

МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ МЕДИЦИНСКОЙ ЭВАКУАЦИИ РАНЕННЫХ И ПОСТРАДАВШИХ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

¹ Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова (Россия, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6–8);

² ООО «Специальная и медицинская техника» (Россия, Санкт-Петербург, ул. Чугунная, д. 20);

³ 442-й Военный клинический госпиталь им. З.П. Соловьева (Россия, Санкт-Петербург, Суворовский пр., д. 63)

Актуальность. Медицинская эвакуация раненых и пострадавших при чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени является важным компонентом медицинского обеспечения, во многом определяющим эффективность оказания медицинской помощи. Наличие большого числа пострадавших вынуждает использовать для проведения медицинской эвакуации не только штатный санитарный транспорт, но и любые доступные транспортные средства. Оснащение транспорта специальными модулями и создание мобильных медицинских технических устройств, позволяющих одновременно решать проблему мониторинга физиологических данных, транспортной иммобилизации, транспортировки и лечения пострадавшего, является безусловно актуальным.

Цель – анализ использования и обоснование перспектив разработки медицинских технических устройств для эвакуации раненых и пострадавших в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени.

Методология. Предметом исследования стал российский и зарубежный опыт медицинской эвакуации пострадавших при чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени. Провели ретроспективный анализ использования различных систем и устройств для медицинской эвакуации раненых и пострадавших при чрезвычайных ситуациях. Изучение медико-технических характеристик, эффективности использования и перспектив разработки этих устройств выполняли с использованием методов исторического сопоставления, экспертных оценок, логического и системного анализа и прогнозирования.

Результаты и их анализ. Показано, что техническое совершенствование медицинской эвакуации может осуществляться либо путем создания специального санитарного транспорта, либо путем разработки устройств, позволяющих эвакуировать пострадавших в любых видах транспорта с одновременным мониторингом физиологически важных функций и возможностью проведения основных реанимационных мероприятий. Проведен анализ созданных в 1970–1980-е годы образцов специального медицинского транспорта для эвакуации пострадавших и оказания им квалифицированной помощи на борту (в том числе, в полете) – санитарного вертолета Ми-8МБ «Биссектриса», реанимационно-операционного самолета Ан-26М «Спасатель», операционно-реанимационного самолета-лаборатории Ил-76МД «Скальпель». Представлены основные медико-технические характеристики мобильных устройств, применяемых в настоящее время для медицинской эвакуации: модулей медицинских вертолетных (ММВ) и самолетных (ММС), медицинского модуля стратегической воздушной медицинской эвакуации STRATAIRMEDEVAC, многофункционального эвакуационно-транспортировочного устройства – МЭТИУ, устройства медицинской эвакуации тяжелораненых – УМЭТР, мобильного спасательного средства интенсивной терапии MIRF, платформы жизнеобеспечения пациента при транспортировке LSTAT. Описаны перспективные разработки – диагностический лечебно-транспортировочный комплекс поддержания жизнедеятельности человека «Ангел» и многофункциональная роботизированная медицинская система.

Заключение. Применение специальных медицинских технических устройств для медицинской эвакуации позволяет повысить эффективность оказания медицинской помощи раненым и пострадавшим в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, медицина катастроф, медицинская эвакуация, санитарный транспорт, модуль медицинский, эвакуационно-транспортировочное устройство.

✉ Гребенюк Александр Николаевич – д-р мед. наук проф., каф. мобилизационной подготовки здравоохранения и медицины катастроф, Первый Санкт-Петерб. гос. мед. ун-т им. акад. И.П. Павлова (Россия, 197022, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6–8); зам. директора по науч. работе, ООО «Специальная и медицинская техника» (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Чугунная, д. 20), e-mail: grebenyuk_an@mail.ru;

Лисина Елена Андреевна – науч. сотр., ООО «Специальная и медицинская техника» (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Чугунная, д. 20), e-mail: lisina.psk@mail.ru;

Лисин Павел Леонидович – ст. ординатор отд-ния реанимации и интенсивной терапии, 442-й Воен. клинич. госпиталь им. З.П. Соловьева (Россия, 191124, Санкт-Петербург, Суворовский пр., д. 63), e-mail: pvlisin@mail.ru;

Старков Александр Васильевич – канд. мед. наук доц., зав. каф. мобилизационной подготовки здравоохранения и медицины катастроф, Первый Санкт-Петерб. гос. мед. ун-т им. акад. И.П. Павлова (Россия, 197022, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6–8), e-mail: stark-4@mail.ru

Введение

В основе организации лечебно-эвакуационных мероприятий лежат положения системы этапного (эшелонированного) лечения с эвакуацией по назначению [15, 17]. Данная система была создана в начале XX в., подтвердила высокую эффективность в годы Великой Отечественной войны и в последующих локальных военных конфликтах, однако развитие медицинской науки внесло в нее определенные коррективы. На сегодняшний день лечение пострадавшего от момента получения травмы до выздоровления рассматривается как единый процесс, в котором важнейшее место отводится преемственности оказания медицинской помощи на различных этапах медицинской эвакуации и скорости доставки пациента в ту медицинскую организацию, в которой ему будет оказана исчерпывающая помощь [20, 24].

Изменился и сам характер травм. В последние годы как в мирное время, так и во время ведения боевых действий, наблюдается устойчивая тенденция к увеличению тяжелых, множественных и сочетанных повреждений [7, 23]. Кровопотеря и развитие шока являются основной угрозой жизни пострадавшего в первые минуты и часы после травмы [1, 9]. Именно поэтому своевременно оказанная экстренная медицинская помощь в достаточном объеме исключительно важна при лечении раненых и пострадавших, находящихся в тяжелом состоянии [6, 22].

Эффективность оказания медицинской помощи, а следовательно, и исход ранения или заболевания зависят от своевременной доставки раненых и больных в лечебное учреждение [13, 19]. Сокращение количества этапов эвакуации – первоочередная задача при организации лечебно-эвакуационных мероприятий. Оптимальным является сценарий, когда за оказанием первой помощи следует незамедлительная транспортировка в лечебное учреждение, где пострадавшему оказывают специализированную медицинскую помощь [3, 20, 24].

Однако в ходе ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС) такое развитие событий далеко не всегда возможно. Исключительная сложность и изменчивость обстановки, возможность возникновения массовых санитарных потерь и другие факторы предъявляют особые требования к организации медицинской эвакуации [4, 10, 16]. Наличие большого числа пострадавших вынуждает использовать не только штатный санитарный

транспорт, но и любые доступные средства передвижения. Время ожидания эвакуации увеличивается, при этом особое значение приобретает возможность проведения интенсивной терапии и непрерывного мониторинга физиологических данных пострадавшего в полевых (догоспитальных) условиях [2, 19, 22].

Оптимальным для передовых этапов медицинской эвакуации, на наш взгляд, является средство (техническое устройство), позволяющее одновременно решать проблему мониторинга физиологических данных, транспортной иммобилизации и транспортировки пострадавшего. Большое значение играет оснащенность такого устройства медицинским оборудованием, необходимым для проведения экстренных, в том числе реанимационных, мероприятий и поддержания жизнедеятельности пострадавшего [2, 3, 22]. Не менее важны такие технические параметры, как время работы устройства от аккумулятора, его габариты и масса, а также возможность установки в различные, в том числе непригодные для эвакуации транспортные средства. Все это определяет актуальность исследования существующих и перспективных медико-технических устройств для медицинской эвакуации пострадавших в ЧС.

Цель – анализ использования и научное обоснование перспективы разработки медицинских технических устройств для эвакуации раненых и пострадавших в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени.

Материал и методы

Предметом исследования стал российский и зарубежный опыт медицинской эвакуации пострадавших в результате ведения боевых действий и чрезвычайных ситуаций. Провели ретроспективный анализ использования различных систем и устройств для медицинской эвакуации раненых и пострадавших при чрезвычайных ситуациях. Изучены и проанализированы нормативные и правовые акты: Федеральный закон от 21 ноября 2011 г. № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации»; Государственная программа Российской Федерации «Развитие здравоохранения», утвержденная постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. № 294; Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 г. № 598 «О совершенствовании государственной политики в сфере здравоохранения»; Паспорт приоритетного проекта «Обеспечение своевре-

менности оказания экстренной медицинской помощи гражданам, проживающим в труднодоступных районах Российской Федерации» (утвержден президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам, протокол от 25.10.2016 г. № 9).

Материалами исследования явились медико-технические характеристики устройств, применяемых для медицинской эвакуации: санитарный вертолет Ми-8МБ «Биссектриса», реанимационно-операционный самолет Ан-26М «Спасатель», операционно-реанимационный самолет-лаборатория Ил-76МД «Скальпель», модули медицинские для самолетов Ил-76, Ан-148, Sukhoi Superjet 100, вертолетов Ми-8 и «Ансат», платформа жизнеобеспечения пациента при транспортировке LSTAT (США), медицинский модуль стратегической воздушной медицинской эвакуации STRATAIRMEDEVAC (Германия), мобильное спасательное средство интенсивной терапии – MIRF (Австралия), устройство медицинской эвакуации тяжелораненых – УМЭТР (ООО «Казанский агрегатный завод», Россия), многофункциональное эвакуационно-транспортировочное устройство – МЭТИУ (ООО «Специальная и медицинская техника», Россия). Изучение медико-технических характеристик, эффективности использования и перспектив разработки устройств для медицинской эвакуации пострадавших проводили с использованием методов исторического и логического анализа и сопоставления, экспертных оценок, системного анализа и прогнозирования.

Результаты и их анализ

С точки зрения организации здравоохранения, существуют два пути оптимизации медицинской эвакуации. Первый путь подразумевает создание специального медицинского (или санитарного) транспорта, второй – устройств, позволяющих эвакуировать пострадавших в любых видах транспорта с одновременным мониторингом физиологически важных функций и возможностью проведения основных реанимационных мероприятий.

В 1970–1980-х годах в СССР, как и за рубежом, совершенствование медицинской эвакуации шло путем создания специального санитарного транспорта, в том числе авиационного. В этот период были разработаны такие образцы специального медицинского транспорта для эвакуации раненых и постра-

давших и оказания квалифицированной помощи на борту (в том числе, в полете), как санитарный вертолет Ми-8МБ «Биссектриса», реанимационно-операционный самолет Ан-26М «Спасатель», операционно-реанимационный самолет-лаборатория Ил-76МД «Скальпель» [5, 8, 26].

Поисково-спасательный вертолет Ми-8МБ «Биссектриса» создавался в 1970-е годы. Он был предназначен для поиска и спасения экипажей летательных аппаратов, потерпевших бедствие, для оказания им квалифицированной медицинской помощи на земле и в полете. Вертолет оснащен носилками санитарными, столом операционным, аппаратом наркозным и искусственной вентиляции легких (ИВЛ), электрокардиографом, кардиостимулятором, другим медицинским имуществом [8]. Это позволяет оказывать первую врачебную помощь с элементами квалифицированной медицинской помощи, проводить инфузионную терапию, искусственную вентиляцию легких, вводить анальгетики и другие лекарственные средства с одновременным электрокардиографическим контролем.

Реанимационно-операционный самолет легкого класса Ан-26М «Спасатель» предназначен для эвакуации раненых и больных с проведением в полете реанимационных мероприятий, интенсивной терапии и хирургических вмешательств по жизненным показаниям [5, 8]. В нем стационарно оборудованы четыре функциональных отсека – для размещения медперсонала, операционный, интенсивной терапии и технической. Медицинская бригада в составе 4 человек позволяла обеспечивать медицинскую эвакуацию четверых пострадавших в тяжелом состоянии, лежащих на функциональных кроватях. За время работы в Республике Афганистан на самолете Ан-26М «Спасатель» было эвакуировано более 2000 раненых и больных [8].

Медицинский самолет среднего класса Ил-76МД «Скальпель» разрабатывался по заданию Центрального военно-медицинского управления МО СССР в 1970-е годы минувшего столетия [5, 8]. В его салоне были установлены три электрифицированных контейнера-модуля, в первом из которых находилась полностью оборудованная операционная, во втором – отделение интенсивной терапии. Третий модуль – исключительно транспортировочный – был рассчитан на 12 подвесных носилочных койко-мест. Самолет Ил-76МД «Скальпель» активно применялся для эвакуации раненых в ходе военных конфликтов.

С помощью данного воздушного судна из Афганистана, Таджикистана и других горячих точек удалось осуществить медицинскую эвакуацию более 10 тыс. раненых и пострадавших. Использовали его и в ходе первой чеченской кампании: только за 1995 г. Ил-76МД «Скальпель» перевез более 1035 раненых [8].

Однако опыт военных конфликтов, крупномасштабных аварий, катастроф, землетрясений, терактов и других ЧС наглядно продемонстрировал, что в экстремальных условиях применение специального эвакуационного транспорта, такого как Ил-76МД «Скальпель», существенно ограничено [8]. Очевидно, что для взлета и посадки самолета необходимы значительные экономические ресурсы и соответствующая инфраструктура. Острой проблемой остается и доставка раненых из так называемой «красной» зоны активного ведения боевых действий в относительно спокойную «зеленую» зону, где может приземлиться самолет. Необходимо также отметить избыточную, на наш взгляд, оснащенность этого воздушного судна: несмотря на наличие операционного модуля, оперативные вмешательства на борту практически не проводились, рентгеновский кабинет почти не использовался, а персонал медицинской бригады, работавшей на борту Ил-76МД «Скальпель», неоднократно высказывался в пользу увеличения количества койко-мест за счет невооруженных модулей [8].

В начале 2000-х годов в России началась активная разработка мобильных авиационных медицинских модулей, которыми могут оснащаться различные типы летательных аппаратов. Как результат, специалистами ЗАО «Заречье» (г. Казань, Россия) были разработаны модуль медицинский вертолетный (ММВ) и модуль медицинский самолетный (ММС). Выпуск и продажу данных модулей в настоящее время осуществляет ООО «Казанский агрегатный завод».

Модуль медицинский вертолетный двухместный (ММВ) предназначен для применения в составе вертолетов типа Ми-8МТВ с целью эвакуации 2 носилочных пострадавших, расположенных на двух уровнях, и оказания им квалифицированной медицинской помощи с использованием техники, входящей в его состав [30].

Модуль медицинский самолетный (ММС) рассчитан на эвакуацию 4 пострадавших в лежачем положении, расположенных на двух уровнях [25, 30]. На нижнем уровне располагаются пострадавшие в крайне тяжелой и тя-

желой степени, на верхнем ярусе – в тяжелой или средней степени. Модуль медицинский самолетный оснащен мониторами витальных функций, дефибриллятором, стационарным и переносным аппаратами ИВЛ, оборудованием для дозированной подачи лекарственных средств, подачи кислорода, съемными носилками, средствами транспортной иммобилизации, наборами медикаментов и расходных материалов, инфузионных растворов и др. В нижних отсеках располагаются реанимационные укладки, сумки с медикаментами, сумки перевязочные с наборами стерильных перевязочных средств и белья. Вся медицинская аппаратура имеет летные сертификаты [29]. К настоящему времени накоплен значительный позитивный опыт использования ММС для медицинской эвакуации пострадавших в ЧС, а также пациентов с травмами и заболеваниями, находящихся в тяжелом и крайне тяжелом состоянии [11, 28].

Основным преимуществом ММВ и ММС является их оснащенность современным медицинским оборудованием и аппаратурой (табл. 1). Фактически медицинские специалисты могут реализовать весь комплекс мероприятий реанимации и интенсивной терапии на борту летательного аппарата, осуществлять медицинскую эвакуацию пациентов любого возраста с подключением к дыхательной аппаратуре [28]. К другим преимуществам ММВ и ММС относятся их транспортировка на аэродром грузовым автотранспортом, возможность установки в различных типах авиационного транспорта (ММС можно устанавливать в салонах Ил-76, Ан-72, Ан-148, Ми-26, а ММВ – в салонах Ми-8МТ, Ми-17), а также принципиальная возможность размещения и надежной фиксации на них любого медицинского оборудования и аппаратуры, необходимой для диагностики и лечения пострадавших с различной степенью тяжести [25, 29]. Кроме того, единая конструктивная концепция обоих типов авиационных модулей позволяет существенно сократить время транспортировки пациентов из вертолета в самолет и обратно, что особенно важно при массовой эвакуации пострадавших в ЧС.

Недостатками авиационных медицинских модулей являются невозможность использования в наземном транспорте, значительная масса (около 300 кг), длительное время монтажа, недостаточно продолжительное время работы оборудования от аккумулятора, необходимость отсоединять пациента от систем жизнеобеспечения для перемещения в дру-

Таблица 1

Медицинское оснащение модуля медицинского вертолетного (ММВ) и модуля медицинского самолетного (ММС)
(по данным сайта <http://vysota.aero/catalog/40/>)

Наименование медицинской техники (имущества)	Количество	
	ММС	ММВ
Монитор «SHILLER» (НИАД, ЧСС, ЧДД, пульс, температура тела, °С)	2	1
Дефибриллятор-монитор «ZOLL-M» или система мониторинга и дефибрилляции «Weinmann Corpuls 3»	2	1
Электрокардиограф «Shiller AT 101»	1	1
Пульсоксиметр «Criticare 503 DX»	4	2
Отсос-аспиратор «Accuvac Rescue» или аспиратор ТБД «Weinmann Accuvac Rescue»	4	2
Аппарат ИВЛ «Pulmonetic LTV-1000»	2	1
Переносной аппарат ИВЛ «LIFE-BASE mini 11» или аппарат ИВЛ «Weinmann Medumat standarda»	2	1
Шприцевый дозатор «Terumo TE-331» или шприцевый насос «B. Braun»	2	1
Инфузионный насос «B. Braun»	2	1
Устройство для подогрева растворов «SAHARA»	1	1
Система подачи кислорода – баллоны «Weinmann WM 1825» с редукторами и шлангами (20 л, 150 кг/см ²)	2	2
Комплект шейных шин для взрослых и детей «Spencer Jems»	2	1
Вакуумный матрас с насосом «Spencer Nexus»	2	1
Щит пластиковый с ремнями «Spencer Rock»	2	1
Укладка врача скорой медицинской помощи:		
«Weinmann ULM Case II»	2	1
«Weinmann Paramedic-Box»	2	1
«Weinmann Rescue-Pack»	2	1
Контейнер-саквояж теплоизоляционный «KCT-6»	2	1

ное транспортное средство. В существующих ММВ и ММС в основном используются зарубежное медицинское оборудование и аппаратура, что существенно снижает их применение в условиях санкций и особенно чрезвычайных ситуаций военного времени. Еще одним недостатком этих модулей является особенность их конструкции, затрудняющая доступ медицинского персонала к пациентам верхнего яруса [25]. Тем не менее, специалисты медицинской службы Вооруженных сил России рассматривают существующие ММВ и ММС как весьма удобные технические устройства для осуществления санитарно-авиационной эвакуации и планируют до 2020 г. оснастить этими модулями профильные военно-медицинские организации [14, 26].

В настоящее время в России реализуется масштабная программа модернизации санитарной авиации, в результате выполнения которой отечественными модульными системами должны быть оснащены самолеты Ил-76, Ан-148, Sukhoi Superjet 100, вертолеты Ми-8, Ми-26, «Ансат» и др. В 2017 г. стартовал приоритетный проект «Обеспечение своевременности оказания экстренной медицинской помощи гражданам, проживающим в труднодоступных районах Российской Федерации». Цель проекта – увеличение доли лиц, госпи-

тализированных по экстренным показаниям в течение первых суток, в 2017 г. – до 71%, в 2018 г. – до 83,5%, в 2019 г. – до 90%. Одной из важнейших задач является формирование парка современных вертолетов, позволяющих осуществлять медицинскую эвакуацию пациентов. Стоит отметить, что санитарная авиация в Российской Федерации сегодня является многофункциональной. После проведения медицинской эвакуации модули, как правило, снимаются с воздушного судна и отправляются на базу отряда Центроспас МЧС России, где проводится их техническое обслуживание. Быстрое переоборудование позволяет использовать авиационную технику не только для медицинских нужд, но и для переброски спасателей, пожаротушения, немедицинской эвакуации и т. п.

Для осуществления тактической медицинской эвакуации раненых, больных и пораженных в странах НАТО используется автомобильный, морской и авиационный транспорт [31, 36, 39]. Стратегическая медицинская эвакуация раненых и пострадавших осуществляется самолетами военно-транспортной авиации, выделяемыми странами-участниками Европейского военно-транспортного командования (Бельгия, Германия, Испания, Италия, Люксембург, Нидерланды и Франция)

или США [41, 45]. Для стратегической авиационной медицинской эвакуации наиболее часто используются самолеты Airbus A310 в модификации MRT (Multi-Role Transporter Systems). Вместимость самолета Airbus A310 MRT может составлять до 56 койко-мест, из которых, в зависимости от комплектации, до 6 мест являются транспортными модулями для пациентов и до 16 мест представляют собой модули для непрерывного промежуточного ухода [32, 44]. Оборудование всех этих модулей обеспечивает беспроводной мониторинг медицинских показателей, применение кислорода, подачу необходимых лекарств с помощью шприцевых насосов и другие медицинские мероприятия, что позволяет обеспечить уход за пациентом в полете по тому же стандарту, что и в палате интенсивной терапии многопрофильного госпиталя [42, 44]. Дополнительно на борту этого самолета имеются мобильная лаборатория для взятия основных анализов, ультразвуковое устройство для неинвазивной диагностики, аппаратура для снятия ЭКГ, гибкие бронхоскопы для инвазивной диагностики дыхательных путей и легких, системы согревания пациентов и другое медицинское имущество.

Таким образом авиационные модули медицинские позволяют осуществлять эвакуацию пострадавших, а их применение существенно повышает доступность и качество медицинского обеспечения раненых, больных и пострадавших. Однако в силу конструктивных особенностей данные модули не предназначены непосредственно для эвакуации раненых и пострадавших из очагов санитарных потерь и могут только ограниченно использоваться в военное время и во время ЧС.

В связи с этим в последние годы оптимизация медицинской эвакуации идет путем создания автономных медицинских эвакуационно-транспортных устройств, оснащенных портативными системами мониторинга функционального состояния и поддержания жизненно важных функций пациента. С начала 1990-х годов в развитых странах мира, особенно блока НАТО, ведутся активная разработка, испытания и внедрение устройств такого типа.

Судя по открытым публикациям, первым подобным устройством для осуществления медицинской эвакуации с возможностью оказания неотложной помощи стало мобильное спасательное устройство интенсивной терапии – MIRF (Mobile Intensive Care Rescue Facility). Первоначально разработанный для целей авиамедицинской эвакуации в Воору-

женных силах Австралии, MIRF представляет из себя единый модуль, включающий набор портативного электро медицинского оборудования для мониторинга основных физиологических параметров и простейшее медицинское оборудование для реанимации раненого [33]. По сути MIRF стал прообразом «автономной» системы жизнеобеспечения пациента, которая могла прикрепляться практически к любой платформе автомобильного, морского и авиационного транспорта, использовавшейся для медицинской эвакуации.

Во время боевых действий в Персидском заливе представители военно-медицинского департамента (Army Medical Department, AMEDD) США обнаружили, что в результате быстрого продвижения войск время, затрачиваемое на медицинскую эвакуацию раненых, существенно возрастает [34, 37]. Возникла необходимость использования транспортной системы с возможностью проведения интенсивной терапии. Для решения этой задачи в 1998 г. началась разработка мобильного эвакуационного устройства – платформы жизнеобеспечения пациента при транспортировке – LSTAT (Life Support for Trauma and Transport). Устройство, выпускаемое в настоящее время компанией Integrated Medical Systems Inc. (США), представляет собой носилки со встроенным комплектом медицинского оборудования. Конструкция LSTAT создана с учетом возможности ее дальнейшего совершенствования и создания следующего поколения системы путем дополнения и включения продвинутых медицинских роботехнических технологий, информационных систем, датчиков и других устройств медицинского назначения. Исследования на модели пациента и пациентах в послеоперационном периоде показали отсутствие клинически значимой разницы во времени постановки диагноза и принятия решения о проведении необходимых медицинских манипуляций при использовании врачами-анестезиологами платформы LSTAT или стандартного оборудования [35].

В 2007 г. началась разработка отечественных легкоъемных эвакуационно-транспортных модулей, предназначенных для обеспечения эвакуации раненых и пострадавших с места ранения (поражения, получения травмы) до места оказания исчерпывающей медицинской помощи без необходимости переключения жизнеобеспечивающих систем и перекладывания пострадавшего. Итогом этих работ стало создание многофункцио-

нального эвакуационно-транспортного устройства – МЭТИУ (ООО «Специальная и медицинская техника») и устройства медицинской эвакуации тяжелораненых – УМЭТР (ООО «Казанский агрегатный завод»).

Многофункциональное эвакуационно-транспортное устройство (МЭТИУ) предназначено для выноса (вывоза) раненых и пострадавших с поля боя или очага чрезвычайной ситуации, обеспечения их транспортировки на этапы медицинской эвакуации с одновременной надежной иммобилизацией поврежденных областей тела, мониторинга состояния жизненно важных функций и респираторной поддержки пациентов, проведения интенсивной терапии [18]. МЭТИУ может использоваться в любых авиационных и автомобильных транспортных средствах, а также в средствах общего назначения. Устройство может работать как автономно, так и с подключением к штатной бортовой сети и внешним источникам кислорода. Продолжительность непрерывной работы медицинского оборудования от блока питания устройства – не менее 6 ч. Габаритные размеры устройства (Д×Ш×В): 2200×615×600 мм, масса со всем необходимым медицинским оборудованием – 76 кг.

В состав МЭТИУ входят системный и транспортно-иммобилизирующий модуль и устройство колесного хода (в вариантах четырех- и двухколесного исполнения).

Системный модуль включает в себя: аппарат искусственной вентиляции легких, предназначенный для взрослых и детей от 1 года; насос-дозатор шприцевый инфузионный программируемый; аспиратор; дефибриллятор; блок мониторинга физиологических данных (монитор); источник резервного питания. Все медицинское оснащение находится в пылевлагопроницаемых контейнерах, закрепленных под несущей рамой носилок.

Аппарат ИВЛ обеспечивает принудительную (ПВЛ) и вспомогательную вентиляцию легких (ВВЛ) кислородом и кислородно-воздушной смесью. Предусмотрена также возможность подключения противогаза или бактериального фильтра для обеспечения работы в очагах радиационного, химического и биологического заражения. Дефибриллятор генерирует одиночный, трапецеидальный, асимметричный биполярный импульс с полуволнами противоположной полярности. Блок мониторинга физиологических данных устройства предназначен для продолжительного неинвазивного измерения и отображе-

ния на экране монитора следующих данных: насыщения кислородом артериальной крови пациента (SpO_2), частоты сердечных сокращений (ЧСС), неинвазивного артериального давления (НИАД), фотоплетизмограммы (ФПГ) или электрокардиограммы (ЭКГ). Насос-дозатор шприцевый инфузионный программируемый предназначен для точной инфузии лекарственных средств со скоростью, запрограммированной оператором. Аспиратор ручной портативный ОРП-01 предназначен для очистки верхних дыхательных путей пациента от посторонних жидкостей, воды и рвотных масс. Все включенные в состав МЭТИУ приборы и оборудование производится в России, имеют необходимые сертификаты и регистрационные удостоверения, исполнены в защищенном варианте, что позволяет применять их в полевых условиях, в том числе при воздействии неблагоприятных климатических факторов.

Транспортно-иммобилизирующий модуль в зависимости от комплектации предполагает либо исполнение с ременной системой фиксации и транспортными шинами, либо – с вакуумными матрасом и шинами. Вне зависимости от варианта исполнения МЭТИУ обеспечивает как полную иммобилизацию пострадавшего, так и фиксацию отдельных поврежденных анатомических областей. Благодаря наличию системного модуля, непосредственно во время транспортировки раненого (пострадавшего), наряду с иммобилизацией, МЭТИУ обеспечивает проведение других противошоковых мероприятий – респираторную поддержку, инфузионную терапию, непрерывный мониторинг жизненно важных функций организма (пульсоксиметрия, артериальное давление, ЭКГ) и при необходимости сердечно-легочную реанимацию.

Простота и надежность конструкции позволяет использовать МЭТИУ в непосредственной близости от очага санитарных потерь или эпицентра чрезвычайной ситуации. МЭТИУ принято на снабжение Вооруженных сил России, находится на оснащении медицинских подразделений и частей, реально используется для осуществления медицинской эвакуации раненых, больных и пострадавших [12, 14].

Устройство медицинской эвакуации тяжелораненых (УМЭТР) предназначено для медицинской эвакуации одного носилочного пострадавшего в тяжелом или крайне тяжелом состоянии, непрерывного монито-

ринга состояния пострадавшего, поддержания жизненно важных функций организма и проведения медицинской бригадой во время эвакуации интенсивной терапии в объеме специализированной врачебной помощи. Габаритные размеры устройства (Д×Ш×В): носилки – 2215×600×280 мм, штатив – 945×225 мм, рама с медицинским оборудованием – 600×500×800 мм. По информации официального сайта производителя данного устройства (<http://vysota.aero/catalog/63/261/>) в состав УМЭТР входят носилки, штатив, средство перемещения и перевозки пациентов «КАТЕТ», матрас вакуумный медицинский для иммобилизации NEXUS, рама, на которой закреплены баллон кислородный 2 л, кислородный редуктор и 2 аккумуляторные батареи, а также медицинское оборудование – аппарат искусственной вентиляции легких LTV–1200, система мониторинга и дефибрилляции Corpuls-3, насос инфузионный «Перфузор-компакт С», насос инфузионный волюметрический «Инфузомат Спэйс», отсос-аспиратор электрический медицинский Assivas Rescue и кейс для хранения медицинского оборудования «Корсар» К-97-FC. В настоящее время устройство проходит процедуру регистрации в Федеральной службе по надзору в сфере здравоохранения (Росздравнадзоре).

В табл. 2 приводятся основные технические характеристики отечественных и иностранных мобильных эвакуационно-транспортных устройств.

В настоящее время в России и за рубежом разрабатываются новые устройства, предназначенные для медицинской эвакуации. Необходимо отметить, что предпринимаются попытки создания полуавтоматических

систем с искусственным интеллектом, оценивающих по алгоритму состояние пациента и выдающих рекомендации, корректирующие действия медицинского персонала.

Среди устройств такого типа можно выделить диагностический лечебно-транспортный комплекс поддержания жизнедеятельности человека «Ангел», предназначенный для проведения экстренной диагностики и лечения пациентов с возможностью дистанционного консультирования в ведущих медицинских центрах Минздрава России [4]. Комплекс сочетает как диагностическую функцию, так и возможность введения лекарственных средств, а также экспертной поддержки принятия решений при диагностике, назначении лечения и ведения больных в неотложных ситуациях. В частности, он отслеживает и анализирует параметры ЭКГ, артериального давления, частоты дыхательных движений, температуры тела, сатурации крови. Далее по разработанному алгоритму вычисляется дозировка лекарственных средств, после чего осуществляется их автоматизированное введение через инфузионные и перистальтические насосы. Возможности комплекса также включают удаленное консультирование пациента с использованием видеоконференц-связи и передачей всей информации о пациенте в режиме реального времени [4]. Автоматизированный лечебно-диагностический комплекс поддержания жизнедеятельности человека «Ангел», а также экспериментальная капсула для эвакуации пациентов «Афалина», разработанные Московским государственным университетом им. М.В. Ломоносова совместно с Всероссийским центром медицины катастроф «Защита», были представлены на выставочной экспозиции военно-техни-

Таблица 2

Сравнительная оценка современных эвакуационно-транспортных устройств

Медицинское оборудование	МЭТИУ (Россия)	УМЭТР (Россия)	LSTAT (США)	MIRF (Австралия)
Монитор пациента, измеряемые показатели	SpO ₂	SpO ₂	SpO ₂	SpO ₂
	–	SpCO ₂	SpCO ₂	–
	ЧСС	ЧСС	ЧСС	ЧСС
	АД	АД	АД	АД
	ЭКГ	ЭКГ	ЭКГ	ЭКГ
ФПГ	–	–	–	–
Дефибриллятор	+	+	+	+
Аппарат ИВЛ	+	+	+	+
Шприцевый насос-дозатор	+	+	+	+
Аспиратор	+	+	+	+
Химический анализ крови	–	–	–	+
Система иммобилизации пациента	+	+	–	–
Источник резервного питания	+	+	+	+

ческого форума «Армия-2018». Использование этих устройств позволит сделать более доступными новые технологии подготовки и транспортировки пациента, в частности, технологии дистанционной оценки состояния больных и пострадавших в ходе медицинской эвакуации [3].

Однако необходимо понимать, что комплекс «Ангел» предназначен, в первую очередь, для диагностики и купирования определенных патологических состояний, наиболее часто регистрирующихся в мегаполисе в условиях мирного времени (инфаркт, инсульт и т. п.). В настоящее время сложно представить возможность его реального использования для поддержки жизнедеятельности пациента при медицинской эвакуации непосредственно из очага ЧС. Входящий в комплекс «Ангел» аппарат дыхательный ручной не обеспечивает продолжительной транспортировки пациентов в тяжелом состоянии, также в комплексе отсутствуют системы иммобилизации пациента, не отработана возможность установки комплекса на транспортировочное устройство, пригодное для эвакуации пациента из зоны боевых действий или ЧС мирного времени. В связи с этим в настоящее время этот комплекс реально может использоваться лишь в многопрофильном медицинском стационаре или как дополнительное оборудование специализированного санитарного транспорта службы медицины катастроф и скорой медицинской помощи. Тем не менее, комплекс «Ангел» является весьма перспективной разработкой, которая может найти применение для межгоспитальной транспортировки тяжелых пациентов в условиях мирного времени, а также послужить прототипом для создания новых эвакуационно-транспортировочных устройств, предназначенных для осуществления медицинской эвакуации раненых, больных и пострадавших непосредственно из зоны боевых действий или очага ЧС на этапы медицинской эвакуации.

Одним из таких устройств, разрабатываемых на тех же лечебно-диагностических принципах и технических решениях, является многофункциональная роботизированная медицинская система, предназначенная для эвакуации раненых и пораженных непосредственно из зоны боевых действий или очага ЧС мирного времени [27]. Задачей такой системы является, с одной стороны, обеспечение тщательного контроля физиологических параметров пострадавшего, с другой стороны – снижение «нуждаемости в сопровожда-

ющих» вследствие автоматизации медицинских процедур и защита пациента от внешних экстремальных воздействий. В состав разрабатываемого изделия будут входить блоки реанимационного оборудования, диагностический, обеспечения микроклимата, система электропитания, связи и стабилизации устройства в процессе его транспортировки. Корпус модуля планируется оборудовать защитным съемным кожухом из прозрачного стекла, а само изделие должно быть устойчивым к воздействию экстремальных факторов окружающей среды – высоких и низких температур воздуха, пыли, влажности и т. п. Особое внимание уделяется разработке системы управления этим устройством, для чего создаются специализированные программно-аппаратные комплексы, позволяющие осуществлять как диагностику состояния организма, так и проведение неотложных мероприятий медицинской помощи в автоматическом режиме. По мнению разработчиков, создание этой автономной роботизированной системы для эвакуации тяжелораненых с возможностью дистанционного мониторинга и автоматизации элементов реанимационной помощи позволит повысить качество оказания медицинской помощи в условиях военных конфликтов [27].

Таким образом, в настоящее время существуют значительное число медико-технических устройств, позволяющих осуществлять медицинскую эвакуацию раненых, больных и пострадавших при ЧС мирного и военного времени. Ряд из этих изделий, например, модули медицинские самолетные и вертолетные, являются стационарными, ими изначально оснащаются транспортные средства, осуществляющие медицинскую эвакуацию пациентов. С другой стороны – существуют значительное число устройств, характеризующихся высокой мобильностью и автономностью, которые позволяют выполнять медицинскую эвакуацию пострадавших непосредственно из зоны боевых действий или очага ЧС.

Заключение

Анализ медико-технических характеристик существующих и перспективных устройств, предназначенных для медицинской эвакуации, свидетельствует о том, что оба пути оптимизации медицинской эвакуации раненых, больных и пораженных являются перспективными. Создание и разработка новых образцов специализированного медицинского транспорта (в первую очередь – воздушного)

целесообразно, поскольку таким образом решается проблема транспортировки пациентов в тяжелом состоянии на длительные расстояния с сохранением высокого качества медицинской помощи. Не менее важной задачей является увеличение парка самолетов и вертолетов, оснащенных съёмными медицинскими модулями (ММС и ММВ).

В то же время, для транспортировки тяжело раненых и тяжело больных из очага массовых санитарных потерь на аэродром или в лечебное учреждение целесообразно использовать многофункциональные эвакуационно-транспортные устройства, обеспечивающие надежную иммобилизацию пациента, мониторинг его физиологического состояния и респираторную поддержку. Конструктивные особенности данных устройств позволяют существенно сократить время «промежуточной» эвакуации пациента из очага в санитарный автомобиль, а из него – в другой вид транспорта, обеспечивающего эвакуацию на большие расстояния. Преимуществами подобных устройств являются их универсальность, возможность использования в различных видах наземного, морского и воздушного транспорта, отсутствие необходимости перекладывания пациента и отсоединения его от систем жизнеобеспечения в ходе медицинской эвакуации.

Конструктивным недостатком всех существующих многофункциональных эвакуационно-транспортных устройств, применяемых для медицинской эвакуации, является

отсутствие в их комплектации аппаратов для длительного проведения сердечно-легочной реанимации. Существующие аппараты кардиокомпрессии иностранного производства, такие как автоматическая система непрямого массажа сердца LUCAS 2 (JOLIFE AB, Швеция) и реанимационная система AutoPulse (ZOLL Medical Corporation, Япония), хорошо зарекомендовали себя при проведении длительной сердечно-легочной реанимации [38, 40, 43]. В дополнение к этому, только устройства такого типа предоставляют возможность транспортировать пациента на фоне эффективной сердечно-легочной реанимации и сконцентрировать внимание персонала, осуществляющего эвакуацию, на других проблемах, связанных со спасением жизни.

Таким образом, целесообразной является разработка отечественных устройств для поддержки сердечно-легочной реанимации, оснащение такими аппаратами эвакуационно-транспортных модулей, а также реализация в них новых, инновационных технологий оказания экстренной медицинской помощи на догоспитальном этапе. Кроме того, существующие многофункциональные эвакуационно-транспортные устройства нуждаются в дальнейшем совершенствовании и доработке в плане возможности их применения в Арктическом регионе, горно-пустынной местности, а также для медицинской эвакуации пациентов, зараженных особо опасными инфекциями, радиоактивными или высокотоксичными веществами.

Литература

1. Агаджанян В.В. Политравма: проблемы и практические вопросы // Политравма. 2006. № 1. С. 5–8.
2. Алексанин С.С., Кочетков А.В., Шелухин Д.А., Павлов А.И. Возможности применения инновационных технологий при оказании специализированной скорой медицинской помощи на догоспитальном этапе // Кремлевская медицина. Клинич. вестн. 2015. № 2. С. 22–25.
3. Баранова Н.Н. Медицинская эвакуация пострадавших: состояние, проблемы. Сообщение 1 // Медицина катастроф. 2018. № 4 (104). С. 37–40.
4. Баранова Н.Н., Бобий Б.В., Гончаров С.Ф. [и др.]. Медицинская эвакуация в системе ликвидации медико-санитарных последствий кризисных ситуаций // Медицина катастроф. 2018. № 1 (101). С. 5–14.
5. Белевитин А.Б., Шелепов А.М., Боченков А.А. [и др.]. Авиационная медицинская эвакуация на современном этапе // Воен.-мед. журн. 2010. Т. 331, № 7. С. 41–48.
6. Бойко И.В., Зафт В.Б., Лазаренко Г.О. Организация экстренной медицинской помощи пострадавшим с политравмой на этапах медицинской эвакуации // Медицина неотложных состояний. 2013. № 2 (49). С. 77–84.
7. Бондаренко А.В., Герасимова О.А., Лукьянов В.В. [и др.]. Состав, структура, летальность и особенности оказания помощи у пострадавших на этапах лечения политравмы // Политравма. 2014. № 1. С. 15–22.
8. Бухтияров И.В., Стремедловский Н.В., Гамалий В.Н. [и др.]. Состояние и перспективы развития авиационных средств медицинской эвакуации Вооруженных сил РФ // Воен.-мед. журн. 2010. Т. 331, № 7. С. 35–41.
9. Военно-полевая хирургия локальных войн и вооруженных конфликтов / Бадалов В.И., Борисов М.Б., Бояринцев В.В. [и др.]; под ред. Е.К. Гуманенко, И.М. Самохвалова. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. 672 с.

10. Гребенюк А.Н., Носов А.В., Мусийчук Ю.И., Рыбалко В.М. Медицинские и защитные мероприятия при химических авариях и катастрофах // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2009. № 2. С. 14–20.
11. Ершов А.Л., Якиревич И.А., Попов А.С. Организационные аспекты работы медицинской бригады при эвакуации пострадавших во время ЧС на самолете Ил-76 // Скорая мед. помощь. 2011. № 4. С. 27–30.
12. Кажанов И.В., Денисов А.В., Микитюк С.И., Кобиашвили М.Г. Способ транспортной иммобилизации раненых и пострадавших // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2017. № 4. С. 5–12. DOI 10.25016/2541-7487-2017-0-4-05-12.
13. Касимов Р.Р., Махновский А.И., Миннуллин Р.Р. [и др.]. Медицинская эвакуация: организация и критерии транспортабельности пострадавших с тяжелой травмой // Политравма. 2018. № 4. С. 14–21.
14. Кувшинов К.Э., Сушильников С.И., Яковлев С.В. [и др.]. Организация санитарно-авиационной эвакуации в Вооруженных силах // Воен.-мед. журн. 2017. Т. 338, № 4. С. 4–11.
15. Кульнев С.В., Котив Б.Н., Крючков О.А., Мавренков Э.М. Развитие систем оказания медицинской помощи раненым, больным и пострадавшим в военных конфликтах прошлого и настоящего // Вестн. Рос. воен.-мед. акад. 2018. № 4 (64). С. 174–180.
16. Легеза В.И., Гребенюк А.Н., Зацепин В.В. Медицинская защита при радиационных авариях: некоторые итоги и уроки Чернобыльской катастрофы // Радиационная биология. Радиоэкология. 2011. Т. 51, № 1. С. 70–75.
17. Пархомчук Д.С. Организация проведения лечебно-эвакуационных мероприятий в условиях локального вооруженного конфликта // Медицина катастроф. 2018. № 4 (104). С. 14–17.
18. Многофункциональное эвакуационно-транспортно-перевозочное иммобилизирующее устройство: патент на полезную модель № 116349 U1 Российская Федерация, МПК51 А61G 1/00 / Бояринцев В.В., Гаврилин С.В., Головкин К.П. [и др.]; заявитель и патентообладатель ООО «Специальная и медицинская техника». № 2011110312/12; заявл. 11.03.2011; опубл. 27.05.2012. Бюл. № 15. 7 с.
19. Политравма. Неотложная помощь и транспортировка / Агаджанян В.В., Устьянцева И.М., Пронских А.А. [и др.]; под ред. В.В. Агаджаняна. Новосибирск: Наука, 2008. 320 с.
20. Руководство по скорой медицинской помощи при острых заболеваниях, травмах и отравлениях / Вербовой Д.Н., Багненко С.Ф., Бояринцев В.В. [и др.]; под ред. Д.Н. Вербового, С.Ф. Багненко, В.В. Бояринцева, В.Г. Пасько. М.: СПб.: Фолиант, 2019. 228 с.
21. Самохвалов И.М., Гончаров А.В., Головкин К.П. [и др.]. Проблемы организации оказания хирургической помощи тяжелораненым в современной гибридной войне // Воен.-мед. журн. 2017. Т. 338, № 8. С. 4–11.
22. Самохвалов И.М., Щеголев А.В., Гаврилин С.В. [и др.]. Анестезиологическая и реаниматологическая помощь пострадавшим с политравмой. СПб.: ИнформМед, 2013. 144 с.
23. Тулупов А.Н. Тяжелая сочетанная травма. СПб., 2015. 314 с.
24. Указания по военно-полевой хирургии / Бельских А.Н., Самохвалов И.М., Гребенюк А.Н. [и др.]; под ред. А.Н. Бельских, И.М. Самохвалова. М.: ГВМУ Минобороны России, 2013. 474 с.
25. Шабанов В.Э., Вяткин А.А., Филиппов А.Ю. [и др.]. Опыт применения модулей медицинских самолетов для эвакуации пострадавших в чрезвычайных ситуациях // Медицина катастроф. 2009. № 1 (65). С. 52–54.
26. Шелепов А. М., Вислов А.В., Каниболоцкий М.Н., Облизин Р.Е. Перспективы использования авиационного транспорта для эвакуации раненых и больных в Вооруженных силах Российской Федерации // Вестн. Рос. воен.-мед. акад. 2013. № 2(42). С. 152–164.
27. Юдин А.Б., Пригорелов О.Г., Сохранов М.В. [и др.]. Многофункциональная роботизированная медицинская система для эвакуации раненых, больных и пораженных: обоснование и перспективы разработки // Воен.-мед. журн. 2018. Т. 339, № 11. С. 10–14.
28. Якиревич И.А., Алексанин С.С. Опыт санитарно-авиационной эвакуации пострадавших в чрезвычайных ситуациях авиацией МЧС России с использованием медицинских модулей // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2014. № 2. С. 5–12.
29. Якиревич И.А., Попов А.С., Белинский В.В. Логистика массовых авиамедицинских эвакуаций пострадавших с тяжелой сочетанной травмой с применением медицинских модулей авиацией МЧС России // Каф. травматологии и ортопедии. 2016. Спецвыпуск. С. 23–25.
30. Якиревич И.А., Попов А.С., Скоробулатов А.В. [и др.]. Массовые медицинские эвакуации пострадавших с применением медицинских модулей ММС и ММВ авиацией МЧС России // Оказание скорой и неотложной медицинской помощи раненым и пострадавшим при массовом поступлении: материалы всерос. конф. М.: НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, 2016. С. 30–32.
31. Apodaca A., Olson C.M. Jr., Bailey J. [et al.]. Performance improvement evaluation of forward aeromedical evacuation platforms in Operation Enduring Freedom // J. Trauma Acute Care Surg. 2013. Vol. 75, N 2, Suppl. 2. P. S157–163. DOI 10.1097/TA.0b013e318299da3e.
32. Borne M., Tourtier J.P., Ramsang S. [et al.]. Collective air medical evacuation: the French tool // Air Med. J. 2012. Vol. 31, N 3. P. 124–128. DOI 10.1016/j.amj.2011.09.002.

33. Grant-Thompson J.C. The Mobil Intensive-care Rescue Facility (MIRF): a close look at the intensive care aeromedical evacuation capability // *US Army. Med. Dept. J.* 1997. N 5. P. 23–26.
34. Ingalls N., Zonies D., Bailey J.A. [et al.]. A review of the first 10 years of critical care aeromedical transport during operation Iraqi Freedom and Operation Enduring Freedom: the importance of evacuation timing // *JAMA Surg.* 2014. Vol. 149, N 8. P. 807–813. DOI 10.1001/jamasurg.2014.621.
35. Johnson K., Pearce F., Westenskow D. [et al.]. Clinical evaluation of the Life Support for Trauma and Transport (LSTAT™) platform // *Critical Care.* 2002. Vol. 6, N 5. P. 439–446. DOI 10.1186/cc1538.
36. Kotwal R.S., Staudt A.M., Trevino J.D. [et al.]. A review of casualties transported to Role 2 medical treatment facilities in Afghanistan // *Mil. Med.* 2018. Vol. 183, Suppl. 1. P. 134–145. DOI 10.1093/milmed/usx211.
37. Maddry J.K., Perez C.A., Mora A.G. [et al.]. Impact of prehospital medical evacuation (MEDEVAC) transport time on combat mortality in patients with non-compressible torso injury and traumatic amputations: a retrospective study // *Mil. Med. Res.* 2018. Vol. 5, N 1. P. 22–26. DOI 10.1186/s40779-018-0169-2.
38. Maule Y. L'assistance cardiaque externe: nouvelle approche dans la RCP // *Urgences & Accueil.* 2007. Vol. 7, N 29. P. 4–7.
39. Medical evacuation in a theater of operations: Tactics, techniques, and procedures. Field manual, No 8-10-6 / Headquarters, Department of the Army, Washington, DC, 14 April 2000. 500 p.
40. Olasveengen T.M., Wik L., Steen P.A. Quality of cardiopulmonary resuscitation before and during transport in out-of-hospital cardiac arrest // *Resuscitation.* 2008. Vol. 76, N 2. P. 185–190. DOI 10.1016/j.resuscitation.2007.07.001.
41. Robert J., Tourtier J.P., Vitalis V. [et al.]. Air medical-evacuated battle injuries: French Army 2001 to 2014 in Afghanistan // *Air Med. J.* 2017. Vol. 36, N 6. P. 327–331. DOI 10.1016/j.amj.2017.08.001.
42. Schaefer S., Braun M., Petersen W. [et al.]. Strategic Aeromedical Evacuation (StratAirMedevac) – zentrales Bindeglied der militärischen Rettungskette // *Notfmed. Up2date.* 2009. Vol. 4, N 1. S. 49–70. DOI 10.1055/s-0029-1185283.
43. Tranberg T., Lassen J.F., Kaltoft A.K. [et al.]. Quality of cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest before and after introduction of a mechanical chest compression device, LUCAS-2; a prospective, observational study // *Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med.* 2015. Vol. 23. P. 37. DOI 10.1186/s13049-015-0114-2.
44. Wernecke S., Lührs J., Hossfeld B. Das Strategic-Aeromedical-Evacuation-System der Bundeswehr: Langstreckenlufttransport als intensivpflegerische Herausforderung // *Med. Klin. Intensivmed. Notfmed.* 2019. Vol. 114, N 8. S. 752–758. DOI 10.1007/s00063-019-0535-1.
45. Williams V.F., Stahlman S., Oh G.T. Medical evacuations, active and reserve components, U.S. Army Forces, 2013–2015 // *MSMR.* 2017. Vol. 24, N 2. P. 15–21.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи. Поступила 09.12.2019 г.

Участие авторов: А.Н. Гребенюк – методология и дизайн исследования, подготовка и редактирование последнего варианта статьи, составление реферата, перевод, транслитерация списка литературы; Е.А. Лисина – поиск информационных материалов для исследования, выполнение сравнительной оценки медико-технических характеристик отечественных и зарубежных устройств для медицинской эвакуации, составление первого варианта текста статьи; П.Л. Лисин – проведение испытаний отечественных образцов медико-технических устройств, оценка их эффективности при реальной медицинской эвакуации пострадавших в чрезвычайных ситуациях, анализ результатов исследования; А.В. Старков – проведение ретроспективного анализа использования различных систем и устройств в ходе медицинской эвакуации, экспертная оценка существующих медико-технических эвакуационных устройств, подготовка заключения по результатам исследований.

Для цитирования. Гребенюк А.Н., Лисина Е.А., Лисин П.Л., Старков А.В. Медицинские технические устройства для медицинской эвакуации раненых и пострадавших в чрезвычайных ситуациях // *Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях.* 2020. № 1. С. 21–35. DOI 10.25016/2541-7487-2020-0-1-21-35

Medical technical devices for medical evacuation of wounded and injured in emergency situations

Grebenyuk A.N.^{1,2}, Lisina E.A.², Lisin P.L.³, Starkov A.V.¹

¹Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University (6–8, Lev Tolstoy Str., St.-Petersburg, 197022, Russia);

²Special and Medical Equipment LLC (20, Chugunnaya Str., St. Petersburg, 194044, Russia);

³442 Military Clinical Hospital named after Z.P. Solovyov (63, Suvorovsky Ave., St. Petersburg, 191124, Russia)

✉ Alexander Nikolaevich Grebenyuk – Dr. Med. Sci. Prof., Professor of the Department of Mobilization Preparation of Public Health and Disaster Medicine, Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University (6–8, Lev Tolstoy Str., St.-Petersburg, 197022, Russia); Deputy Director for Research, Special and Medical Equipment LLC (20, Chugunnaya Str., St. Petersburg, 194044, Russia), e-mail: grebenyuk_an@mail.ru

Elena Andreevna Lisina – Researcher, Special and Medical Equipment LLC (20, Chugunnaya Str., St. Petersburg, 194044, Russia), e-mail: lisina.psk@mail.ru

Pavel Leonidovich Lisin – Senior Resident of the Resuscitation and Intensive Care Unit, 442 Military Clinical Hospital named after Z.P. Soloviev (63, Suvorovsky Ave., St. Petersburg, 191124, Russia), e-mail: pvlisin@mail.ru

Alexander Vasilievich Starkov – PhD Med. Sci. Associate Prof., Head of the Department of Mobilization Preparation of Public Health and Disaster Medicine, Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University (6-8, Lev Tolstoy Str., St. Petersburg, 197022, Russia), e-mail: stark-4@mail.ru

Abstract

Relevance. Medical evacuation of the wounded and injured in emergency situations of peacetime and wartime is an important component of medical support, which largely determines the effectiveness of medical care. The presence of a large number of victims forces us to use not only regular medical transport, but also any available vehicles for medical evacuation. Equipping vehicles with special modules and creating mobile medical technical devices that simultaneously solve the problem of monitoring physiological data, transport immobilization, transportation and treatment of the injured are certainly relevant.

Intention. To analyze the use and justify the prospects for the development of medical technical devices for medical evacuation of victims in emergency situations of peacetime and wartime.

Methodology. The subject of the study was the Russian and foreign experience in the medical evacuation of victims of emergency situation in peacetime and wartime. We conducted a retrospective analysis of the use of various systems and devices for the medical evacuation of the wounded and injured in emergency situations. The study of medical and technical characteristics, efficiency of use and development prospects of these devices was carried out using methods of historical analysis and comparison, logical analysis, expert estimates, system analysis and forecasting.

Results and Discussion. It is shown that the technical improvement of medical evacuation can be carried out either by creating a special medical transport, or by developing devices that allow evacuating victims in any kind of transport while monitoring physiologically important functions and the possibility of carrying out basic resuscitation measures. Types of special medical transport created in the 70-80s of the 20th century for the evacuation of victims and the provision of qualified assistance on board (including in flight) were analyzed: the Mi-8MB “Bissectrisa” ambulance helicopter, resuscitation and operational aircraft An-26M “Spasatel”, operational-resuscitation aircraft laboratory IL-76MD “Scalpel”. The main medical and technical characteristics of mobile devices currently used for medical evacuation – medical modules for helicopter (MMB) and aircraft (MMS), medical air evacuation module STRATAIRMEDEVAC, multifunctional evacuation, transportation and immobilization unit METIU, medical evacuation device for seriously wounded UMETR, mobile rescue intensive care unit MIRF, and patient’s life support platform for transport LSTAT are presented. Promising developments - the diagnostic medical treatment and transportation complex for maintaining human vital activity “Angel” and a multifunctional robotic medical system are described.

Conclusion. The use of special medical technical devices for medical evacuation makes it possible to increase the efficiency of medical care for the wounded and injured in emergency situations of peacetime and wartime.

Keywords: medical evacuation, sanitary transport, medical module, evacuation and transportation device, disaster medicine, emergency situation.

References

1. Agadzhanian V.V. Politravma: problemy i prakticheskie voprosy [Polytrauma: problems and practical issues]. *Politravma* [Polytrauma]. 2006. N 1. Pp. 5–8. (In Russ.)
2. Aleksanin S.S., Kochetkov A.V., Shelukhin D.A., Pavlov A.I. Vozможности primeneniya innovatsionnykh tekhnologiy pri okazanii spetsializirovannoy skoroy meditsinskoj pomoshchi na dogospital'nom etape [Possibilities of applying innovative technologies in the provision of specialized emergency medical care at the prehospital stage]. *Kremlevskaya meditsina. Klinicheskiy vestnik* [Kremlin Medicine Journal]. 2015. N 2. Pp. 22–25. (In Russ.)
3. Baranova N.N. Meditsinskaya evakuatsiya postradavshikh: sostoyanie, problemy. Soobshchenie 1 [Medical evacuation of victims: condition, problems. Message 1]. *Meditsina katastrof* [Disaster Medicine]. 2018. N 4. Pp. 37–40. (In Russ.)
4. Baranova N.N., Bobiy B.V., Goncharov S.F. [et al.]. Meditsinskaya evakuatsiya v sisteme likvidatsii mediko-sanitarnykh posledstviy krizisnykh situatsiy [Medical evacuation in the system of eliminating the health consequences of crisis situations]. *Meditsina katastrof* [Disaster Medicine]. 2018. N 1. Pp. 5–14. (In Russ.)
5. Belevitin A.B., Shelepov A.M., Bochenkov A.A. [et al.]. Aviatsionnaya meditsinskaya evakuatsiya na sovremennom etape [Aviation medical evacuation at the present stage]. *Voenno-meditsinskii zhurnal* [Military Medical Journal]. 2010. Vol. 331, N 7. Pp. 41–48. (In Russ.)
6. Boyko I.V., Zaft V.B., Lazarenko G.O. Organizatsiya ekstremnoy meditsinskoj pomoshchi postradavshim s politravmoy na etapakh meditsinskoj evakuatsii [Organization of emergency medical care for victims with polytrauma at the stages of medical evacuation]. *Meditsina neotlozhnykh sostoyaniy* [Emergency Medicine]. 2013. N 2. Pp. 77–84. (In Russ.)
7. Bondarenko A.V., Gerasimova O.A., Luk'janov V.V. [et al.]. Sostav, struktura, letal'nost' i osobennosti okazaniya pomoshchi u postradavshih na etapakh lecheniya politravmy [Composition, structure, mortality and features of providing assistance to victims at the stages of treatment of polytrauma]. *Politravma* [Polytrauma]. 2014. N 1. Pp. 15–22. (In Russ.)
8. Buhtijarov I.V., Stremedlovskij N.V., Gamalij V.N. [et al.]. Sostojanie i perspektivy razvitiya aviacionnykh sredstv medicinskoj jevakuatsii Vooruzhennykh Sil RF [The state and prospects of development of aviation means of medical evacuation of the Armed Forces of the Russian Federation]. *Voenno-meditsinskii zhurnal* [Military Medical Journal]. 2010. Vol. 331, N 7. Pp. 35–41. (In Russ.)
9. Voenno-polevaya hirurgija lokal'nykh vojn i vooruzhennykh konfliktov [War Surgery of Local Wars and Armed Conflicts]. Badalov V.I., Borisov M.B., Boyarintsev V.V. [et al.]; Eds.: E.K. Gumanenko, I.M. Samokhvalov. Moscow. 2011. 672 p. (In Russ.)

10. Grebenyuk A.N., Nosov A.V., Musiychuk Yu.I., Rybalko V.M. Meditsinskie i zashchitnye meropriyatiya pri khimicheskikh avariyaх i katastrofakh [Medical and protective measures for chemical accidents and disasters]. *Mediko-biologicheskie i social'no-psihologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychajnykh situatsiyakh* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2009. N 2. Pp. 14–20. (In Russ.)

11. Ershov A.L., Jakirevich I.A., Popov A.S. Organizatsionnye aspekty raboty medicinskoj brigady pri jevakuatsii postradavshih vo vremya ChS na samolete IL-76 [Organizational aspects of the work of the medical team during the evacuation of victims of emergency situations on an IL-76 airplane]. *Skoraja medicinskaja pomoshh'* [Medical Emergency]. 2011. N 4. Pp. 27–30. (In Russ.)

12. Kazhanov I.V., Denisov A.V., Mikitjuk S.I., Kobiashvili M.G. Sposob transportnoj immobilizatsii ranenyyh i postradavshih [The method of transport immobilization of the wounded and injured]. *Mediko-biologicheskie i social'no-psihologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychajnykh situatsiyakh* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2017. N 4. Pp. 5–12. DOI 10.25016/2541-7487-2017-0-4-05-12. (In Russ.)

13. Kasimov R.R., Mahnovskij A.I., Minnullin R.R. [et al.]. Medicinskaja jevakuatsiya: organizatsiya i kriterii transportabel'nosti postradavshih s tjazhelyoj travмой [Medical evacuation: organization and criteria for the transportability of victims with severe injury]. *Politravma* [Polytrauma]. 2018. N 4. Pp. 14–21. (In Russ.)

14. Kuvshinov K.Je., Sushil'nikov S.I., Jakovlev S.V. [et al.]. Organizatsiya sanitarno-aviacionnoj jevakuatsii v Vooruzhennykh Silakh [Organization of sanitary and aviation evacuation in the Armed Forces]. *Voенно-медицинский журнал* [Military Medical Journal]. 2017. Vol. 338, N 4. Pp. 4–11. (In Russ.)

15. Kul'nev S.V., Kotiv B.N., Krjuchkov O.A., Mavrenkov Je.M. Razvitie sistem okazaniya medicinskoj pomoshhi ranenym, bol'nym i postradavshim v voennykh konfliktakh proshlogo i nastojashhego [Development of medical care systems for the wounded, sick and injured in military conflicts of the past and present]. *Vestnik Rossijskoj voенно-медицинской академии* [Bulletin of the Russian Military Medical Academy]. 2018. N 4. Pp. 174–180. (In Russ.)

16. Legeza V.I., Grebenyuk A.N., Zatsepin V.V. Meditsinskaya zashchita pri radiatsionnykh avariyaх: nekotorye itogi i uroki Chernobyl'skoy katastrofy [Medical protection in radiation accidents: some results and lessons of the Chernobyl disaster]. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya* [Radiation Biology. Radioecology]. 2011. Vol. 51, N 1. Pp. 70–75. (In Russ.)

17. Parkhomchuk D.S. Organizatsiya provedeniya lechebno-evakuatsionnykh meropriyatij v usloviyakh lokal'nogo vooruzhennogo konflikta [Organization of medical and evacuation measures in the conditions of a local armed conflict]. *Meditsina katastrof* [Disaster Medicine]. 2018. N 4. Pp. 14–17. (In Russ.)

18. Mnogofunktional'noe evakuatsionno-transportirovochnoe immobiliziruyushchee ustroystvo [Multifunctional evacuation and transportation immobilizing unit]: Patent na poleznuyu model' № 116 349 U1 Rossiyskaya Federatsiya [Utility Model Patent No. 116 349 U1 Russian Federation], MPK51 A61G 1/00 (2006.01) / Boyarintsev V.V., Gavrilin S.V., Golovko K.P. et al.; zayavitel' i patentoobladatel' OOO "Spetsial'naya i Meditsinskaya Tekhnika" [Special and Medical Equipment LLC]. N 2011110312/12; zayav. 11.03.2011; opubl. 27.05.2012 Bull. N 15. 7 p. (In Russ.)

19. Politravma. Neotlozhnaya pomoshch' i transportirovka [Polytrauma. Emergency care and transportation]. Agadzhanan V.V., Ust'yantseva I.M., Pronskikh A.A. [et al.]; Ed. V.V. Agadzhanan. Novosibirsk. 2008. 320 p. (In Russ.)

20. Rukovodstvo po skoroy meditsinskoj pomoshchi pri ostrykh zabolevaniyakh, travmakh i otravleniyakh [Guidelines for emergency care for acute illnesses, injuries and poisonings]. Verbovoy D.N., Bagnenko S.F., Boyarintsev V.V. [et al.]; Eds.: D.N. Verbovoy, S.F. Bagnenko, V.V. Boyarintsev, V.G. Pas'ko. Moscow : St. Petersburg. 2019. 228 p. (In Russ.)

21. Samokhvalov I.M., Goncharov A.V., Golovko K.P. [et al.]. Problemy organizatsii okazaniya khirurgicheskoy pomoshchi tyazhegoranenym v sovremennoy gibridnoy vojne [Problems of organizing the provision of surgical care for the severely wounded in modern hybrid warfare]. *Voенно-медицинский журнал* [Military Medical Journal]. 2017. Vol. 338, N 8. Pp. 4–11. (In Russ.)

22. Samokhvalov I.M., Shchegolev A.V., Gavrilin S.V. [et al.]. Anesteziologicheskaya i reanimatologicheskaya pomoshch' postradavshim s politravмой [Anesthetic and resuscitation care for victims with polytrauma]. St. Petersburg. 2013. 144 p. (In Russ.)

23. Tulupov A.N. Tyazhelaya sochetannaya travma [Severe concomitant injury]. St. Petersburg. 2015. 314 p. (In Russ.)

24. Ukazaniya po voенно-polevoy khirurgii [Guide on War Surgery] / Bel'skikh A.N., Samokhvalov I.M., Grebenyuk A.N. [et al.]; Eds.: A.N. Bel'skikh, I.M. Samokhvalov. Moscow. 2013. 474 p. (In Russ.)

25. Shabanov V.E., Vyatkin A.A., Filippov A.Yu. [et al.]. Opyt primeneniya moduley meditsinskikh samoletnykh dlya evakuatsii postradavshikh v chrezvychaynykh situatsiyakh [Experience in the use of medical aircraft modules for the evacuation of victims in emergency situations]. *Meditsina katastrof* [Disaster Medicine]. 2009. N 1(65). Pp. 52–54. (In Russ.)

26. Shelepov A. M., Vislov A.V., Kanibolotskiy M.N., Oblizin R.E. Perspektivy ispol'zovaniya aviatsionnogo transporta dlya evakuatsii ranenyyh i bol'nykh v Vooruzhennykh silakh Rossiyskoj Federatsii [Prospects for using air transport to evacuate the wounded and sick in the Armed Forces of the Russian Federation]. *Vestnik Rossijskoj Voенно-медицинской академии* [Bulletin of the Russian Military Medical Academy]. 2013. N 2. Pp. 152–164. (In Russ.)

27. Yudin A.B., Prigorelov O.G., Sokhranov M.V. [et al.]. Mnogofunktional'naya robotizirovannaya meditsinskaya sistema dlya evakuatsii ranenyyh, bol'nykh i porazhennykh: obosnovanie i perspektivy razrabotki [Multifunctional robotic medical systems for the evacuation of the wounded, sick and injured: rationale and development prospects]. *Voенно-медицинский журнал* [Military Medical Journal]. 2018. Vol. 339, N 11. Pp. 10–14. (In Russ.)

28. Yakirevich I.A., Aleksanin S.S. Opyt sanitarno-aviatsionnoy evakuatsii postradavshikh v chrezvychaynykh situatsiyakh aviatsiy MChS Rossii s ispol'zovaniem meditsinskikh moduley [The experience of sanitary-aviation evacuation of victims of emergency in aviation by the Ministry of Emergencies of Russia using medical modules]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psihologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2014. N 2. Pp. 5–12. (In Russ.)

29. Yakirevich I.A., Popov A.S., Belinskiy V.V. Logistika massovykh aviameditsinskikh evakuatsiy postradavshikh s tyazhelyoj sochetannoy travмой s primeneniem meditsinskikh moduley aviatsiy MChS Rossii [Logistics of mass air-medical evacuations of victims with severe combined trauma using medical modules by aviation of the Ministry of Emergencies of Russia]. *Kafedra travmatologii i ortopedii* [Department of Traumatology and Orthopedics]. 2016. Special Issue. Pp. 23–25. (In Russ.)

30. Yakirevich I.A., Popov A.S., Skorobulatov A.V. [et al.]. Massovye meditsinskie evakuatsii postradavshikh s primeneniem meditsinskikh moduley MMS i MMV aviatsiy MChS Rossii [Mass medical evacuation of victims using medical modules MMS

and MMV by the aviation of the Ministry of Emergencies of Russia]. *Okazanie skoroy i neotlozhnoy meditsinskoj pomoshchi ranenym i postradavshim pri massovom postupenii* [The provision of emergency and emergency medical care to the wounded and injured during mass admission] : Materials of the All-Russian Conference in the framework of the 3rd Congress of Emergency Medicine Doctors]. Moscow. 2016. Pp. 30–32. (In Russ.)

31. Apodaca A., Olson C.M. Jr., Bailey J. [et al.]. Performance improvement evaluation of forward aeromedical evacuation platforms in Operation Enduring Freedom. *J. Trauma Acute Care Surg.* 2013. Vol. 75, N 2, Suppl. 2. Pp. S157–163. DOI 10.1097/TA.0b013e318299da3e.

32. Borne M., Tourtier J.P., Ramsang S. [et al.]. Collective air medical evacuation: the French tool. *Air Med. J.* 2012. Vol. 31, N 3. Pp. 124–128. DOI 10.1016/j.amj.2011.09.002.

33. Grant-Thompson J.C. The Mobil Intensive-care Rescue Facility (MIRF): a close look at the intensive care aeromedical evacuation capability. *US Army Med Dept J.* 1997. N 5. Pp. 23–26.

34. Ingalls N., Zonies D., Bailey J.A. [et al.]. A review of the first 10 years of critical care aeromedical transport during operation Iraqi Freedom and Operation Enduring Freedom: the importance of evacuation timing. *JAMA Surg.* 2014. Vol. 149, N 8. Pp. 807–813. DOI 10.1001/jamasurg.2014.621.

35. Johnson K., Pearce F., Westenskow D. [et al.]. Clinical evaluation of the Life Support for Trauma and Transport (LSTAT™) platform. *Critical Care.* 2002. Vol. 6, N 5. Pp. 439–446. DOI 10.1186/cc1538.

36. Kotwal R.S., Staudt A.M., Trevino J.D. [et al.]. A review of casualties transported to Role 2 medical treatment facilities in Afghanistan. *Mil. Med.* 2018. Vol. 183, Suppl. 1. Pp. 134–145. DOI 10.1093/milmed/usx211.

37. Maddry J.K., Perez C.A., Mora A.G. [et al.]. Impact of prehospital medical evacuation (MEDEVAC) transport time on combat mortality in patients with non-compressible torso injury and traumatic amputations: a retrospective study. *Mil. Med. Res.* 2018. Vol. 5, N 1. Pp. 22–26. DOI 10.1186/s40779-018-0169-2.

38. Maule Y. L'assistance cardiaque externe: nouvelle approche dans la RCP [Mechanical external chest compression: a new adjuvant technology in cardiopulmonary resuscitation]. *Urgences & Accueil.* 2007. Vol. 7, N 29. Pp. 4–7. (In French)

39. Medical evacuation in a theater of operations: Tactics, techniques, and procedures. Field manual, No 8-10-6. Headquarters, Department of the Army, Washington, DC, 14 April 2000. 500 p.

40. Olasveengen T.M., Wik L., Steen P.A. Quality of cardiopulmonary resuscitation before and during transport in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation.* 2008. Vol. 76, N 2. Pp. 185–190. DOI 10.1016/j.resuscitation.2007.07.001.

41. Robert J., Tourtier J.P., Vitalis V. [et al.]. Air medical-evacuated battle injuries: French Army 2001 to 2014 in Afghanistan. *Air Med. J.* 2017. Vol. 36, N 6. Pp. 327–331. DOI 10.1016/j.amj.2017.08.001.

42. Schaefer S., Braun M., Petersen W. [et al.]. Strategic Aeromedical Evacuation (StratAirMedevac) – zentrales Bindeglied der militärischen Rettungskette [Strategic Aeromedical Evacuation (StratAirMedevac) – the central link in the military rescue chain]. *Notfmed. Up2date.* 2009. Vol. 4, N 1. S. 49–70. DOI 10.1055/s-0029-1185283. (In German)

43. Tranberg T., Lassen J.F., Kalsoft A.K. [et al.]. Quality of cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest before and after introduction of a mechanical chest compression device, LUCAS-2; a prospective, observational study. *Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med.* 2015. Vol. 23. Pp. 37. DOI 10.1186/s13049-015-0114-2.

44. Wernecke S., Lührs J., Hossfeld B. Das Strategic-Aeromedical-Evacuation-System der Bundeswehr: Langstreckenlufttransport als intensivpflegerische Herausforderung [The Strategic-Aeromedical-Evacuation-System of the German Armed Forces: Long-distance air transport as a challenge for intensive care nurses]. *Med. Klin. Intensivmed. Notfmed.* 2019. Vol. 114, N 8. S. 752–758. DOI 10.1007/s00063-019-0535-1. (In German).

45. Williams V.F., Stahlman S., Oh G.T. Medical evacuations, active and reserve components, U.S. Army Forces, 2013–2015. *MSMR.* 2017. Vol. 24, N 2. Pp. 15–21.

Received 09.12.2019

For citing: Grebenyuk A.N., Lisina E.A., Lisin P.L., Starkov A.V. Meditsinskie tekhnicheskie ustroystva dlya meditsinskoj evakuatsii ranenyykh i postradavshikh v chrezvychaynykh situatsiyakh. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh.* 2020. N 1. Pp. 21–35. (In Russ.)

Grebenyuk A.N., Lisina E.A., Lisin P.L., Starkov A.V. Medical technical devices for medical evacuation of wounded and injured in emergency situations. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations.* 2020. N 1. Pp. 21–35. DOI 10.25016/2541-7487-2020-0-1-21-35