные ощущения и эмоции, связанные с действительным или возможным повреждением тканей [2]. Часто она становится для пациента ведущим субъективным фактором, определяющим «качество жизни» как в остром периоде, так и при хронизации процесса [3, 4].

При этом недостаточное болеутоление, в том числе при травматических повреждениях, остаётся значимой проблемой на ранних этапах оказания медицинской помощи (как на догоспитальном этапе (ДГЭ), так и в приёмном отделении и отделении скорой медицинской помощи (СМП)) [5–7].

В 1989 году был предложен термин «олигоаналгезия» для описания отсутствия адекватного лечения боли с точки зрения дозировки и скорости введения обезболивающих препаратов у пациентов в отделениях СМП [8].

Продолжающаяся боль приводит не только к пролонгации страданий пациентов, но и способствует объективному утяжелению их состояния за счёт патологической стимуляции нейровегетативной, эндокринной

и медиаторной систем с последующей декомпенсацией, а также формирует хронический болевой синдром [3, 9]. Сохранение болевого синдрома может затруднять условия проведения лечебно-диагностических мероприятий, в том числе на ДГЭ, например, ограничивая проведение адекватной транспортной иммобилизации при скелетной травме [10].

Более того сохранение боли после обращения за медицинской помощью нередко становится причиной и аргументом судебных исков к врачам и лечебным учреждениям [11].

Несмотря на объективность её существования, боль всегда субъективна [2], что диктует необходимость оценки медицинским персоналом исходной степени выраженности болевого синдрома и эффективности его лечения. В экстренной ситуации для простоты применения наиболее широко используются одномерные шкалы оценки интенсивности боли, такие как 100-миллиметровая визуально-аналоговая шкала или *Visual Analogical Scale* (ВАШ) и 11-балльная количественная шкала оценки боли или *Numerical Rating Scale* (КШО). Они позволяют врачам лучше контролировать ситуацию и корректировать анальгезию на различных этапах оказания медицинской помощи, а также чрезвычайно удобны для большинства пациентов [7]. В частности было показано, что разница в 2 балла по КШО [12] или изменение на 13 мм по 100-миллиметровой ВАШ [13] в динамике терапии боли уже являются

ся клинически значимыми. Для облегчения интерпретации результатов возможен перевод количественных показателей шкал боли в вербальные категории, такие как лёгкая, умеренная или сильная боль [4].

Ранняя и полноценная коррекция болевого синдрома должна быть одной из основных задач медицинского персонала первичного звена, в том числе выездных бригад СМП [14]. Современные методы диагностики, доступные в условиях стационара, позволяют полноценно купировать острый болевой синдром на месте первичного контакта пациента с медицинским персоналом, а не «сохранять» продолжающуюся боль как основной диагностический критерий внутренних повреждений [15]. В литературе подчеркивается необходимость сместить приоритеты с предварительной полноценной диагностики основного состояния, являющегося причиной боли, на скорейшее непосредственное её облегчение [16]. Лечение боли необходимо проводить параллельно постановке диагноза, а степень её интенсивности следует оценивать исходно и повторно после проведения терапии [7].

В Российской Федерации болевой синдром является поводом для вызова СМП в экстренной форме [17], а профессиональные компетенции медицинского персонала позволяют проводить адекватную аналгезию при острой и хронической боли различного генеза [18–20]. Для достижения полноценного болеутоления на ДГЭ в настоящее время доступны различные методы аналгезии и широкий спектр обезболивающих препаратов. В оснащение выездной бригады СМП с этой целью включены: ингаляционные анестетики (закись азота), опиоиды (фентанил, морфин, трамадол), нестероидные противовоспалительные препараты (кеторолак, кетопрофен), общие анестетики (кетамин), местные анестетики в парентеральной форме и для местного применения (спрей, гель) [21].

Необходимо учитывать, что в понятие рациональной аналгезии наряду с эффективностью входит и безопасность, что наиболее важно при оказании СМП вне медицинской организации, особенно у пациентов в критических состояниях с нестабильной гемодинамикой и дыхательными нарушениями. В этих условиях, в том числе при массовых происшествиях, возможны технические затруднения со своевременным обеспечением сосудистого доступа, а нехватка медицинских сил на начальном этапе ограничивает постоянный контроль состояния пациентов, получивших сильнодействующие лекарственные препараты. Это диктует определённые требования к аналгетикам, применяемым при оказании СМП: удобные пути введения, быстрое достижение достаточного уровня обезболивания, управляемость, минимальное угнетающее влияние на жизненно важные функции организма, особенно в условиях критических состояний [22].

Ранее распространённые проводниковые методы обезболивания скелетной травмы местными анестетиками, такие как блокада места перелома, футлярная блокада, паравerteбральная блокада [23, 24], в настоящее время практически не применяются на ДГЭ. Во многом это связано со страхом потенциального развития технических и гнойно-септических осложнений. Большое внимание в литературе уделяется также системной токсичности местных анестетиков [25]. При этом в зарубежной практике наблюдается некоторый ренессанс региональной аналгезии, выполняемой, например, при переломах бедра параметиками на месте происшествия [26, 27].

Внутривенное введение лидокаина в качестве альтернативного опиоидам обезболивания, также набирающее популярность за рубежом как в анестезиологической практике [28, 29], так и в отделении СМП [30, 31], в нашей стране относится к *off-label* показаниям и публикации по его применению службой СМП отсутствуют.

Основными парентеральными аналгетиками, вводимыми на ДГЭ при острой сильной боли травматического генеза во всех возрастных группах, остаются морфин и фентанил [32]. Эффективность данных препаратов для купирования болевого синдрома несомненна, но характерные побочные эффекты (депрессия дыхания, вазоплегические реакции, угнетение сознания, формирование зависимости, высокий потенциал злоупотребления) заставляют с осторожностью применять их в условиях СМП и искать альтернативные решения [9, 14].

К сожалению, ряд фармакологических форм аналгетических препаратов, эффективно применяемых за рубежом (например, интраназальный фентанил-спрей [33]), в Российской Федерации не зарегистрированы.

Трамадол может быть альтернативой традиционным опиоидам при купировании умеренной боли травматического генеза на ДГЭ [34]. Являясь центральным аналгетиком, в терапевтических дозах он не вызывает опиоид-ассоциированную депрессию дыхания, но обладает более слабым болеутоляющим действием, чем морфин и фентанил. Значимым побочным эффектом парентерального введения трамадола является рвота [35].

Обзор зарубежной литературы демонстрирует возрождение интереса к использованию кетамина при тяжёлой травме как эффективного обезболивающего препарата с минимальным влиянием на функции дыхания и кровообращения [36, 37]. Опасения по поводу увеличения внутричерепного давления у пострадавших с черепно-мозговой травмой при применении кетамина не подтвердились [38]. Более того, методика дробного введения субнаркологических доз кетамина при сочетанной шокогенной травме и сохранённом сознании позволяла, избежав его ятрогенного угнетения, достигнуть полноценного болеутоления [39].

Для купирования болевого синдрома слабой и умеренной интенсивности при нетяжёлой травме в практике СМП применимы нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП). Наиболее отвечающим условиям ДГЭ в этой фармакологической группе является кеторолак, обладающий быстрым обезболивающим действием, превосходящий другие НПВП и трамадол и сходным по силе с морфином [40].

Описанные в литературе такие побочные эффекты кеторолака как диспептические явления, желудочно-кишечные кровотечения, острая почечная недостаточность, более ожидаемы при длительном курсовом приёме, а не однократном парентеральном введении и развивались реже, чем у других НПВП [41].

Несмотря на публикации, показавшие минимальное клиническое влияние кеторолака на гемостаз [42], необходимо с осторожностью назначать его на ДГЭ при подозрении на продолжающееся внутреннее кровотечение.

В недавней публикации было показано, что аналгетический эффект внутривенно введённого кеторолака при острой боли выраженной и сильной интенсивности был одинаков для доз и 30 мг (рекомендуемая

однократная доза), и 10 мг [43]. По мнению авторов, уменьшение эффективной дозы кеторолака может снизить потенциал побочных нежелательных эффектов препарата.

При большей интенсивности болевого синдрома целесообразна мультимодальная анальгезия, предполагающая комбинацию анальгетиков, влияющих одновременно на разные звенья проведения и восприятия болевой импульсации [44]. Наряду с высоким потенциалом болеутоления сочетание опиоидов (фентанил или трамадол) и кеторолака позволяет пролонгировать обезболивание без дополнительного повторного назначения препаратов во время медицинской эвакуации и за счёт этого минимизировать побочные эффекты данных фармакологических групп [45].

Ингаляционная анальгезия также широко продолжает применяться на ДГЭ. Её преимуществами перед парентеральным введением анальгетиков являются: неинвазивность, хорошая управляемость, отсутствие формирования наркотической зависимости [46].

Динитрогена оксид (закись азота) представляет собой неорганический газ, хранящийся в баллоне в сжиженном состоянии и являющийся слабым анестетиком с сильным анальгетическим потенциалом [47]. В условиях ДГЭ закись азота применяется у спонтанно дышащих пациентов в смеси с кислородом в соотношениях 2:1 или 1:1, вызывая болеутоление на 2–4-й минуте вдыхания из наркозного аппарата через лицевую маску. Применение закиси азота в смеси только с воздухом противопоказано. Во избежание развития диффузионной гипоксии методика анальгезии предполагает обязательное дыхание 100% кислородом в течение 2–4 минут после отключения закиси азота. Высокая скорость диффузирования закиси азота в полости тела ограничивает её применение при пневмотораксе, острой кишечной непроходимости, риске вентрикулярной гипертензии [48].

Другим ингаляционным анальгетиком, применяемым на ДГЭ, является метоксифлуран, представляющий собой летучий галогенированный углеводород, хранящийся во флаконах в виде парообразующей жидкости. Метоксифлуран широко использовали в клинической практике в качестве общего анестетика при хирургических вмешательствах в 1960-х годах, но в последующие десятилетия его применение в анестезиологии постепенно уменьшалось и полностью прекратилось из-за сообщений о выраженной дозозависимой нефротоксичности [49]. Механизм почечной дисфункции связали с повреждением проксимальных канальцев в результате высвобождения ионов фтора после ферментативного метаболизма лекарственного препарата при длительном применении в высоких (анестетических) дозах [50].

В режиме аутоаналгезии метоксифлуран продолжали применять для самостоятельного обезболивания пациентом с помощью одноразового ручного ингалятора в форме пластикового цилиндра с мундштуком [51]. Такое использование метоксифлурана в низких (анальгетических) дозах в режиме кратковременного прерывистого поступления, характерного для методики аутоаналгезии, не сопровождалось достижением потенциально токсической концентрации фторидов в крови пациентов. Свидетельство безопасности концентрации фторидов в крови у пациентов, использующих ингалятор с метоксифлураном для обезболивания при выполнении болезненных манипуляций, было недав-

но получено в контролируемом клиническом исследовании [52], продемонстрировавшим достижение максимального индивидуального уровня фторидов в крови 10 мкмоль/л, что значительно ниже признанного верхнего предела безопасности 40–50 мкмоль/л [50]. Это подтверждает данные об отсутствии повышенного риска нефро- и гепатотоксичности метоксифлурана в анальгетических дозах, полученные в предыдущих исследованиях [53, 54].

Применение метоксифлурана для анальгезии оставалось широко доступным в Австралии и Новой Зеландии и широко использовалось там с 1975 года для купирования острого болевого синдрома различного генеза выездными бригадами СМП и в приёмных отделениях, при травмах на производстве и на спортивных площадках, а также для обезболивания таких медицинских процедур, как смена повязок при ожогах, при колоноскопии, биопсии костного мозга и биопсии предстательной железы [51]. Недавно метоксифлуран был зарегистрирован в Великобритании и многих странах Европы для анальгезии при умеренной и сильной боли травматического генеза у взрослых [22].

Метоксифлуран с помощью ручного ингалятора может самостоятельно применяться пациентом после получения короткой инструкции путём осуществления вдохов через устройство для достижения адекватного обезболивания. Начальная доза составляет один флакон, содержащий 3 мл 99,9% метоксифлурана, заправленного в ингалятор. Облегчение боли наступает очень быстро — после 6–10 ингаляций, при этом один флакон обеспечивает обезболивание в течение 25–30 минут при непрерывном вдыхании (или дольше при периодическом использовании). Следует использовать самую низкую дозу препарата, необходимую для эффективного обезболивания. Максимальная доза метоксифлурана при однократном применении составляет 6 мл (2 флакона). Его применение в течение нескольких дней подряд не рекомендуется, а общая недельная доза не должна превышать 15 мл [22].

Метоксифлуран не подходит для лечения часто повторяющихся эпизодов травматической боли у одного и того же пациента или обострения боли у пациентов с хроническими болевыми синдромами. Он противопоказан при нарушении сознания или его изменённом состоянии любого генеза (включая травму головы, приём психотропных препаратов или алкоголя) и при риске злокачественной гипертермии [55].

Применение метоксифлурана в анальгетических дозах в условиях оказания СМП не оказывало влияния на сердечно-сосудистые и респираторные параметры [46, 56, 57]. Хотя последнее исследование не обнаружило какой-либо конкретной закономерности изменения систолического артериального давления у пациентов после анальгезии метоксифлураном в разных возрастных группах, следует проявлять осторожность при применении препарата у пожилых пациентов, принимающих бета-блокаторы в связи с возможностью снижения артериального давления [55].

При применении метоксифлурана в качестве наиболее распространённых нежелательных реакций, не приведших, однако, к прекращению лечения, наблюдались преходящие головокружение, головная боль, сонливость [54].

Анальгезия метоксифлураном осуществляется по открытому контуру, но в литературе отсутствуют какие-либо опубликованные сообщения о случаях

нефротоксичности, связанных с профессиональной экспозицией метоксифлурана. Согласно исследованию, в котором измерялось воздействие метоксифлурана на персонал в условиях стационарного оказания медицинской помощи, уровни экспозиции препарата для всех сотрудников за рабочую смену были существенно ниже расчётного максимального предела экспозиции [58, 59].

Анализ эффективности метоксифлурана в различных исследованиях продемонстрировал его высокий анальгетический потенциал при купировании острой боли травматического генеза на ранних этапах оказания СМП. В рандомизированном двойном слепом исследовании (STOP!) метоксифлуран характеризовался статистически значимым снижением показателей оценки боли по сравнению с плацебо у пациентов, поступающих в отделение СМП с острой болью вследствие травмы [54]. Медиана времени до достижения значительного обезболивания при лечении метоксифлураном была короткой (4 минуты) и сопоставимой со временем развития анальгезии, которое наблюдалось в других исследованиях с интраназальным фентанилом (11 минут) и внутривенным введением морфина (5 минут) [56, 60, 61].

Хотя метоксифлуран был менее эффективен, чем внутривенный морфин или интраназальный фентанил для облегчения умеренной или сильной боли в практике выездных бригад СМП, согласно крупному ($n=42844$) ретроспективному анализу [62] он обеспечивал более быстрое и (или) более выраженное болеутоление по сравнению с внутримышечным введением трамадола на ДГЭ или в отделении СМП [63].

Косвенное сравнительное исследование эффективности болеутоления при травме метоксифлураном и записью азота не выявило статистически значимых различий между этими двумя лекарственными препара-

татами, хотя через 15 минут доля пациентов, испытывающих облегчение боли, была выше при применении метоксифлурана [22]. В другом исследовании при сравнении качества обезболивания при проведении перевязок у ожоговых пациентов метоксифлуран показал большую эффективность по сравнению с записью азота [64]. Также метоксифлуран проявил себя более эффективным, чем запись азота, средством для болеутоления при травме на ДГЭ ещё в одном клиническом исследовании, отметившим, тем не менее, что применение метоксифлурана обходится дороже по сравнению с традиционными анальгетиками в расчёте на одного пролеченного пациента [65]. При этом необходимо отметить принципиальные различия в отношении простоты применения двух доступных на ДГЭ методов ингаляционной анальгезии. Метоксифлуран дозируется через компактный одноразовый ингалятор, в том числе самим пациентом в виде аутоанальгезии, тогда как анальгезия записью азота в отечественной практике проводится только медицинским персоналом с помощью довольно тяжёлого наркозного аппарата. Лёгкость при переноске особенно желательна в условиях оказания СМП в отдалённых или труднодоступных местах и ситуациях с массовыми жертвами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, современный арсенал анальгетиков, доступных на ранних этапах оказания СМП при травмах, позволяет обеспечить рациональное болеутоление с учётом медицинской обстановки и конкретной клинической ситуации. В частности, ингаляционное обезболивание метоксифлураном является эффективной и безопасной альтернативой парентеральным анальгетикам за счёт неинвазивного пути введения, простоты использования и быстрого начала действия, что особенно важно в условиях массовых катастроф.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Калужный Л.В. Физиологические механизмы регуляции болевой чувствительности. Москва: Медицина; 1984.
2. Шухов В.С. Боль. Клинические рекомендации по ведению больных с различными болевыми синдромами. *Русский медицинский журнал*. 2004;(7):437–444.
3. European Society for Emergency Medicine. Guidelines for the management of acute pain in emergency situations; 2020. Available from: https://www.eusem.org/images/EUSEM_EPI_GUIDELINES_MARCH_2020.pdf. (Accessed February 28, 2025.)
4. Boonstra AM, Stewart RE, Köke AJ, Oosterwijk RF, Swaan JL, Schreurs KM, et al. Cut-off points for mild, moderate and severe pain on numeric rating scale for pain in patients with chronic musculoskeletal pain: variability and influence of sex and catastrophizing. *Front Psychol*. 2016;7:1466. PMID: 27746750 <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01466> eCollection 2016.
5. Lynch ME. The need for a Canadian pain strategy. *Pain Res Manag*. 2011;16(2):77–80. PMID: 21499581 <https://doi.org/10.1155/2011/654651>
6. Dale J, Bjornsen LP. Assessment of pain in a Norwegian emergency department. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2015;23:86. PMID: 26514633 <https://doi.org/10.1186/s13049-015-0166-3>
7. Mura P, Serra E, Marinangeli F, Patti S, Musu M, Piras I, et al. Prospective study on prevalence, intensity, type, and therapy of acute pain in a second-level urban emergency department. *J Pain Res*. 2017;10:2781–2788. PMID: 29263692 <https://doi.org/10.2147/JPR.S137992> eCollection 2017.
8. Wilson JE, Pendleton JM. Oligoanalgesia in the emergency department. *Am J Emerg Med*. 1989;7(6):620–623. PMID: 2803557 [https://doi.org/10.1016/0735-6757\(89\)90286-6](https://doi.org/10.1016/0735-6757(89)90286-6)
9. Tainter CR. An evidence-based approach to traumatic pain management in the emergency department. *Emerg Med Pract*. 2012;14(8):1–26. PMID: 22916717
10. Berben SA, Schoonhoven L, Meijs TH, van Vugt AB, van Grunsven PM. Prevalence and relief of pain in trauma patients in emergency medical services. *Clin J Pain*. 2011;27(7):587–592. PMID: 21505324 <https://doi.org/10.1097/AJP.0b013e3182169036>
11. Hall JK, Boswell MV. Ethics, law, and pain management as a patient right. *Pain Physician*. 2009;12(3):499–506. PMID: 19461819
12. Farrar JT, Berlin JA, Strom BL. Clinically important changes in acute pain outcome measures: a validation study. *J Pain Symptom Manage*. 2003;25(5):406–411. PMID: 12727037 [https://doi.org/10.1016/s0885-3924\(03\)00162-3](https://doi.org/10.1016/s0885-3924(03)00162-3)
13. Gallagher EJ, Liebman M, Bijur PE. Prospective validation of clinically important changes in pain severity measured on a visual analog scale. *Ann Emerg Med*. 2001;38:633–638. PMID: 11719741 <https://doi.org/10.1067/mem.2001.118863>
14. Gausche-Hill M, Brown KM, Oliver ZJ, Sasson C, Dayan PS, Eschmann NM, et al. An evidence-based guideline for prehospital analgesia in trauma. *Prehosp Emerg Care*. 2014;18(Suppl 1):25–34. PMID: 24279813 <https://doi.org/10.3109/10903127.2013.844873>
15. Fabbri A, Voza A, Riccardi A, Serra S, Iaco F; Study and Research Center of the Italian Society of Emergency Medicine (SIMEU). The Pain Management of Trauma Patients in the Emergency Department. *J Clin Med*. 2023;12(9):3289. PMID: 37176729. <https://doi.org/10.3390/jcm12093289>.
16. Hatherley C, Jennings N, Cross R. Time to analgesia and pain score documentation best practice standards for the emergency department – a literature review. *Australas Emerg Nurs J*. 2016;19(1):26–36. PMID: 26718064 <https://doi.org/10.1016/j.aenj.2015.11.001>
17. Приказ Минздрава России от 20 июня 2013 года № 388н «Об утверждении Порядка оказания скорой, в том числе скорой специализированной, медицинской помощи (с изменениями на 21 февраля 2020 года)». Москва; 2020. URL: <https://static0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attaches/000/053/356/original/388f.pdf?1608118780> (Дата обращения 03.03.2025)
18. Приказ Минтруда России от 14.03.2018 № 133н «Об утверждении профессионального стандарта «Врач скорой медицинской помощи». Москва; 2018. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201804090002> (Дата обращения 03.03.2025)
19. Приказ Минтруда России от 27.08.2018 № 554н «Об утверждении профессионального стандарта «Врач анестезиолог-реаниматолог».

- лог». Москва; 2018. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201809170020> (Дата обращения 03.03.2025)
20. Приказ Минтруда России от 13.01.2021 № 3н «Об утверждении профессионального стандарта «Фельдшер скорой медицинской помощи». Москва; 2021. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202104120032> (Дата обращения 03.03.2025)
 21. Приказ Минздрава России от 28.10.2020 № 1165н «Об утверждении требований к комплектации лекарственными препаратами и медицинскими изделиями укладок и наборов для оказания скорой медицинской помощи» (с изменениями и дополнениями). Москва; 2020. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202011260027> (Дата обращения 03.03.2025)
 22. Porter KM, Siddiqui MK, Sharma I, Dickerson S, Eberhardt A. Management of trauma pain in the emergency setting: low-dose methoxyflurane or nitrous oxide? A systematic review and indirect treatment comparison. *J Pain Res.* 2018;11:11–21. PMID: 29302193 <https://doi.org/10.2147/JPR.S150600> Collection 2018.
 23. Михайлович В.А., Мирошниченко А.Г. (ред.) *Руководство для врачей скорой медицинской помощи: учебное пособие для системы послевузовского профессионального образования врачей.* 4-е изд. Санкт-Петербург; 2007.
 24. Багненко С.Ф. (ред.) *Скорая медицинская помощь. Клинические рекомендации.* Москва; 2023.
 25. Wadlund DL. Local anesthetics system toxicity. *AORN J.* 2017;106(5):367–377. PMID: 29107256 <https://doi.org/10.1016/j.aorn.2017.08.015>
 26. McRae PJ, Bendall JC, Madigan V, Middleton PM. Paramedic-performed fascia iliaca compartment block for femoral fractures: a controlled trial. *J Emerg Med.* 2015;48(5):581–589. PMID: 25661312 <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2014.12.016>
 27. Slade S, Hanna E, Pohlkamp-Hartt J, Savage DW, Ohle R. Efficacy of Fascia Iliaca Compartment Blocks in Proximal Femoral Fractures in the Prehospital Setting: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Prehosp Disaster Med.* 2023;38(2):252–258. PMID: 36912109 <https://doi.org/10.1017/S1049023X23000298>
 28. Bakan M, Umutoglu T, Topuz U, Uysal H, Bayram M, Kadioglu H, et al. Opioid-free total intravenous anesthesia with propofol, dexmedetomidine and lidocaine infusions for laparoscopic cholecystectomy: a prospective, randomized, double-blinded study. *Rev Bras Anesthesiol.* 2015;65(3):191–199. PMID: 25925031 <https://doi.org/10.1016/j.bjane.2014.05.001>
 29. Weibel S, Jelting Y, Pace NL, Helf A, Eberhart LH, Hahnenkamp K, et al. Continuous intravenous perioperative lidocaine infusion for postoperative pain and recovery in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2018;6(6):CD009642. PMID: 29864216 <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009642.pub3>
 30. Farahmand S, Hamrah H, Arbab M, Sedaghat M, Basir Ghafouri H, Bagheri-Hariri S. Pain management of acute limb trauma patients with intravenous lidocaine in emergency department. *Am J Emerg Med.* 2018;36(7):1231–1235. PMID: 29254669 <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2017.12.027>
 31. Clattenburg EJ, Nguyen A, Yoo T, Flores S, Hailoizian C, Louie D, et al. Intravenous lidocaine provides similar analgesia to intravenous morphine for undifferentiated severe pain in the emergency department: a pilot, unblinded randomized controlled trial. *Pain Med.* 2019;20(4):834–839. PMID: 29741660 <https://doi.org/10.1093/pm/pny031>
 32. Hewes HA, Dai M, Mann NC, Baca T, Taillac P. Prehospital pain management: disparity by age and race. *Prehosp Emerg Care.* 2018;22(2):189–197. PMID: 28956669 <https://doi.org/10.1080/10903512.2017.1367444>
 33. Hoeffe J, Doyon Trottier E, Bailey B, Shellshear D, Lagacé M, Sutter C, et al. Intranasal fentanyl and inhaled nitrous oxide for fracture reduction: the FAN observational study. *Am J Emerg Med.* 2017;35(5):710–715. PMID: 28190665 <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2017.01.004>
 34. Vergnion M, Degesves S, Garcet L, Magotteaux V. Tramadol, an alternative to morphine for treating posttraumatic pain in the prehospital situation. *Anesth Analg.* 2001;92(6):1543–1546. PMID: 11375843 <https://doi.org/10.1097/00000539-200106000-00039>
 35. Beakley BD, Kaye AM, Kaye AD. Tramadol, pharmacology, side effects, and serotonin syndrome: a review. *Pain Physician.* 2015;18(4):395–400. PMID: 26218943
 36. Svenson JE, Abernathy MK. Ketamine for prehospital use: new look at an old drug. *Am J Emerg Med.* 2007;25(8):977–980. PMID: 17920984 <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2007.02.040>
 37. Zietlow J, Berns K, Jenkins D, Zietlow S. Prehospital use of ketamine: effectiveness in critically ill and injured patients. *Mil Med.* 2019;184(Suppl 1):542–544. PMID: 30901477 <https://doi.org/10.1093/milmed/usy422>
 38. Rueda Carrillo L, Garcia KA, Yalcin N, Shah M. Ketamine and its Emergence in the field of neurology. *Cureus.* 2022;14(7):e27389. PMID: 36046286 <https://doi.org/10.7759/cureus.27389> eCollection 2022 Jul.
 39. Reede K, Bartholomew R, Nielsen D, Ahmeti M, Zreik K. Ketamine in Trauma: A Literature Review and Administration Guidelines. *Cureus.* 2023;15(11):e48099. PMID: 37920424 <https://doi.org/10.7759/cureus.48099>
 40. Верткин А.Л., Тополянский А.В., Вовк Е.И., Наумов А.В. Место кеторолака в терапии острых болевых синдромов на догоспитальном этапе. *Врач скорой помощи.* 2006;(6):1–6.
 41. Forrest JB, Camu F, Greer IA, Kehlet H, Abdalla M, Bonnet F, et al.; POINT Investigators. Ketorolac, diclofenac, and ketoprofen are equally safe for pain relief after major surgery. *Br J Anaesth.* 2002;88(2):227–233. PMID: 11883386 <https://doi.org/10.1093/bja/88.2.227>
 42. Gobble RM, Hoang HL, Kachniarz B, Orgill DP. Ketorolac does not increase perioperative bleeding: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Plast Reconstr Surg.* 2014;133(3):741–755. PMID: 24572864 <https://doi.org/10.1097/01.prs.0000438459.60474.b5>
 43. Motov S, Yasavolian M, Likourezos A, Pushkar I, Hossain R, Drapkin J, et al. Comparison of intravenous ketorolac at three single-dose regimens for treating acute pain in the emergency department: a randomized controlled trial. *Ann Emerg Med.* 2017;70(2):177–184. PMID: 27993418 <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2016.10.014>
 44. McCarthy DT. Prehospital analgesia: multimodal considerations. *Br J Anaesth.* 2013;110(5):849. PMID: 23599525 <https://doi.org/10.1093/bja/aet094>
 45. Пиковский В.Ю., Баркляя В.И. Применение ненаркотического анальгетика кеторола на догоспитальном этапе. *Скорая медицинская помощь.* 2009;(3):53–57.
 46. Coffey F, Dissmann P, Mirza K, Lomax M. Methoxyflurane analgesia in adult patients in the emergency department: a subgroup analysis of a randomized, double-blind, placebo-controlled study (STOP!). *Adv Ther.* 2016;33:2012–2031. PMID: 27567918 <https://doi.org/10.1007/s12325-016-0405-7>
 47. Ducassé JL, Siksik G, Durand-Béchu M, Couarraze S, Vallé B, Lecoues N, et al. Nitrous oxide for early analgesia in the emergency setting: a randomized, double-blind multicenter prehospital trial. *Acad Emerg Med.* 2013;20(2):178–184. PMID: 23406077 <https://doi.org/10.1111/acem.12072>
 48. Калви Т.Н., Уильямс Н.Е. *Фармакология для анестезиолога.* Москва; 2007.
 49. Davies DM, Ferner RE, de Glanville H. *Davies' textbook of adverse drug reactions.* 5th edition. London, Chapman and Hall Medical; 1998.
 50. Cousins ML, Mazze RI. Methoxyflurane nephrotoxicity. A study of dose-response in man. *JAMA.* 1973;225:1611–1616. PMID: 4740737 <https://doi.org/10.1001/jama.225.13.1611>
 51. Dayan AD. Analgesic use of inhaled methoxyflurane: evaluation of its potential nephrotoxicity. *Hum Exp Toxicol.* 2016;35(1):91–100. PMID: 25926525 <https://doi.org/10.1177/0960327115578743>
 52. Spruyt O, Westerman D, Milner A, Bressel M, Wein S. A randomised, double-blind, placebo-controlled study to assess the safety and efficacy of methoxyflurane for procedural pain of a bone marrow biopsy. *BMJ Support Palliat Care.* 2014;4(4):342–348. PMID: 24644183 <https://doi.org/10.1136/bmjspcare-2013-000447>
 53. Jacobs IG. Health effects of patients given methoxyflurane in the pre-hospital setting: a data linkage study. *Open Emerg Med J.* 2010;3:7–13. <https://doi.org/10.2174/1876542401003010007>
 54. Coffey F, Wright J, Hartshorn S, Hunt P, Locker T, Mirza K, et al. STOP!: a randomised, double-blind, placebo-controlled study of the efficacy and safety of methoxyflurane for the treatment of acute pain. *Emerg Med J.* 2014;31(8):613–618. PMID: 24743584 <https://doi.org/10.1136/emmermed-2013-202909>
 55. Blair HA, Frampton JE. Methoxyflurane: a review in trauma pain. *Clin Drug Investig.* 2016;36(12):1067–1073. PMID: 27738897 <https://doi.org/10.1007/s40261-016-0473-0>
 56. Johnston S, Wilkes GJ, Thompson JA, Ziman M, Brightwell R. Inhaled methoxyflurane and intranasal fentanyl for prehospital management of visceral pain in an Australian ambulance service. *Emerg Med J.* 2011;28(1):57–63. PMID: 20466829 <https://doi.org/10.1136/emj.2009.078717>
 57. Oxer HF. Effects of Pentrox (methoxyflurane) as an analgesic on cardiovascular and respiratory functions in the pre-hospital setting. *J Mil Veterans Health.* 2016;24:14–20. <https://doi.org/10.2021-18784211/JMVH Vol 24 No 2>
 58. Frangos J, Mikkonen., Down C. Derivation of an occupational exposure limit for an inhalation analgesic methoxyflurane (Pentrox). *Regul Toxicol Pharmacol.* 2016;80:210–225. PMID: 27181451 <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2016.05.012>
 59. Ruff R, Kerr S, Kerr D, Zalberg D, Stevens J. Occupational exposure to methoxyflurane administered for procedural sedation: an observational study of 40 exposures. *Br J Anaesth.* 2018;120(6):1435–1437. PMID: 29793614 <https://doi.org/10.1016/j.bja.2018.01.029>
 60. Borland M, Jacobs I, King B, O'Brien D. A randomized controlled trial comparing intranasal fentanyl to intravenous morphine for managing acute pain in children in the emergency department. *Ann Emerg Med.* 2007;49(3):335–340. PMID: 17067720 <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2006.06.016>
 61. Tvieta T, Thoner J, Klestad P, Dale O, Jystad A, Borchgrevink PC. A controlled comparison between single doses of intravenous and intramuscular morphine with respect to analgesic effects and patient safety. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2008;52(7):920–925. PMID: 18702754 <https://doi.org/10.1111/j.1399-6576.2008.01608.x>

62. Middleton PM, Simpson PM, Sinclair G, Dobbins TA, Math B, Bendall JC. Effectiveness of morphine, fentanyl, and methoxyflurane in the prehospital setting. *Prehosp Emerg Care*. 2010;14(4):439–447. PMID: 20809687 <https://doi.org/10.3109/10903127.2010.497896>
 63. Lim KJ, Koh ZX, Ng YY, Fook-Chong S, Ho AFW, Doctor NE, et al. Comparison of inhalational methoxyflurane (Pentrox®) and intramuscular tramadol for prehospital analgesia. *Singapore Med J*. 2021;62(6):281–286. PMID: 31279922 <https://doi.org/10.11622/smedj.2020035>
 64. Verdier J, Leduc A, Duteille F, Bertrand-Vasseur A, Perrot P. Use of methoxyflurane on acute pain during burn dressing in adult consultation. *Ann Chir Plast Esthet*. 2020;65(2):141–146. PMID: 31300241 <https://doi.org/10.1016/j.anplas.2019.06.007>
 65. Smith MD, Rowan E, Spaight R, Siriwardena AN. Evaluation of the effectiveness and costs of inhaled methoxyflurane versus usual analgesia for prehospital injury and trauma: non-randomised clinical study. *BMC Emerg Med*. 2022;22(1):122. PMID: 35799131 <https://doi.org/10.1186/s12873-022-00664-y>
- ## REFERENCES
1. Kalyuzhnyy LV. *Fiziologicheskie mekhanizmy regulyatsii bolevoy chuvstvitelnosti*. Moscow: Meditsina Publ.; 1984. (In Russ.)
 2. Shukhov VS. Bol'. *Klinicheskie rekomendatsii po vedeniyu bol'nykh s razlichnymi bolevymi sindromami*. RMJ. 2004;(7):437–444 (In Russ.)
 3. European Society for Emergency Medicine. Guidelines for the management of acute pain in emergency situations; 2020. Available from: https://www.eusem.org/images/EUSEM_EPI_GUIDELINES_MARCH_2020.pdf. (Accessed February 28, 2025.)
 4. Boonstra AM, Stewart RE, Köke AJ, Oosterwijk RF, Swaan JL, Schreurs KM, et al. Cut-off points for mild, moderate and severe pain on numeric rating scale for pain in patients with chronic musculoskeletal pain: variability and influence of sex and catastrophizing. *Front Psychol*. 2016;7:1466. PMID: 27746750 <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01466> eCollection 2016.
 5. Lynch ME. The need for a Canadian pain strategy. *Pain Res Manag*. 2011;16(2):77–80. PMID: 21499581 <https://doi.org/10.1155/2011/654651>
 6. Dale J, Bjornsen LP. Assessment of pain in a Norwegian emergency department. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2015;23:86. PMID: 26514633 <https://doi.org/10.1186/s13049-015-0166-3>
 7. Mura P, Serra E, Marinangeli F, Patti S, Musu M, Piras I, et al. Prospective study on prevalence, intensity, type, and therapy of acute pain in a second-level urban emergency department. *J Pain Res*. 2017;10:2781–2788. PMID: 29263692 <https://doi.org/10.2147/JPR.S137992> eCollection 2017.
 8. Wilson JE, Pendleton JM. Oligoanalgesia in the emergency department. *Am J Emerg Med*. 1989;7(6):620–623. PMID: 2803357 [https://doi.org/10.1016/0735-6757\(89\)90286-6](https://doi.org/10.1016/0735-6757(89)90286-6)
 9. Tainter CR. An evidence-based approach to traumatic pain management in the emergency department. *Emerg Med Pract*. 2012;14(8):1–26. PMID: 22916717
 10. Berben SA, Schoonhoven L, Meijs TH, van Vugt AB, van Grunsven PM. Prevalence and relief of pain in trauma patients in emergency medical services. *Clin J Pain*. 2011;27(7):587–592. PMID: 21505324 <https://doi.org/10.1097/AJP.0b013e3182169036>
 11. Hall JK, Boswell MV. Ethics, law, and pain management as a patient right. *Pain Physician*. 2009;12(3):499–506. PMID: 19461819
 12. Farrar JT, Berlin JA, Strom BL. Clinically important changes in acute pain outcome measures: a validation study. *J Pain Symptom Manage*. 2003;25(5):406–411. PMID: 12727037 [https://doi.org/10.1016/s0885-3924\(03\)00162-3](https://doi.org/10.1016/s0885-3924(03)00162-3)
 13. Gallagher EJ, Liebman M, Bijur PE. Prospective validation of clinically important changes in pain severity measured on a visual analog scale. *Ann Emerg Med*. 2001;38:633–638. PMID: 11719741 <https://doi.org/10.1067/mem.2001.118863>
 14. Gausche-Hill M, Brown KM, Oliver ZJ, Sasson C, Dayan PS, Eschmann NM, et al. An evidence-based guideline for prehospital analgesia in trauma. *Prehosp Emerg Care*. 2014;18(Suppl 1):25–34. PMID: 24279813 <https://doi.org/10.3109/10903127.2013.844873>
 15. Fabbri A, Voza A, Riccardi A, Serra S, Iaco F; Study and Research Center of the Italian Society of Emergency Medicine (SIMEU). The Pain Management of Trauma Patients in the Emergency Department. *J Clin Med*. 2023;12(9):3289. PMID: 37176729. <https://doi.org/10.3390/jcm12093289>.
 16. Hatherley C, Jennings N, Cross R. Time to analgesia and pain score documentation best practice standards for the emergency department – a literature review. *Australas Emerg Nurs J*. 2016;19(1):26–36. PMID: 26718064 <https://doi.org/10.1016/j.aenj.2015.11.001>
 17. Prikaz Minzdrava Rossii ot 20 iyunya 2013 goda No 388n “Ob utverzhdenii Poryadka okazaniya skoroy, v tom chisle skoroy spetsializirovannoy, meditsinskoy pomoshchi (s izmeneniyami na 21 fevralya 2020 goda)”. Moscow; 2020. (In Russ.) Available at: <https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attaches/000/053/356/original/388f.pdf?1608118780> (Accessed 03.03.2025)
 18. Prikaz Mintruda Rossii ot 14.03.2018 No 133n “Ob utverzhdenii professional'nogo standarta “Vrach skoroy meditsinskoy pomoshchi”. Moscow; 2018. (In Russ.) Available at: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201804090002> (Accessed 03.03.2025)
 19. Prikaz Mintruda Rossii ot 27.08.2018 No 554n “Ob utverzhdenii professional'nogo standarta “Vrach anesteziolog-reanimatolog”. Moscow; 2018. (In Russ.) Available at: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201809170020> (Accessed 03.03.2025)
 20. Prikaz Mintruda Rossii ot 13.01.2021 No 3n “Ob utverzhdenii professional'nogo standarta “Fel'dsher skoroy meditsinskoy pomoshchi”. Moscow; 2021. (In Russ.) Available at: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202104120032> (Accessed 03.03.2025)
 21. Prikaz Minzdrava Rossii ot 28.10.2020 No 1165n “Ob utverzhdenii trebovaniy k komplektsii lekarstvennykh preparatami i meditsinskimi izdeliyami ukladok i naborov dlya okazaniya skoroy meditsinskoy pomoshchi” (s izmeneniyami i dopolneniyami)”. Moscow; 2020. (In Russ.) Available at: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202011260027> (Accessed 03.03.2025)
 22. Porter KM, Siddiqui MK, Sharma I, Dickerson S, Eberhardt A. Management of trauma pain in the emergency setting: low-dose methoxyflurane or nitrous oxide? A systematic review and indirect treatment comparison. *J Pain Res*. 2018;11:11–21. PMID: 29302193 <https://doi.org/10.2147/JPR.S150600> Collection 2018.
 23. Mikhaylovich VA, Miroshnichenko AG. (eds.) *Rukovodstvo dlya vrachey skoroy meditsinskoy pomoshchi*. 4th ed. Saint Petersburg; 2007. (In Russ.)
 24. Bagnenko SF (ed.) *Skoraya meditsinskaya pomoshch'. Klinicheskie rekomendatsii*. Moscow; 2023. (In Russ.)
 25. Wadlund DL. Local anesthetic systemic toxicity. *AORN J*. 2017;106(5):367–377. PMID: 29107256 <https://doi.org/10.1016/j.aorn.2017.08.015>
 26. McRae PJ, Bendall JC, Madigan V, Middleton PM. Paramedic-performed fascia iliaca compartment block for femoral fractures: a controlled trial. *J Emerg Med*. 2015;48(5):581–589. PMID: 25661312 <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2014.12.016>
 27. Slade S, Hanna E, Pohlkamp-Hartt J, Savage DW, Ohle R. Efficacy of Fascia Iliaca Compartment Blocks in Proximal Femoral Fractures in the Prehospital Setting: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Prehosp Disaster Med*. 2023;38(2):252–258. PMID: 36912109 <https://doi.org/10.1017/S1049023X23000298>
 28. Bakan M, Umutoglu T, Topuz U, Uysal H, Bayram M, Kadioglu H, et al. Opioid-free total intravenous anesthesia with propofol, dexmedetomidine and lidocaine infusions for laparoscopic cholecystectomy: a prospective, randomized, double-blinded study. *Rev Bras Anesthesiol*. 2015;65(3):191–199. PMID: 25925031 <https://doi.org/10.1016/j.bjane.2014.05.001>
 29. Weibel S, Jeltjens Y, Pace NL, Helf A, Eberhart LH, Hahnenkamp K, et al. Continuous intravenous perioperative lidocaine infusion for postoperative pain and recovery in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018;6(6):CD009642. PMID: 29864216 <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009642.pub3>
 30. Farahmand S, Hamrah H, Arbab M, Sedaghat M, Basir Ghafouri H, Bagheri-Hariri S. Pain management of acute limb trauma patients with intravenous lidocaine in emergency department. *Am J Emerg Med*. 2018;36(7):1231–1235. PMID: 29254669 <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2017.12.027>
 31. Clattenberg EJ, Nguyen A, Yoo T, Flores S, Hailoizian C, Louie D, et al. Intravenous lidocaine provides similar analgesia to intravenous morphine for undifferentiated severe pain in the emergency department: a pilot, unblinded randomized controlled trial. *Pain Med*. 2019;20(4):834–839. PMID: 29741660 <https://doi.org/10.1093/pm/pny031>
 32. Hewes HA, Dai M, Mann NC, Baca T, Taillac P. Prehospital pain management: disparity by age and race. *Prehosp Emerg Care*. 2018;22(2):189–197. PMID: 28956669 <https://doi.org/10.1080/10903127.2017.1367444>
 33. Hoeffe J, Doyon Trottier E, Bailey B, Shellshear D, Lagacé M, Sutter C, et al. Intranasal fentanyl and inhaled nitrous oxide for fracture reduction: the FAN observational study. *Am J Emerg Med*. 2017;35(5):710–715. PMID: 28190665 <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2017.01.004>
 34. Vergnion M, Degesves S, Garcet L, Magotteaux V. Tramadol, an alternative to morphine for treating posttraumatic pain in the prehospital situation. *Anesth Analg*. 2001;92(6):1543–1546. PMID: 11375843 <https://doi.org/10.1097/0000539-200106000-00039>
 35. Beakley BD, Kaye AM, Kaye AD. Tramadol, pharmacology, side effects, and serotonin syndrome: a review. *Pain Physician*. 2015;18(4):395–400. PMID: 26218943
 36. Svenson JE, Abernathy MK. Ketamine for prehospital use: new look at an old drug. *Am J Emerg Med*. 2007;25(8):977–980. PMID: 17920984 <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2007.02.040>
 37. Zietlow J, Berns K, Jenkins D, Zietlow S. Prehospital use of ketamine: effectiveness in critically ill and injured patients. *Mil Med*.

- 2019;184(Suppl 1):542–544. PMID: 30901477 <https://doi.org/10.1093/milmed/usy422>
38. Rueda Carrillo L, Garcia KA, Yalcin N, Shah M. Ketamine and its Emergence in the field of neurology. *Cureus*. 2022;14(7):e27389. PMID: 36046286 <https://doi.org/10.7759/cureus.27389> eCollection 2022 Jul.
 39. Reede K, Bartholomew R, Nielsen D, Ahmeti M, Zreik K. Ketamine in Trauma: A Literature Review and Administration Guidelines. *Cureus*. 2023;15(11):e48099. PMID: 37920424 <https://doi.org/10.7759/cureus.48099>
 40. Vertkin AL, Topolyanskiy AV, Vovk EI, Naumov AV. Mesto ketorolaka v terapii ostrykh bolevykh sindromov na dogospital'nom etape. *Ambulance Doctor*. 2006;(6):1–6. (In Russ.)
 41. Forrest JB, Camu F, Greer IA, Kehlet H, Abdalla M, Bonnet F, et al.; POINT Investigators. Ketorolac, diclofenac, and ketoprofen are equally safe for pain relief after major surgery. *Br J Anaesth*. 2002;88(2):227–233. PMID: 11883386 <https://doi.org/10.1093/bja/88.2.227>
 42. Gobbe RM, Hoang HL, Kachniarz B, Orgill DP. Ketorolac does not increase perioperative bleeding: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Plast Reconstr Surg*. 2014;133(3):741–755. PMID: 24572864 <https://doi.org/10.1097/01.prs.0000438459.60474.b5>
 43. Motov S, Yasavolian M, Likourezos A, Pushkar I, Hossain R, Drapkin J, et al. Comparison of intravenous ketorolac at three single-dose regimens for treating acute pain in the emergency department: a randomized controlled trial. *Ann Emerg Med*. 2017;70(2):177–184. PMID: 27993418 <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2016.10.014>
 44. McCarthy DT. Prehospital analgesia: multimodal considerations. *Br J Anaesth*. 2013;110(5):849. PMID: 23599525 <https://doi.org/10.1093/bja/aet094>
 45. Pikovskiy VY, Barklaya VI. Ketorol at a Prehospital Stage. *Emergency Medical Care*. 2009;(3):53–57. (In Russ.)
 46. Coffey F, Dissmann P, Mirza K, Lomax M. Methoxyflurane analgesia in adult patients in the emergency department: a subgroup analysis of a randomized, double-blind, placebo-controlled study (STOP!). *Adv Ther*. 2016;33:2012–2031. PMID: 27567918 <https://doi.org/10.1007/s12325-016-0405-7>
 47. Ducassé JL, Siksik G, Durand-Béchu M, Couarrazze S, Vallé B, Lecoules N, et al. Nitrous oxide for early analgesia in the emergency setting: a randomized, double-blind multicenter prehospital trial. *Acad Emerg Med*. 2013;20(2):178–184. PMID: 23406077 <https://doi.org/10.1111/acem.12072>
 48. Kalvi TN, Uil'yams NE. *Farmakologiya dlya anesteziologa*. Moscow; 2007. (In Russ.)
 49. Davies DM, Ferner RE, de Glanville H. *Davies' textbook of adverse drug reactions*. 5th edition. London, Chapman and Hall Medical; 1998.
 50. Cousins ML, Mazze RI. Methoxyflurane nephrotoxicity. A study of dose-response in man. *JAMA*. 1973;225:1611–1616. PMID: 4740737 <https://doi.org/10.1001/jama.225.13.1611>
 51. Dayan AD. Analgesic use of inhaled methoxyflurane: evaluation of its potential nephrotoxicity. *Hum Exp Toxicol*. 2016;35(1):91–100. PMID: 25926525 <https://doi.org/10.1177/0960327115578743>
 52. Spruyt O, Westerman D, Milner A, Bressel M, Wein S. A randomised, double-blind, placebo-controlled study to assess the safety and efficacy of methoxyflurane for procedural pain of a bone marrow biopsy. *BMJ Support Palliat Care*. 2014;4(4):342–348. PMID: 24644183 <https://doi.org/10.1136/bmjspcare-2013-000447>
 53. Jacobs IG. Health effects of patients given methoxyflurane in the pre-hospital setting: a data linkage study. *Open Emerg Med J*. 2010;3:7–13. <https://doi.org/10.2174/1876542401003010007>
 54. Coffey F, Wright J, Hartshorn S, Hunt P, Locker T, Mirza K, et al. STOP!: a randomised, double-blind, placebo-controlled study of the efficacy and safety of methoxyflurane for the treatment of acute pain. *Emerg Med J*. 2014;31(8):613–618. PMID: 24743584 <https://doi.org/10.1136/emj-2013-202909>
 55. Blair HA, Frampton JE. Methoxyflurane: a review in trauma pain. *Clin Drug Investig*. 2016;36(12):1067–1073. PMID: 27738897 <https://doi.org/10.1007/s40261-016-0473-0>
 56. Johnston S, Wilkes GJ, Thompson JA, Ziman M, Brightwell R. Inhaled methoxyflurane and intranasal fentanyl for prehospital management of visceral pain in an Australian ambulance service. *Emerg Med J*. 2011;28(1):57–63. PMID: 20466829 <https://doi.org/10.1136/emj.2009.078717>
 57. Oxer HF. Effects of Pentrox (methoxyflurane) as an analgesic on cardiovascular and respiratory functions in the pre-hospital setting. *J Mil Veterans Health*. 2016;24:14–20. <https://doi-ds.org/doi/10.2021-18784211/JMVH Vol 24 No 2>
 58. Frangos J, Mikkonen., Down C. Derivation of an occupational exposure limit for an inhalation analgesic methoxyflurane (Pentrox). *Regul Toxicol Pharmacol*. 2016;80:210–225. PMID: 27181451 <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2016.05.012>
 59. Ruff R, Kerr S, Kerr D, Zalcberg D, Stevens J. Occupational exposure to methoxyflurane administered for procedural sedation: an observational study of 40 exposures. *Br J Anaesth*. 2018;120(6):1435–1437. PMID: 29793614 <https://doi.org/10.1016/j.bja.2018.01.029>
 60. Borland M, Jacobs I, King B, O'Brien D. A randomized controlled trial comparing intranasal fentanyl to intravenous morphine for managing acute pain in children in the emergency department. *Ann Emerg Med*. 2007;49(3):335–340. PMID: 17067720 <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2006.06.016>
 61. Tvieta T, Thoner J, Klepstad P, Dale O, Jystad A, Borchgrevink PC. A controlled comparison between single doses of intravenous and intramuscular morphine with respect to analgesic effects and patient safety. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2008;52(7):920–925. PMID: 18702754 <https://doi.org/10.1111/j.1399-6576.2008.01608.x>
 62. Middleton PM, Simpson PM, Sinclair G, Dobbins TA, Math B, Bendall JC. Effectiveness of morphine, fentanyl, and methoxyflurane in the prehospital setting. *Prehosp Emerg Care*. 2010;14(4):439–447. PMID: 20809687 <https://doi.org/10.3109/10903127.2010.497896>
 63. Lim KJ, Koh ZX, Ng YY, Fook-Chong S, Ho AFW, Doctor NE, et al. Comparison of inhalational methoxyflurane (Pentrox®) and intramuscular tramadol for prehospital analgesia. *Singapore Med J*. 2021;62(6):281–286. PMID: 32179922 <https://doi.org/10.11622/smedj.2020035>
 64. Verdier J, Leduc A, Duteille F, Bertrand-Vasseur A, Perrot P. Use of methoxyflurane on acute pain during burn dressing in adult consultation. *Ann Chir Plast Esthet*. 2020;65(2):141–146. PMID: 31300241 <https://doi.org/10.1016/j.anplas.2019.06.007>
 65. Smith MD, Rowan E, Spaight R, Siriwardena AN. Evaluation of the effectiveness and costs of inhaled methoxyflurane versus usual analgesia for prehospital injury and trauma: non-randomised clinical study. *BMC Emerg Med*. 2022;22(1):122. PMID: 35799131 <https://doi.org/10.1186/s12873-022-00664-y>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Пиковский Вадим Юльевич

кандидат медицинских наук, доцент кафедры скорой медицинской помощи ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» МЗ РФ, главный внештатный специалист по анестезиологии и реаниматологии ГБУ города Москвы «Станция скорой и неотложной медицинской помощи им. А.С. Пучкова»;

<https://orcid.org/0000-0002-6879-5378>, pikovskiyvadim@rambler.ru;

40%: разработка концепции, анализ литературных источников, написание обзора, окончательное редактирование

Баркляя Вадим Ильич

кандидат медических наук, доцент кафедры скорой медицинской помощи ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» МЗ РФ;

<https://orcid.org/0000-0002-8399-0796>, barklaya@rambler.ru;

30%: анализ литературных источников, написание обзора

Давыдов Петр Александрович

заместитель главного врача ГБУ города Москвы «Станция скорой и неотложной медицинской помощи им. А.С. Пучкова»;

<https://orcid.org/0000-0002-4063-9648>, peotr.davidov@gmail.com;

30%: анализ литературных источников, написание обзора

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Management of Trauma Pain in the Emergency Medicine

V.Yu. Pikovsky^{1,2} ✉, V.I. Barklaya¹, P.A. Davidov²

Department of Emergency Medical Care

¹ Russian University of Medicine

Dolgorukovskaya Str. 4, Moscow, Russian Federation 127006

² A.S. Puchkov Ambulance and Emergency Medical Care Station

1st Koptelsky per. 3, bldg. 1, Moscow, Russian Federation 129090

✉ **Contacts:** Vadim Yu. Pikovsky, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Department of Emergency Medical Care, Russian University of Medicine.
Email: pikovskyvadim@rambler.ru

ABSTRACT The literature review is devoted to modern principles of acute pain management of traumatic genesis in the practice of emergency medical care. It describes the capability of pain intensity evaluation, and available methods of analgesia and pain relief medication. Special emphasis is laid on current data on inhaled methoxyflurane analgesia.

Keywords: acute pain, analgesia, emergency medical care, methoxyflurane

For citation Pikovsky VYu, Barklaya VI, Davidov PA. Management of Trauma Pain in the Emergency Medicine. *Russian Sklifosovsky Journal of Emergency Medical Care*. 2025;14(1):178–185. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2025-14-1-178-185> (in Russ.)

Conflict of interest Authors declare lack of the conflicts of interests

Acknowledgments, sponsorship The study has no sponsorship

Affiliations

Vadim Yu. Pikovsky	Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Department of Emergency Medical Care, Russian University of Medicine; Chief Freelance Specialist in Anesthesiology and Resuscitation, A.S. Puchkov Ambulance and Emergency Medical Care Station; https://orcid.org/0000-0002-6879-5378 , pikovskyvadim@rambler.ru; 40%, concept development, literature analysis, review writing, final editing
Vadim I. Barklaya	Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Department of Emergency Medical Care, Russian University of Medicine; https://orcid.org/0000-0002-8399-0796 , barklaya@rambler.ru; 30%, analysis of literary sources, text writing
Petr A. Davidov	Deputy Chief Physician, A.S. Puchkov Ambulance and Emergency Medical Care Station; https://orcid.org/0000-0002-4063-9648 , peotr.davidov@gmail.com; 30%, analysis of literary sources, text writing

Received on 06.05.2024

Review completed on 01.06.2024

Accepted on 24.12.2024

Поступила в редакцию 06.05.2024

Рецензирование завершено 01.06.2024

Принята к печати 24.12.2024