

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕРТОЛЕТОВ ДЛЯ САНИТАРНО-АВИАЦИОННОЙ ЭВАКУАЦИИ ПОСТРАДАВШИХ С ТРАВМОЙ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского
(Россия, г. Саратов, ул. Б. Казачья, д. 112)

Актуальность. К настоящему времени не определены четкие критерии и оптимальные логистические условия применения вертолетов для санитарно-авиационной эвакуации травмированных пострадавших с места происшествия и из зоны чрезвычайных ситуаций.

Цель – рассмотреть современные научные взгляды на проблему использования вертолетов для санитарно-авиационной эвакуации пострадавших с места получения травмы.

Методология. Проведен поиск литературных источников в базе данных PubMed и на платформе Научной электронной библиотеки (eLIBRARY.ru), опубликованных за период с 2015 по 2020 г.

Результаты и их анализ. Преимуществами санитарно-авиационной эвакуации вертолетами являются возможность сократить догоспитальный период, доставить пострадавших из труднодоступных районов напрямую в травмоцентры высокого уровня, оказать расширенную догоспитальную помощь силами высококвалифицированных авиамедицинских бригад. Использование вертолетов сопряжено с рисками для жизни экипажа, требует значительных финансовых затрат и специального оборудования, ограничивается отсутствием посадочных площадок, погодными условиями и в ночное время. Эффективность использования вертолетов санитарной авиации зависит от географических и демографических факторов, уровня травматизма, состояния дорожной сети в регионе, удаленности станций скорой помощи, баз вертолетов и травмоцентров, степени взаимодействия служб спасения и специалистов стационаров.

Заключение. Эвакуация пострадавших с места происшествия вертолетами санитарной авиации может значительно снизить летальность при тяжелых травмах.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, травма, вертолет, скорая медицинская помощь, санитарно-авиационная эвакуация, догоспитальный период, сортировка, авиамедицинская бригада.

Введение

Санитарная авиация является неотъемлемой частью современного здравоохранения. В последние десятилетия во многих странах Европы, Северной Америки и Азии созданы или формируются общенациональные вертолетные экстренные медицинские службы (Helicopter emergency medical services – HEMS) [19, 26]. Недавно выполненный мета-анализ показал, что HEMS – важный компонент травматологических систем, позволяющий значительно снизить летальность при травмах [32]. Вместе с тем, санитарная авиация является дорогостоящей, и ее использование требует серьезного обоснования. Средняя стоимость вертолетной транспортировки пострадавшего с места происшествия в травмоцентр I уровня составляет 10,5–28,0 тыс. долларов США против 1 тыс. долларов за доставку автомобилем скорой помощи [29]. Между тем, не определены четкие критерии и оптимальные логистические условия применения вер-

толетов для санитарно-авиационной эвакуации травмированных пострадавших с места происшествия и из зоны чрезвычайных ситуаций (ЧС).

Зарубежные национальные исследования последних лет показывают снижение использования вертолетов для транспортировки пациентов с травмами, что объясняют проведением научно обоснованной сортировки с отбором пострадавших, получающих наибольшую выгоду от воздушной эвакуации, рациональным распределением ресурсов травматологических систем, увеличением количества травмоцентров. Так, в США с 2010 по 2016 г. доля пациентов с травмой, эвакуируемых HEMS, снизилась почти на 40 % без существенного изменения летальности, с 23 до 14 % от всех транспортировок службами скорой помощи, в среднем – на 17 % в год [19]. В России с 2012 по 2018 г. доля пациентов, эвакуированных с применением санитарной авиации, составила 20–25 % от всех эвакуа-

Шапкин Юрий Григорьевич – д-р мед. наук проф., зав. каф. общ. хирургии, Саратовский гос. мед. ун-т им. В.И. Разумовского (Россия, 410012, г. Саратов, ул. Б. Казачья, д. 112), e-mail: shapkin Yuri@mail.ru;

✉ Селиверстов Павел Андреевич – канд. мед. наук, ассистент каф. общ. хирургии, Саратовский гос. мед. ун-т им. В.И. Разумовского (Россия, 410012, г. Саратов, ул. Б. Казачья, д. 112), e-mail: seliwerstov.pl@yandex.ru

ций или 16–25 тыс. случаев в год, и отмечен рост числа воздушных эвакуаций в среднем на 20–23 % в год, особенно – в догоспитальном периоде.

По расчетам специалистов Всероссийского центра медицины катастроф «Защита» в России к 2024 г. среднее количество санитарно-авиационных эвакуаций должно составить 26 на 100 тыс. человек населения в год. Совершенствование отечественной системы санитарной авиации с расширением использования вертолетов имеет объективные предпосылки: 34 субъекта России относятся к труднодоступным территориям; около 10 % населения проживают в регионах, где отсутствуют круглогодично эксплуатируемые автодороги; многие населенные пункты и автотрассы значительно удалены от травмоцентров; отмечается рост случаев ЧС и дорожно-транспортного травматизма с увеличением доли тяжелых травм [1].

Цель обзора – рассмотреть современные научные взгляды на проблему использования вертолетов для санитарно-авиационной эвакуации пострадавших с места получения травмы.

Материал и методы

Проведен поиск статей в научных журналах, представленных в базе данных PubMed и на платформе Научной электронной библиотеки (eLIBRARY.ru), опубликованных в основном за период с 2015 по 2020 г. и содержащих результаты научных исследований преимуществ, недостатков и эффективности применения вертолетов санитарной авиации для эвакуации травмированных пострадавших с места происшествия.

Результаты и их анализ

1. Преимущества использования вертолетов

1.1. Влияние на летальность при травмах. Общая госпитальная летальность среди пациентов, эвакуированных с места получения травмы вертолетом, составляет 3,8–15,6 % и значимо в 2–3 раза больше, чем летальность в группе пострадавших, доставленных наземным санитарным транспортом, у которых она не превышает 1,3–8,4 % [6, 10, 21, 31]. Однако пациенты, эвакуированные вертолетом, имели более тяжелые повреждения по шкале AIS (Abbreviated Injury Scale) и большую тяжесть травмы по шкале ISS (Injury Severity Scale) [6–8, 20, 55]. У 19–30 % из них были

признаки шока, угнетение сознания по шкале GCS (Glasgow Coma Scale) ≤ 13 баллов, снижение систолического артериального давления (САД) < 90 мм рт. ст. или критические нарушения дыхания (частота дыхания < 10 или > 29 в 1 мин) [8, 27, 42]. У 28 % пострадавших происходило ухудшение состояния во время транспортировки, чаще всего проявляющееся в виде снижения уровня сознания по шкале GCS [27]. Пациенты, доставленные вертолетом, в 1,7–2,8 раза чаще нуждались в интубации трахеи и искусственной вентиляции легких, в 1,2–1,5 раза чаще – в экстренных оперативных вмешательствах [15, 42, 55].

Ряд авторов изучили влияние эвакуации вертолетом санитарной авиации на госпитальную летальность, сравнивая группы пострадавших, сопоставимые по возрасту, механизму, виду, тяжести травмы, функциональным нарушениям. В одних исследованиях достоверного снижения летальности среди эвакуированных вертолетом не выявлено [6, 10, 21, 29], в других работах, наоборот, было установлено, что транспортировка вертолетом значимо в 2,7 раза повышает шансы на выживание [55], снижает риск летального исхода на 30–57 % [19, 31, 42]. Использование HEMS достоверно снизило госпитальную летальность при травмах средней / тяжелой степени (ISS ≥ 9 баллов) по данным Немецкого общества травматологии [8] и при тяжелых травмах (ISS ≥ 16 баллов) по результатам анализа Японского банка данных о травмах [53]. Для пациентов с тяжелыми травмами помощь HEMS оказалась независимым предиктором их выживаемости [7]. У детей, эвакуированных HEMS, уменьшилась летальность в группе пострадавших с тяжестью травмы по шкале ISS ≥ 9 баллов, были спасены две жизни на 100 полетов [20], по другим данным – достоверно снижала летальность только при тяжелых травмах (ISS ≥ 16 баллов) [39].

1.2. Критерии применения вертолетов. Повышение точности идентификации на догоспитальном этапе пострадавших с тяжелой травмой, которые получают наибольшую пользу от эвакуации вертолетом, может привести к экономии средств, исчисляющейся миллионами долларов. Между тем, 35–80 % пациентов, доставленных вертолетом с места происшествия в травмоцентр I уровня, не имеют тяжелой травмы (ISS ≥ 16 баллов) и не нуждаются в госпитализации в травмоцентр такого уровня [29].

В Руководстве по воздушной медицинской транспортировке США рекомендуется

использовать для отбора пациентов, нуждающихся в помощи HEMS, критерии из Руководства по полевой сортировке пациентов с травмой (Guidelines for Field Triage of Injured Patients) [50]: физиологические показатели (оценка по шкале GCS ≤ 13 баллов, САД < 90 мм рт. ст., частота дыхания < 10 или > 29 в 1 мин) и анатомические критерии (проникающие ранения головы, груди или живота, глубокие ранения шеи, нестабильная грудная клетка, разрушение, отрыв конечности проксимальнее лучезапястного или голеностопного суставов, перелом ≥ 2 плечевых или бедренных костей, отсутствие пульса на конечности, перелом костей таза, черепа, признаки повреждения спинного мозга, ингаляционная травма). Данные критерии указывают на высокую вероятность тяжелой травмы и определяют необходимость доставки пострадавших в травмоцентр I–II уровня. Использование HEMS рекомендовано в случаях, если пациент отвечает любому из этих критериев, и доставка вертолетом дает возможность значительно сократить догоспитальное время или если место происшествия недоступно для наземного транспорта, удалено от ближайшего травмоцентра на расстояние более 60 мин наземной транспортировки, или время прибытия на место происшествия автомобиля скорой помощи занимает более 20 мин. Помощь HEMS оказалась независимым предиктором выживаемости травмированных пациентов, имеющих оценку по шкале GCS < 14 баллов, частоту дыхания < 10 или > 29 в 1 мин или сочетание САД < 90 мм рт. ст. с любым из анатомических критериев [12]. По другим данным, транспортировка вертолетом значимо не снизила вероятность летального исхода у пациентов, отвечающих физиологическим критериям Руководства по полевой сортировке [10]. Применение HEMS достоверно снижало летальность у травмированных детей с оценкой по шкале GCS ≤ 8 баллов, у пострадавших старше 55 лет [8], при проникающих и огнестрельных ранениях [20, 37].

Шкала воздушной медицинской догоспитальной сортировки AMPT (Air Medical Prehospital Triage) разработана для отбора травмированных пострадавших, которым показана помощь HEMS. Шкала включает 6 критериев: оценку по шкале GCS < 14 баллов, частоту дыхания < 10 или > 29 в 1 мин, нестабильность грудной клетки, гемо/пневмоторакс, паралич, наличие повреждений в трех анатомических областях тела и более. У па-

циентов с оценкой по шкале AMPT ≥ 2 баллов транспортировка вертолетом повышала шансы на выживание на 6,7 % [13].

По данным P. Udekwi и соавт. (2019), транспортировка автомобилем скорой помощи вместо использования санитарного вертолета приведет к значительной экономии затрат без увеличения летальности, если пострадавший отвечает следующим критериям: возраст 16–70 лет, травма закрытая, отсутствуют моторные нарушения по шкале GCS, САД > 90 мм рт. ст., пульс 60–120 уд/мин, частота дыхания 10–29 в 1 мин [54].

Решение об отправке вертолета санитарной авиации во многом зависит от содержания и правильной оценки информации, поступающей в диспетчерский центр с места происшествия от бригад скорой помощи или абонентов, вызывающих службы спасения. В Нидерландах достигнут Национальный консенсус в отношении десяти параметров данных о пациенте (пол, возраст, механизм, вид травмы, показатели дыхания, гемодинамики и неврологического статуса), которые должны передаваться службой скорой помощи в диспетчерский центр с целью идентификации тяжелотравмированных и определения необходимости отправки вертолета [23]. В Англии для диспетчеров, не имеющих клинической подготовки, разработан алгоритм принятия решения об отправке на место происшествия врачебной бригады HEMS на основе критериев механизма и вида травмы, клинического состояния пациента, удаленности места происшествия и его доступности для наземного транспорта. Использование алгоритма повысило точность выявления пострадавших, которым требовалась догоспитальная помощь с участием врачей HEMS [35]. В Великобритании тестируется платформа GoodSAM Instant-on-Scene™, которая предоставляет диспетчеру возможность активировать у абонента, вызывающего службу спасения, видеокамеру на мобильном телефоне и передавать видеозапись с места происшествия в диспетчерскую в режиме реального времени, что может помочь диспетчеру в принятии решения об отправке бригады HEMS на основании видеoinформации о месте происшествия, механизме и виде полученных травм, клиническом состоянии пострадавшего [49].

До 20–60 % пациентов, эвакуированных вертолетом, получают травмы в дорожно-транспортных происшествиях [2, 8, 42]. Использование телеметрических систем раннего оповещения о дорожно-транспортных

происшествиях позволяет ускорить вызов и отправку вертолета санитарной авиации на место дорожно-транспортных происшествий, что было доказано в краш-тесте с автомобилем, оснащенным системой AACN (Advanced automatic collision notification) [30]. Системы телеметрии (GPS), устанавливаемые на транспортных средствах, регистрируют данные о месте происшествия, изменении скорости (показатель Delta-V), направлении силы основного удара, использовании ремня безопасности, срабатывании подушек безопасности, местонахождении пассажиров и другие данные. В 2015 г. Япония внедрила систему D-Call Net (DCN), которая первая в мире использует технологию AACN для отправки вертолета с врачом на место дорожно-транспортных происшествий. Информация об аварии автоматически направляется на сервер оперативного центра, на котором проводится расчет вероятности тяжелой травмы водителя и пассажиров по данным телеметрии. Для вызова вертолета принят порог вероятности тяжелой травмы $\geq 5\%$. Данные о месте происшествия и вероятности получения тяжелой травмы автоматически отправляются с сервера по электронной почте на смартфоны врачей санитарной авиации, тем самым сокращается время от момента получения травмы до вызова вертолета, примерно, на 17 мин [34].

1.3. Геопространственные и логистические факторы. Ключевым преимуществом вертолетов является возможность доставлять пострадавших с тяжелой травмой из отдаленных и труднодоступных районов за более короткое время напрямую в травмоцентры высокого уровня. Так, использование вертолетов в травматологической системе северных французских Альп позволило эвакуировать большее количество пациентов с тяжелыми травмами из отдаленных горных районов напрямую в травмоцентр I уровня и снизить на $\frac{1}{3}$ летальность среди них [4]. Транспортировка вертолетом значительно увеличивает выживаемость пострадавших в сельской местности [19, 55]. В сельских районах Западной Австралии шансы на выживание у тяжелотравмированных пациентов, эвакуированных HEMS с расстояния 50–250 км напрямую в травмоцентр, на 51 % были выше, чем у пострадавших, которых доставляли автомобилем скорой помощи в ближайшую сельскую больницу, а затем переводили в травмоцентр [22].

С другой стороны – наземные службы скорой помощи могут находиться ближе к месту происшествия, чем вертолетные базы, и на-

чать транспортировку в травмоцентр без задержек, связанных с ожиданием прибытия вертолета, его приземлением и взлетом. Во многих зарубежных исследованиях выявлено, что время прибытия на место происшествия наземных бригад EMS было в 1,3–3 раза (на 5–13 мин) меньше, чем бригад HEMS [4, 37, 55]. Ретроспективный анализ показал, что в штате Алабама (США) 33 % пациентов, доставленных на вертолете в травмоцентр I уровня, достигли бы его быстрее при транспортировке наземной службой скорой помощи, которая прибывала к месту происшествия первой [43].

Дорожный трафик, погода и географический регион значительно влияют на путь (время) эвакуации пострадавших бригадами скорой помощи. Так, в Пенсильвании (США) это расстояние сокращалось в час пик до 10,5 км и увеличивалось при неблагоприятной погоде до 27,4 км [17]. На юге Франции время доставки пациентов в травмоцентр вертолетом и наземным транспортом не различалось на расстоянии от места происшествия до стационара менее 35 км, но при увеличении данного расстояния выявлялось скоростное преимущество воздушной эвакуации перед наземной [46]. Анализ Национального банка данных о травмах в США показал, что эвакуация пациентов вертолетом занимала в 2 раза больше времени, чем автомобилем, когда место происшествия находилось на расстоянии от травмоцентра менее 45 мин при наземной доставке [48]. Возможность сократить догоспитальный период и снизить риск смерти пострадавших за счет воздушной транспортировки утрачивалась из-за затраты времени на вызов и прибытие вертолета к месту происшествия [42]. Более того, длительная воздушная эвакуация приводила к задержке госпитального лечения и значимому увеличению летальности у гемодинамически нестабильных пациентов с закрытой травмой [48].

В условиях мегаполиса (Москва, Санкт-Петербург) использование вертолетов легкого класса обеспечивает прибытие специализированных авиамедицинских бригад к месту происшествия в течение 7–10 мин, что значительно сокращает время доставки пострадавших в стационар и, по прогнозу исследователей, может спасать в год не менее 250 жизней пациентов с травмами и заболеваниями на 300–350 полетов [2, 3].

В последнее время метод геопространственного анализа (картографирования) и моделирования широко применяется для

оптимального распределения ресурсов травматологической системы в регионе. Географические информационные системы с программным обеспечением Google Earth™ и ArcGIS™ позволяют рассчитать время эвакуации воздушными и наземными службами скорой помощи с учетом режима полета вертолета и дорожной инфраструктуры, определить процент пострадавших, которых можно доставить автомобилем или вертолетом от места жительства или возможных мест происшествий до всех травмоцентров и больниц в регионе в пределах 45 или 60 мин. Реалистичную оценку потенциала санитарной авиации в регионе дают «эллиптические» модели расчета площади территории, жители которой могут быть доставлены вертолетами в травмоцентры за 60 мин с учетом времени прибытия вертолета из места базирования к месту происшествия, оказания помощи на месте и полета с места происшествия в травмоцентр [45]. Модели геопространственного анализа с картографированием частоты случаев травм, травмоопасных «горячих точек» (зимние спортивные курорты, высокогорные трассы) и расчетом времени прибытия служб скорой помощи в зоны повышенного травматизма полезны для определения районов, в которых более выгодно использовать наземную или воздушную эвакуацию [16]. Геопространственный анализ показал, что использование HEMS в США повышает шансы на выживание у пострадавших с травмами, однако величина этого эффекта варьирует и значительно зависит от количества и распределения травмоцентров, вертолетов и вертолетных баз в регионе [15]. Расчет числа баз вертолетов и оптимальное их размещение на основе геопространственного моделирования позволяет сократить сроки прибытия вертолета на место происшествия и время транспортировки в травмоцентр, увеличить в регионе число жителей, которые потенциально имеют доступ к помощи в травмоцентрах I и II уровня в течение 60 мин, что может значимо снизить уровень смертности от травм [16, 41].

Сотрудники Всероссийского центра медицины катастроф «Защита» разработали методику расчета годовой потребности субъекта России в количестве санитарно-авиационных эвакуаций на 100 тыс. человек населения на основе показателей общей смертности, среднего возраста, плотности населения, протяженности автомобильных дорог с твердым покрытием, доли сельского населения,

рельефа местности (горная, равнинная). В зависимости от расчетного количества санитарно-авиационных эвакуаций в год выделены 4 группы субъектов: до 20 (4 субъекта), до 100 (41 субъект), до 300 (16 субъектов) и свыше 300 (19 субъектов) [1].

Вертолеты признаны важным компонентом в системе ликвидации медико-санитарных последствий ЧС, особенно в труднодоступных и удаленных регионах [1, 51]. Сообщения об использовании HEMS при ЧС многочисленны, но разнородны и не систематизированы. Вертолеты полезны не только для санитарно-авиационной эвакуации пациентов, но также для перевозки оборудования, предметов снабжения и персонала спасательных служб, поиска и спасения пострадавших [25]. Европейский комитет здравоохранения и санитарной авиации (European HEMS and Air Ambulance Committee – EHAC) [51] и Международная комиссия по горной медицине (International Commission for Mountain Emergency Medicine – ICAR MEDCOM) [11] представили научно обоснованные, но общие рекомендации по использованию HEMS при ЧС и в горноспасательных операциях. В горных районах следует учитывать необходимость специального оборудования для подъема травмированных на вертолет; важность раннего оказания помощи пострадавшим от схода лавин, гипотермии, удара молнии; владение медперсонала навыками реанимационной помощи, так как до 53% эвакуируемых с тяжелыми травмами имеют критические нарушения жизненно важных функций [9]. Значимо сократить время вызова и прибытия вертолета на место происшествия в горных районах альпийских стран позволили следующие условия: служба HEMS интегрирована в травматологическую систему, имеет более одной базы вертолетов и по 1 команде на базу, выполняет более 650 вылетов/год, использует современные модели вертолетов и только для оказания скорой медицинской помощи; все члены экипажа находятся в одном месте; ближайшая соседняя вертолетная база – на удалении 90 км; зона обслуживания составляет около 10 тыс. км² [52].

1.4. Роль состава авиамедицинских бригад. В группах пострадавших, сопоставимых по времени догоспитального периода, шансы на выживание были значимо выше у пациентов, доставленных вертолетными, а не наземными службами скорой помощи. Эта закономерность наиболее выражена у пациентов с тяжелыми травмами и может быть объяс-

нена качеством оказанной им догоспитальной помощи [28]. В состав бригад HEMS европейских стран, Японии, авиамедицинских бригад России входят врачи, которые в отличие от наземных бригад скорой медицинской помощи имеют более высокую квалификацию и выполняют в среднем на 20 % больше расширенных мероприятий поддержки жизнеобеспечения (Advanced Life Support – ALS), в том числе в 1,7–4,5 раза чаще производят интубацию трахеи и искусственную вентиляцию легких, в 3,1 раза – дренирование плевральной полости при напряженном пневмотораксе [7, 10]. В восточной Дании после внедрения службы HEMS, укомплектованной врачами, доля спасенных пациентов с тяжелой черепно-мозговой травмой ($GCS \leq 8$ баллов, AIS головы ≥ 3 баллов), которым выполнена интубация трахеи на догоспитальном этапе, увеличилась с 28 до 48,6%; доля эвакуированных пострадавших с тяжелыми повреждениями ($AIS \geq 3$ баллов), получавших опиоидные анальгетики, повысилась с 11 до 21,8% [44]. В Нидерландах использование врачебных бригад HEMS увеличивает число спасенных детей с тяжелыми травмами ($ISS \geq 16$ баллов) на 2,5 жизни на 100 полетов [33]. Помощь врачей HEMS определена предиктором выживаемости пациентов с тяжелой черепно-мозговой травмой независимо от длительности транспортировки. Интубация трахеи, выполняемая врачами HEMS, имеет решающее значение для выживания таких пострадавших, снижает число пациентов с гипоксией (сатурация крови $< 90\%$) на момент госпитализации и способствует улучшению неврологических исходов [5, 38].

Оказанием расширенной догоспитальной помощи специалистами HEMS можно объяснить тот факт, что эвакуация вертолетом снижала летальность только среди пострадавших, доставляемых в интервале времени от 6 до 30 мин [14]. При очень коротком времени транспортировки маловероятно, что у медиков было достаточно времени для проведения каких-либо вмешательств, которые существенно повлияли бы на выживаемость пациентов. Спасение пациентов, выживших после длительной транспортировки, возможно, не зависело от оказанной им догоспитальной помощи.

2. Недостатки использования вертолетов

Одним из существенных недостатков вертолетного транспорта является то, что он бо-

лее опасен, чем наземный и самолетный. До 88 % аварийных случаев в санитарной авиации связаны с использованием вертолетов, а не самолетов. Частота аварий вертолетов санитарной авиации с получением травм экипажем составляет 0,57–0,75 на 10 тыс. вылетов, частота аварий с гибелью членов экипажа – 0,04–0,23 на 10 тыс. полетов, что значительно выше, чем при полетах общего назначения. Несмотря на то, что количество аварий с получением травм экипажем с 2003 г. в мире значительно снизилось, число инцидентов со смертельными исходами в год увеличилось. Независимым фактором риска гибели членов экипажа оказалось время полета с 19:00 до 6:00 ч [24]. Между тем, случаи получения тяжелых травм по статистике чаще происходят ночью. Так, в Юго-Восточной Англии в ночное время выполняются 27 % полетов HEMS, транспортируются в среднем 1,3 пациента за ночь и значительно больше пациентов с тяжелыми травмами в крупный травмоцентр, чем днем [18].

Отсутствие посадочных площадок, неблагоприятные погодные условия (сильный ветер, снегопад, плохая видимость) повышают риск полета и ограничивают использование вертолетов [24]. Например, в Северной Финляндии 20 % вылетов вертолетов санитарной авиации отменены из-за погодных условий, в 36 % из них – из-за угрозы обледенения [40].

Полет на вертолете обычно происходит на высоте менее 600 м и поэтому не вызывает значительных физиологических изменений, связанных с понижением атмосферного давления. Между тем, шум, вибрация, низкая температура воздуха и ограниченный объем кабины вертолета затрудняют оказание помощи и неблагоприятно влияют на пострадавших. Гипотермия – известный фактор риска летального исхода при травмах, который необходимо учитывать при оказании догоспитальной помощи, особенно в субарктических регионах. В Норвегии во время транспортировки пациентов температура воздуха в кабине санитарного вертолета бывает значительно ниже, чем в салоне автомобиля скорой помощи, и чаще снижается ниже 18°C [47]. В Японии в зимнее время температура тела пострадавших значительно понижалась за время полета вертолета независимо от его продолжительности. У пациентов, температура тела которых после полета снижалась ниже 36°C , а перед эвакуацией была нормальной или повышенной, летальность была достоверно выше [36].

Заключение

Эвакуация пострадавших с места происшествия вертолетами санитарной авиации может значимо снизить летальность при тяжелых травмах ($ISS \geq 16$ баллов) за счет сокращения догоспитального периода и доставки пациентов напрямую в травмоцентры высокого уровня, возможности оказания расширенной догоспитальной помощи специалистами авиамедицинских бригад.

Использование вертолетов санитарной авиации сопряжено с рисками для жизни экипажа, требует значительных финансовых затрат и специального оборудования, ограничивается отсутствием посадочных площадок, погодными условиями и в ночное время. Шум, вибрация, низкие температуры воздуха в кабине вертолета затрудняют оказание помощи и неблагоприятно воздействуют на пациента во время полета.

Основными критериями применения вертолетов для санитарно-авиационной эвакуации являются:

выявление у пострадавшего физиологических и анатомических маркеров тяжелой травмы, недоступность места происшествия для наземного транспорта или невозможность доставить пациента в травмоцентр в течение 45–60 мин автомобилем скорой помощи.

Эффективность использования вертолетов санитарной авиации зависит от географических и демографических факторов, уровня травматизма, состояния дорожной сети в регионе, удаленности станций скорой помощи, баз вертолетов и травмоцентров, степени взаимодействия служб спасения и специалистов стационаров. Современные информационные технологии (геопространственный анализ и математическое моделирование, телеметрические системы раннего оповещения о столкновениях автомобилей, системы видеосвязи) могут повысить эффективность использования вертолетов для санитарно-авиационной эвакуации пострадавших с травмой.

Поступила 29.03.2021 г.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

Участие авторов: Ю.Г. Шапкин – концепция и дизайн исследования, редактирование статьи; П.А. Селиверстов – поиск и анализ литературы, написание статьи.

Для цитирования: Шапкин Ю.Г., Селиверстов П.А. Преимущества и недостатки использования вертолетов для санитарно-авиационной эвакуации пострадавших с травмой (обзор литературы) // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2021. № 2. С. 70–79. DOI: 10.25016/2541-7487-2021-0-2-70-79

Advantages and disadvantages of using helicopters for air medical evacuation of victims with traumas (literature review)

Shapkin Yu.G., Seliverstov P.A.

Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky (112, B. Kazach'ya Str., Saratov, 410012, Russia)

Yuriy Grigor'evich Shapkin – Dr. Med. Sci., Prof., chief of the General Surgery Department of the Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky (112, B. Kazach'ya Str., Saratov, 410012, Russia), e-mail: shapkinyurii@mail.ru;

✉ Pavel Andreevich Seliverstov – PhD. Med. Sci., assistant professor, General Surgery Department of the Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky (112, B. Kazach'ya Str., Saratov, 410012, Russia), e-mail: seliverstov.pl@yandex.ru

Abstract

Relevance. To date, there are no clear criteria and optimal logistic conditions for the use of helicopters for the air medical evacuation of injured victims from the scene and from the emergency zone.

Intention. To consider modern scientific views on the problem of using helicopters for air medical evacuation of victims from the place of injury.

Methodology. PubMed database and eLIBRARY.ru platform were searched for publications from 2015 to 2020.

Results and Discussion. The advantages of air ambulance evacuation by helicopters include shorter prehospital time, delivering victims from hard-to-reach areas directly to high-level trauma centers, and provision of extended prehospital care by highly qualified air medical teams. The use of helicopters is associated with risks to the life of the crew, requires significant financial costs and special equipment, and is limited by the lack of landing sites, weather conditions and at night. The effectiveness of the use of air ambulance helicopters depends on geographic and demographic factors, the level of injuries,

the state of the road network in the region, the remoteness of ambulance stations, helicopter bases and trauma centers, the degree of interaction between rescue services and hospital specialists.

Conclusion. The evacuation of casualties from the scene of the accident by helicopters of medical aviation can significantly reduce mortality in case of severe injuries.

Keywords: emergency, trauma, helicopter, emergency medical service, air medical evacuation, prehospital time, triage, air medical teams.

Литература / References

1. Баранова Н.Н., Исаева И.В., Качанова Н.А. Методические подходы к определению объема годовой потребности в санитарно-авиационных эвакуациях в субъекте Российской Федерации // Медицина катастроф. 2020. № 1. С. 43–53. DOI: 10.33266/2070-1004-2020-1-43-53.
2. Гуменюк С.А., Федотов С.А., Потапов В.И. Ретроспективный многофакторный анализ работы авиамедицинских бригад территориального центра медицины катастроф г. Москвы // Медицина катастроф. 2019. № 1. С. 47–49. DOI: 10.33266/2070-1004-2019-1-47-49.
3. Козырев Д.В., Хупов М.Т. Санитарно-авиационная эвакуация с использованием лёгких вертолётов в условиях мегаполиса // Медицина катастроф. 2017. № 1. С. 31–33.
4. Ageron F.X., Debaty G., Savary D. [et al.]. Association of helicopter transportation and improved mortality for patients with major trauma in the northern French Alps trauma system: an observational study based on the TRENAL registry. *Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med.* 2020. Vol. 28, N 35. Pp. 1–9. DOI: 10.1186/s13049-020-00730-z.
5. Aiolfi A., Benjamin E., Recinos G. [et al.]. Air Versus Ground Transportation in Isolated Severe Head Trauma: A National Trauma Data Bank Study. *J. Emerg. Med.* 2018. Vol. 54, N 3. Pp. 328–334. DOI: 10.1016/j.jemermed.2017.11.019.
6. Al-Thani H., El-Menyar A., Pillay Y. [et al.]. Hospital Mortality Based on the Mode of Emergency Medical Services Transportation. *Air Med. J.* 2017. Vol. 36, N 4. Pp. 188–192. DOI: 10.1016/j.amj.2017.03.003.
7. Andruszkow H., Hildebrand F., Lefering R. [et al.]. Ten years of helicopter emergency medical services in Germany: do we still need the helicopter rescue in multiple traumatised patients? *Injury.* 2014. Vol. 45. Pp. 53–58. DOI: 10.1016/j.injury.2014.08.018.
8. Andruszkow H., Schweigkofler U., Lefering R. [et al.]. Impact of Helicopter Emergency Medical Service in Traumatized Patients: Which Patient Benefits Most? *PLoS One.* 2016. Vol. 11, N 1. Art. e0146897. DOI: 10.1371/journal.pone.0146897.
9. Ausserer J., Moritz E., Stroehle M. [et al.]. Physician staffed helicopter emergency medical systems can provide advanced trauma life support in mountainous and remote areas. *Injury.* 2017. Vol. 48, N 1. Pp. 20–25. DOI: 10.1016/j.injury.2016.09.005.
10. Beaumont O., Lecky F., Bouamra O. [et al.]. Helicopter and ground emergency medical services transportation to hospital after major trauma in England: a comparative cohort study. *Trauma Surg. Acute Care Open.* 2020. Vol. 5, N 1. Art. e000508. DOI: 10.1136/tsaco-2020-000508.
11. Blancher M., Albasini F., Elsensohn F. [et al.]. Management of Multi-Casualty Incidents in Mountain Rescue: Evidence-Based Guidelines of the International Commission for Mountain Emergency Medicine (ICAR MEDCOM). *High. Alt Med. Biol.* 2018. Vol. 19, N 2. Pp. 131–140. DOI: 10.1089/ham.2017.0143.
12. Brown J.B., Forsythe R.M., Stassen N.A., Gestring M.L. The National Trauma Triage Protocol: can this tool predict which patients with trauma will benefit from helicopter transport? *J. Trauma Acute Care Surg.* 2012. Vol. 73, N 2. Pp. 319–325. DOI: 10.1097/TA.0b013e3182572bee.
13. Brown J.B., Gestring M.L., Guyette F.X. [et al.]. External validation of the Air Medical Prehospital Triage score for identifying trauma patients likely to benefit from scene helicopter transport. *J. Trauma Acute Care Surg.* 2017. Vol. 82, N 2. Pp. 270–279. DOI: 10.1097/TA.0000000000001326.
14. Brown J.B., Gestring M.L., Guyette F.X. [et al.]. Helicopter transport improves survival following injury in the absence of a time-saving advantage. *Surgery.* 2016. Vol. 159, N 3. Pp. 947–959. DOI: 10.1016/j.surg.2015.09.015.
15. Brown J.B., Gestring M.L., Stassen N.A. [et al.]. Geographic Variation in Outcome Benefits of Helicopter Transport for Trauma in the United States: A Retrospective Cohort Study. *Ann. Surg.* 2016. Vol. 263, N 2. Pp. 406–412. DOI: 10.1097/SLA.0000000000001047.
16. Brown J.B., Rosengart M.R., Billiar T.R. [et al.]. Distance matters: Effect of geographic trauma system resource organization on fatal motor vehicle collisions. *J. Trauma Acute Care Surg.* 2017. Vol. 83, N 1. Pp. 111–118. DOI: 10.1097/TA.0000000000001508.
17. Chen X., Gestring M.L., Rosengart M.R. [et al.]. Logistics of air medical transport: When and where does helicopter transport reduce prehospital time for trauma? *J. Trauma Acute Care Surg.* 2018. Vol. 85, N 1. Pp. 174–181. DOI: 10.1097/TA.0000000000001935.
18. Curtis L., Salmon M., Lyon R.M. The Impact of Helicopter Emergency Medical Service Night Operations in South East England. *Air Med. J.* 2017. Vol. 36, N 6. Pp. 307–310. DOI: 10.1016/j.amj.2017.06.005.
19. Dominguez O.H., Grigorian A., Lekawa M. [et al.]. Helicopter Transport Has Decreased Over Time and Transport From Scene or Hospital Matters. *Air Med. J.* 2020. Vol. 39, N 4. Pp. 283–290. DOI: 10.1016/j.amj.2020.04.006.

20. Englum B.R., Rialon K.L., Kim J. [et al.]. Current use and outcomes of helicopter transport in pediatric trauma: a review of 18,291 transports. *J. Pediatr. Surg.* 2017. Vol. 52, N 1. Pp. 140–144. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2016.10.030.
21. Enomoto Y., Tsuchiya A., Tsutsumi Y. [et al.]. Association between physician-staffed helicopter versus ground emergency medical services and mortality for pediatric trauma patients: A retrospective nationwide cohort study. *PLoS One.* 2020. Vol. 15, N 8. Art. e0237192. DOI: 10.1371/journal.pone.0237192.
22. Ford D., Mills B., Ciccone N., Beatty S. Does Direct Helicopter Retrieval Improve Survival of Severely Injured Trauma Patients From Rural Western Australia? *Air Med. J.* 2020. Vol. 39, N 3. Pp. 183–188. DOI: 10.1016/j.amj.2020.01.005. (op634-20)
23. Harmsen A.M.K., Geeraedts L.M.G. Jr., Giannakopoulos G.F. [et al.]. National consensus on communication in prehospital trauma care, the DENIM study. *Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med.* 2017. Vol. 25, N 67. Pp. 1–11. DOI: 10.1186/s13049-017-0414-9.
24. Hon H.H., Wojda T.R., Barry N. [et al.]. Injury and fatality risks in aeromedical transport: focus on prevention. *J. Surg. Res.* 2016. Vol. 204, N 2. Pp. 297–303. DOI: 10.1016/j.jss.2016.05.003.
25. Johnsen A.S., Fattah S., Sollid S.J., Rehn M. Utilisation of helicopter emergency medical services in the early medical response to major incidents: a systematic literature review. *BMJ Open.* 2016. Vol. 6, N 2. Art. e010307. DOI: 10.1136/bmjopen-2015-010307.
26. Jones A., Donald M.J., Jansen J.O. Evaluation of the provision of helicopter emergency medical services in Europ. *Emerg. Med. J.* 2018. Vol. 35, N 12. Pp. 720–725. DOI: 10.1136/emmermed-2018-207553.
27. Kai T.R., Broady M.J., Davenport D.L., Bernard A.C. The effect of emergency medical system transport time on in route clinical decline in a rural system // *J. Trauma Acute Care Surg.* 2020. Vol. 88, N 6. Pp. 734–741. DOI: 10.1097/TA.0000000000002675.
28. Lavery C., Tien H., Beckett A. [et al.]. Primary aeromedical retrieval crew composition: Do different teams impact clinical outcomes? A descriptive systematic review. *CJEM.* 2020. Vol. 22, N 2. Pp. 89–103. DOI: 10.1017/cem.2020.404.
29. Madiraju S.K., Catino J., Kokaram C., [et al.]. In by helicopter out by cab: the financial cost of aeromedical overtriage of trauma patients. *J. Surg. Res.* 2017. Vol. 218. Pp. 261–270. DOI: 10.1016/j.jss.2017.05.102.
30. Matsumoto H., Mashiko K., Hara Y. [et al.]. Dispatch of Helicopter Emergency Medical Services Via Advanced Automatic Collision Notification. *J. Emerg. Med.* 2016. Vol. 50, N 3. Pp. 437–443. DOI: 10.1016/j.jemermed.2015.11.001.
31. Michaels D., Pham H., Puckett Y., Dissanaik S. Helicopter versus ground ambulance: review of national database for outcomes in survival in transferred trauma patients in the USA. *Trauma Surg. Acute Care Open.* 2019. Vol. 4, N 1. Art. e000211. DOI: 10.1136/tsaco-2018-000211.
32. Moore L., Champion H., Tardif P.A. [et al.]. Impact of Trauma System Structure on Injury Outcomes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *World J. Surg.* 2018. Vol. 42, N 5. Pp. 1327–1339. DOI: 10.1007/s00268-017-4292-0.
33. Moors X.R.J., Van Lieshout E.M.M., Verhofstad M.H.J. [et al.]. A Physician-Based Helicopter Emergency Medical Services Was Associated With an Additional 2.5 Lives Saved per 100 Dispatches of Severely Injured Pediatric Patients. *Air Med. J.* 2019. Vol. 38, N 4. Pp. 289–293. DOI: 10.1016/j.amj.2019.04.003.
34. Motomura T., Matsumoto H., Mashiko K. [et al.]. A System That Uses Advanced Automatic Collision Notification Technology to Dispatch Doctors to Traffic Accidents by Helicopter: The First 4 Cases. *J. Nippon Med. Sch.* 2020. Vol. 87, N 4. Pp. 220–226. DOI: 10.1272/jnms.JNMS.2020_87-406.
35. Munro S., Joy M., de Coverly R. [et al.]. A novel method of non-clinical dispatch is associated with a higher rate of critical Helicopter Emergency Medical Service intervention. *Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med.* 2018. Vol. 26, N 84. Pp. 1–7. DOI: 10.1186/s13049-018-0551-9.
36. Nakajima M., Aso S., Yasunaga H. [et al.]. Body temperature change and outcomes in patients undergoing long-distance air medical transport. *Am. J. Emerg. Med.* 2019. Vol. 37, N 1. Pp. 89–93. DOI: 10.1016/j.ajem.2018.04.064.
37. Nasser A.A.H., Khouli Y. The Impact of Prehospital Transport Mode on Mortality of Penetrating Trauma Patients // *Air Med. J.* 2020. Vol. 39, N 6. P. 502–505. DOI: 10.1016/j.amj.2020.07.005.
38. Pakkanen T., Kdmrdinen A., Huhtala H. [et al.]. Physician-staffed helicopter emergency medical service has a beneficial impact on the incidence of prehospital hypoxia and secured airways on patients with severe traumatic brain injury. *Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med.* 2017. Vol. 25, N 94. Pp. 1–7. DOI: 10.1186/s13049-017-0438-1.
39. Polites S.F., Zielinski M.D., Fahy A.S. [et al.]. Mortality following helicopter versus ground transport of injured children. *Injury.* 2017. Vol. 48, N 5. Pp. 1000–1005. DOI: 10.1016/j.injury.2016.12.010.
40. Pulkkinen I., Pirnes J., Rissanen A., Laukkanen-Nevala P. Impact of icing weather conditions on the patients in helicopter emergency medical service: a prospective study from Northern Finland. *Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med.* 2019. Vol. 27, N 13. Pp. 1–10. DOI: 10.1186/s13049-019-0592-8.
41. Sborov K.D., Gallagher K.C., Medvecz A.J. [et al.]. Impact of a New Helicopter Base on Transport Time and Survival in a Rural Adult Trauma Population. *J. Surg. Res.* 2020. Vol. 254. Pp. 135–141. DOI: 10.1016/j.jss.2020.04.020.
42. Shaw J.J., Psinos C.M., Santry H.P. It's All About Location, Location, Location: A New Perspective on Trauma Transport. *Ann. Surg.* 2016. Vol. 263, N 2. Pp. 413–418. DOI: 10.1097/SLA.0000000000001265.
43. Smedley W.A., Stone K.L., Brown A. [et al.]. Use of helicopters for retrieval of trauma patients: A geospatial analysis. *J. Trauma Acute Care Surg.* 2019. Vol. 87, N 1. Pp. 168–172. DOI: 10.1097/TA.0000000000002318.
44. Sonne A., Wulffeld S., Steinmetz J. [et al.]. Prehospital interventions before and after implementation of a physician-staffed helicopter. *Dan. Med. J.* 2017. Vol. 64, N 10. Art. A5408.
45. Stone K.L., Smedley W.A., Killian J. [et al.]. Aeromedical retrieval of trauma patients: Impact of flight path model on estimates of population coverage. *Am. J. Surg.* 2020. Vol. 220, N 3. Pp. 765–772. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2020.01.056.
46. Stowell A., Bobbia X., Cheret J. [et al.]. Out-of-hospital Times Using Helicopters Versus Ground Services for Emergency Patients. *Air Med. J.* 2019. Vol. 38, N 2. Pp. 100–105. DOI: 10.1016/j.amj.2018.11.017.
47. Svendsen T., Lund-Kordahl I., Fredriksen K. Cabin temperature during prehospital patient transport – a prospective observational study. *Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med.* 2020. Vol. 28, N 64. Pp. 1–8. DOI: 10.1186/s13049-020-00759-0.
48. Taylor B.N., Rasnake N., McNutt K. [et al.]. Rapid Ground Transport of Trauma Patients: A Moderate Distance From Trauma Center Improves Survival. *J. Surg. Res.* 2018. Vol. 232. Pp. 318–324. DOI: 10.1016/j.jss.2018.06.055.

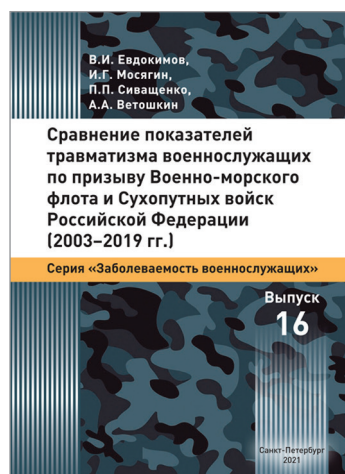
49. Ter Avest E., Lambert E., de Coverly R. [et al.]. Live video footage from scene to aid helicopter emergency medical service dispatch: a feasibility study. *Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med.* 2019. Vol. 27, N 55. Pp. 1–6. DOI: 10.1186/s13049-019-0632-4.
50. Thomas S.H., Brown K.M., Oliver Z.J. [et al.]. An Evidence-based Guideline for the air medical transportation of prehospital trauma patients. *Prehosp. Emerg. Care.* 2014. Vol. 18, Suppl 1. Pp. 35–44. DOI: 10.3109/10903127.2013.844872.
51. Thompson J., Rehn M., Sollid S.J.M. EHAC medical working group best practice advice on the role of air rescue and pre hospital critical care at major incidents. *Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med.* 2018. Vol. 26, N 65. Pp. 1–5. DOI: 10.1186/s13049-018-0522-1.
52. Tomazin I., Vegnuti M., Ellerton J. [et al.]. Factors impacting on the activation and approach times of helicopter emergency medical services in four Alpine countries. *Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med.* 2012. Vol. 20, N 56. Pp. 1–11. DOI: 10.1186/1757-7241-20-56.
53. Tsuchiya A., Tsutsumi Y., Yasunaga H. Outcomes after helicopter versus ground emergency medical services for major trauma-propensity score and instrumental variable analyses: a retrospective nationwide cohort study. *Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med.* 2016. Vol. 24, N 140. Pp. 1–11. DOI: 10.1186/s13049-016-0335-z.
54. Udekwi P., Schiro S., Toschlog E. [et al.]. Trauma system resource preservation: A simple scene triage tool can reduce helicopter emergency medical services overutilization in a state trauma system. *J. Trauma Acute Care Surg.* 2019. Vol. 87, N 2. Pp. 315–321. DOI: 10.1097/TA.0000000000002309.
55. Zhu T.H., Hollister L., Opoku D., Galvagno S.M. Jr. Improved Survival for Rural Trauma Patients Transported by Helicopter to a Verified Trauma Center: A Propensity Score Analysis. *Acad. Emerg. Med.* 2018. Vol. 25, N 1. Pp. 44–53. DOI: 10.1111/acem.13307.

Received 29.03.2021

For citing. Shapkin Yu.G., Seliverstov P.A. Preimushchestva i nedostatki ispol'zovaniya vertoletov dlya sanitarno-aviatsionnoi evakuatsii postradavshikh s travmoi (obzor literatury). *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh.* 2021. N 2. Pp. 70–79. (In Russ.)

Shapkin Yu.G., Seliverstov P.A. Advantages and disadvantages of using helicopters for air medical evacuation of victims with traumas (literature review). *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations.* 2021. N 2. Pp. 70–79. DOI: 10.25016/2541-7487-2021-0-2-70-79

Вышла в свет монография



Евдокимов В.И., Мосягин И.Б., Сивашенко П.П., Ветошкин А.А. Сравнение показателей травматизма военнослужащих по призыву Военно-морского флота и Сухопутных войск Российской Федерации (2003–2019 гг.) : монография / Медицинская служба Главного командования Военно-морского флота Российской Федерации, Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России. СПб. : Политехника-принт, 2021. 76 с. (Серия «Заболеваемость военнослужащих» ; вып. 16).

ISBN 978-5-907223-74-5. Тираж 500 экз.

Проведен анализ медицинских отчетов о состоянии здоровья личного состава по форме 3/МЕД воинских частей, в которых проходили службу не менее 80 % от общего числа военнослужащих по призыву Военно-морского флота (ВМФ) и Сухопутных войск Вооруженных сил России в 2003–2019 гг.

Сравнили уровень, структуру и динамику основных медико-статистических показателей заболеваемости военнослужащих по призыву ВМФ и Сухопутных войск с травмами (первичной заболеваемости или травматизма, госпитализации, дней нетрудоспособности, увольнения и смертности) по группам (блокам) травм XIX класса «Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин» Международной статистической классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем (МКБ-10). Например, среднегодовой уровень травматизма (первичная заболеваемость) военнослужащих по призыву ВМФ был $(23,54 \pm 2,75) \%$, Сухопутных войск – $(11,23 \pm 0,96) \%$, среднегодовая доля травматизма в структуре первичной заболеваемости по всем классам по МКБ-10 – 2,54 и 1,13 % соответственно. Травматизм военнослужащих по призыву в ВМФ был статистически достоверно больше, чем в Сухопутных войсках ($p < 0,001$). В то же время, среднегодовой уровень смертности военнослужащих по призыву в ВМФ по причине травм составил $(10,29 \pm 2,65)$ на 100 тыс. военнослужащих, в Сухопутных войсках – $(29,69 \pm 6,23)$ на 100 тыс. военнослужащих, среднегодовая доля военнослужащих с травмами в структуре всей смертности – 32,9 и 58,2 % соответственно. Уровень смертности военнослужащих по призыву ВМФ по причине травм был меньше по сравнению с показателями в Сухопутных войсках ($p < 0,05$). Полиномиальные тренды смертности военнослужащих по призыву ВМФ и Сухопутных войск от травм при значимых коэффициентах детерминации ($R^2 = 0,69$ и $R^2 = 0,84$ соответственно) показывают уменьшение данных. Согласованность трендов смертности – сильная и статистически достоверная ($r = 0,858$; $p < 0,05$), что может указывать на участие в ее развитии одинаковых (однаправленных) факторов.

Исследовано влияние сконструированной оценки военно-эпидемиологической значимости показателей групп травм и ведущих нозологий в развитии нарушений здоровья военнослужащих по призыву.

В структуре обстоятельств получения травм отмечается более высокий уровень травматизма военнослужащих по призыву ВМФ во внеслужебное время, при несении внутренней службы и хозяйственных работах, Сухопутных войск – при боевом дежурстве и прочих обстоятельствах. Необходимо шире привлекать военных специалистов для изучения причинно-следственных связей возникновения травм и разработки мероприятий по их профилактике.