

ИЗ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕРТОЛЕТОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ САНИТАРНО-АВИАЦИОННОЙ ЭВАКУАЦИИ И МЕЖГОСПИТАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТИРОВКИ ПОСТРАДАВШИХ С ОСТРЫМ СОСТОЯНИЕМ И ТРАВМОЙ

С.А.Гуменюк¹, О.В.Миргородская²

¹ ГБУЗ «Научно-практический центр экстренной медицинской помощи Департамента здравоохранения г.Москвы»

² ФГБНУ «Национальный НИИ общественного здоровья им. Н.А.Семашко», Москва

Представлен краткий обзор зарубежного опыта использования вертолетов для проведения санитарно-авиационной эвакуации и межгоспитальной транспортировки пострадавших с острым состоянием и травмой.

Ключевые слова: авиамедицинские бригады, вертолеты, межгоспитальная транспортировка, пострадавшие с острым состоянием, пострадавшие с травмой, санитарная авиация, санитарно-авиационная эвакуация, экстренная медицинская помощь

Конфликт интересов / финансирование

Авторы статьи подтверждают отсутствие конфликта интересов / финансовой поддержки, о которых необходимо сообщить.

Для цитирования: Гуменюк С.А., Миргородская О.В Из зарубежного опыта использования вертолетов для проведения санитарно-авиационной эвакуации и межгоспитальной транспортировки пострадавших с острым состоянием и травмой. Медицина катастроф. 2018; 104(4): 48–52.

FROM FOREIGN EXPERIENCE ON HELICOPTER USE FOR EVACUATION AND INTER-HOSPITAL TRANSPORTATION OF VICTIMS WITH TRAUMAS AND IN ACUTE CONDITION

S.A.Gumenyuk¹, O.V.Mirgorodskaya²

¹ State Budgetary Health Institution of Moscow «Scientific and Practical Center of Emergency Medical Care of the Moscow City Health Department», Moscow, Russian Federation

² Federal Scientific State Budgetary Institution «N.A.Semashko National Research Institute of Public Health», Moscow, Russian Federation

The article presents a brief overview of foreign experience in the use of helicopters for sanitary aviation evacuation and inter-hospital transportation of victims in acute condition and with injury.

Key words: air medical teams, emergency medical care, helicopters, injured, inter-hospital transportation, sanitary aviation evacuation, sanitary aviation, victims in acute condition

Conflict of interest / Acknowledgments. The authors declare no conflict of interest / The study has not sponsorship.

For citation: Gumenyuk S.A., Mirgorodskaya O.V. From Foreign Experience on Helicopter Use for Evacuation and Inter-Hospital Transportation of Victims with Traumas and in Acute Condition. *Disaster Medicine*. 2018; 104(4): 48–52.

Контактная информация:

Гуменюк Сергей Андреевич – заведующий оперативно-контрольным отделом НПЦ ЭМП

Адрес: Россия, 129090, Москва, Большая Сухаревская площадь, 5/1

Тел.: +7 (495) 680-25-92

E-mail: cemp75@yandex.ru

Contact information:

Sergey A. Gumenyuk – Head of Operating and Control Section of Research and Practical Center of Emergency Medical Services

Address: Russia, 5/1, Bolshaya Sukharevskaya square, Moscow, 129090

Phone: +7 (495) 680-25-92

E-mail: cemp75@yandex.ru

В большинстве стран мира экстренную медицинскую помощь (ЭМП) в догоспитальном периоде оказывает экстренная медицинская служба – ЭМС – Emergency Medical Service, EMS. Вертолетные бригады, оказывающие эту помощь в рамках указанной службы, называют вертолетной экстренной медицинской службой – ВЭМС – Helicopter Emergency Medical Service, HEMS [1].

HEMS широко распространена в развитых странах мира и играет огромную роль в оказании неотложной и экстренной медицинской помощи в догоспитальном периоде больным и пострадавшим с различными травмами и острыми состояниями, а также в межгоспитальной транспортировке.

Цель исследования – изучение и обобщение отдельных аспектов зарубежного опыта использования вертолетов для санитарно-авиационной эвакуации и межгоспитальной транспортировки пострадавших с острым состоянием и травмой.

Целый ряд публикаций свидетельствует, что HEMS и ее использование в разных странах и на разных континентах имеет определенные особенности, сходства и различия, которые касаются следующих аспектов: обеспеченность вертолетами EMS населения региона или страны; территориальные условия работы: географические особенности местности, работа в условиях города, мегаполиса или сельской местности; площадь обслуживаемой или радиус покрываемой территории; безопасность работы на медицинских вертолетах с позиции пациента и экипажа вертолета; круглосуточный или дневной (в течение светового дня) режим работы; технические особенности вертолетов, включая их укомплектованность спасательным и медицинским оборудованием и эвакуационную вместимость; повод для вызова HEMS; сортировка пациентов, гипо-и гипердиагностика при сортировке; координация и взаимодействие с наземной EMS и стационарами/травмоцентрами различного уровня;

состав вертолетной бригады: пилоты, врачи, парамедики, медицинской техники и соответствующие тактика и объем медицинской помощи, оказываемой на месте прибытия бригадой EMS и в условиях полета, включая использование различных алгоритмов сортировки, оценку тяжести состояния пациента, объема диагностических и лечебных процедур, в том числе применение инновационных информационных и медицинских технологий; результативность и эффективность работы HELMS; финансирование HELMS; взаимодействие медицинской организации и поставщика авиационных услуг.

Между тем в публикациях по-прежнему дискутируется вопрос о роли авиационного транспорта в ЭМС, при этом неоспоримым является тот факт, что HELMS – значимая и растущая ее часть. Так, в США в 2007–2016 гг. количество вертолетов экстренной медицинской службы увеличилось с 753 (2,5% от всего количества транспорта EMS) до 1045, или на 39% [2]. Международная корпорация по аэрокосмической промышленности AIRBUS Helicopters представила в мае 2016 г. данные об обеспеченности вертолетами HELMS населения ряда стран мира – таблица [3].

Исходя из данных таблицы, средний показатель обеспеченности вертолетами HELMS на 1 млн населения составил: в Европе – 1,01; в странах Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР) – 0,12. Наряду с США и Канадой самое большое количество вертолетов экстренных медицинских служб (более 3 вертолетов на 1 млн населения) зарегистрировано в т.н. «горных» странах – Швейцарии – 3,38 и Австрии – 2,78, а также в Новой Зеландии – 2,40; Австралии – 2,33 и Скандинавских странах – 1,90; меньше всего – в Турции – 0,25, Южной Корее – 0,20, Индонезии – 0,04 и Китае – 0,01. При этом службы экстренной и неотложной медицинской помощи многих стран или вообще не имеют, или имеют единицы винтокрылых воздушных судов (ВС).

В организации оказания экстренной медицинской помощи в догоспитальном периоде, соответственно – и в HELMS, выделяют 2 основные концепции. Одна основывается на принципе максимально быстрой доставки (тактика «хватай и беги», «Scor and run») пациента в профильную медицинскую организацию (МО) с оказанием ему минимального объема необходимой медицинской помощи на месте события и во время эвакуации по системе базового (BLS, Based Life Support) или усиленного (ALS, Advanced Life Support) жизнеобеспечения специалистами первой помощи, медицинскими техниками разного уровня, парамедиками [4]. Вторая концепция в большей мере соответствует тактике «оставайся и играй» («Stay and Play») – принципу «приблизить больницу к больному» – максимальная стабилизация состояния пациента на месте события и во время эвакуации с проведением более сложных медицинских манипуляций и использованием высокотехнологичного оборудования. Помимо парамедиков, медицинских техников разного уровня и медицинских сестер помощь оказывают специально подготовленные врачи (Doc-ALS, Physician-operated Advanced Life Support). При этом, с точки зрения эффективности и результативности применения, не доказано преимущество той или иной концепции в чистом виде – как в связи с различиями в организации оказания ЭМП, так и в отношении этических вопросов проведения исследований [4, 5]. Во многих странах тактика ЭМП и медицинская эвакуация определяются тяжестью состояния пациента и характером травмы.

Для объективизации и стандартизации подходов к оценке тяжести повреждений, исходу при сортировке, а также для определения необходимости в HELMS наиболее часто используют шкалу оценки тяжести повреждений ISS – Injury Severity Score. В масштабном исследовании JAMA и ряде других исследований, посвященных оказа-

нию ЭМП в догоспитальном периоде и HELMS, в качестве критерия тяжелой травмы по шкале ISS определяли травму, оцененную в 15 баллов и более [6, 7]. В ряде других работ, посвященных результативности и эффективности HELMS, в том числе в сравнении с наземной службой ЭМП, проведенных в Канаде (2007, 2016), Австралии (2012) и Германии (2013), тяжелой считалась травма, соответствующая 12 баллам и более по ISS.

Гипердиагностика во время сортировки пострадавших с травмами, проводимая HELMS, является одной из важных проблем, как это отражено в мета-анализе, показывающем, что более 60% пациентов, доставленных «по воздуху», не имели тяжелых повреждений и более 25% были выписаны из травмоцентров в течение 24 ч после поступления, как и 80% детей, транспортированных в условиях города с ISS < 15 [8, 9]. Необоснованные вызовы – это лишние затраты, дополнительный риск, связанный с полетом, и загруженность травмоцентров 1-го и 2-го уровня.

К факторам, которые способствуют принятию решения о вызове HELMS, относятся: обеспечение более высокого уровня медицинской помощи при ее оказании авиамедицинской бригадой (АМБр); более быстрая доставка в главный травмоцентр, расположенный на значительном расстоянии или недоступный для наземной ЭМП; политравма; сохраняющаяся необходимость в наземной ЭМП у местного населения [10].

Для оптимизации использования вертолетов для проведения санитарно-авиационной эвакуации был опубликован ряд руководств по применению и поводам вызова HELMS и сортировке пострадавших для транспортировки. В 1990 г. Ассоциация воздушной медицинской службы (AAMS) впервые опубликовала руководство по применению HELMS, в котором было обозначено большое количество специфических медицинских состояний, требующих ограниченных во времени медицинских вмешательств, но

Таблица

Обеспеченность вертолетами HELMS на 1 млн населения: стран Европы¹, стран Азиатско-Тихоокеанского региона² – на конец 2016 г., США³ – на конец 2016 г.

| Страна | Численность населения, млн чел. | Количество вертолетов HELMS | Обеспеченность вертолетами HELMS на 1 млн населения |
|--|---------------------------------|-----------------------------|---|
| Швейцария | 8 | 27 | 3,38 |
| Австрия | 9 | 25 | 2,78 |
| Скандинавские страны (Финляндия, Швеция, Норвегия) | 21 | 40 | 1,90 |
| Италия | 60 | 88 | 1,47 |
| Чехия | 11 | 13 | 1,18 |
| Франция | 67 | 81 | 1,21 |
| Германия | 83 | 100 | 1,20 |
| Болгария | 10 | 12 | 1,20 |
| Польша | 38 | 27 | 0,71 |
| Испания | 47 | 32 | 0,68 |
| Великобритания | 65 | 34 | 0,52 |
| Турция | 75 | 19 | 0,25 |
| Новая Зеландия | 5 | 12 | 2,40 |
| Австралия | 24 | 56 | 2,33 |
| Япония | 127 | 113 | 0,89 |
| Южная Корея | 51 | 10 | 0,20 |
| Индонезия | 261 | 10 | 0,04 |
| Китай | 1379 | 12 | 0,01 |
| США | 323,4 | 1045 | 3,23 |

¹ По данным AIRBUS Helicopters, 2016

² По данным Asia Pacific Region Civil Helicopter Fleet Report, 2017

³ The Atlas & Database of Air Medical Services (www.ADAMSairmed.org)

при этом не указывалось, каким должен быть временной интервал, чтобы помощь HEMS была эффективной [11]. В 1992 г. Национальная ассоциация врачей ЭМП (NAEMSP) опубликовала документ по основным принципам вызова HEMS (пересмотрен и переиздан в 2002 г.), определяющий различные состояния, требующие срочной доставки и оказания помощи, потенциально соответствующие поводам для отправки HEMS, однако при этом в документе не были указаны времясохраняющие технологии организации оказания помощи [12, 13]. Документ содержит несколько разделов, посвященных общим положениям, преимуществам и недостаткам использования вертолетов и самолетов, логистическим аспектам, а также критериям вызова санитарной авиации на место происшествия – первичная задача HEMS и при межгоспитальной транспортировке – вторичная задача HEMS – при травмах и других состояниях, требующих оказания экстренной и неотложной медицинской помощи.

Подобного рода руководства изданы Ассоциацией врачей санитарной авиации (AMPA) и Американским колледжем врачей скорой помощи (ACER) [14, 15]. «Руководство Центра по контролю заболеваний и профилактике по полевой сортировке пациентов с травмами» (2011), дважды пересмотренное совместно с группой экспертов ASCOT, определяет пошаговый алгоритм принятия решения о сортировке и транспортировке в травмоцентры разного уровня – рисунок [16]. Шаг 1 сфокусирован на физиологических критериях, ассоциированных с тяжестью травмы, шаг 2 – на очевидных анатомических повреждениях, шаг 3 включает в себя механические критерии, шаг 4 – возрастные аспекты и сопутствующую патологию. Первые 2 шага определяют необходимость транспортировки в ближайший травмоцентр самого высокого уровня, что напрямую соответствует поводам вызова HEMS; 3-й и 4-й шаг – более спорны в отношении вида транспортировки и уровня травмоцентра. Наряду с использованием данного документа разработан, в том числе в Англии, США, Голландии, ряд региональных и локальных научно доказанных HEMS-руководств по транспортировке пострадавших [17–19].

«Руководство по соответствующему использованию HEMS для транспортировки пациентов с травмой», опубликованное в 2006 г. Комитетом по травме Американского колледжа хирургов (ASCOT, США), содержит общие принципы: интеграции системы травматологической помощи; стандартизации критериев сортировки взрослых и детей; определения транспорта, необходимого для проведения эвакуации в травмоцентры соответствующего уровня; подготовки экипажа; протоколов работы; логистики; межгоспитальной транспортировки и т.п. [20].

A.N.Ринберг с соавторами провели систематический обзор всех публикаций, посвященных критериям вызова HEMS [21]. Из 34 статей были выделены 49 критериев вызова: 9 – физиологических, 11 – анатомических, 22 – по механизму травмы и 7 – специальных. При этом только 5 из 34 статей содержат точные критерии.

Следует отметить, что логистика HEMS в основном определяется расстоянием и временем полета и/или транспортировки в профильный стационар, за исключением ситуаций, связанных с невозможностью доступа наземной ЭМП (островная, горная территории). Вместе с этим, существуют важные условия, которые также необходимо учитывать – погодные условия; расстояние от места события до баз HEMS в случае, если они не расположены на территории травмоцентров; количество и место расположения травмоцентров и специализированных стационаров.

Для оценки расстояния между местом события и принимающим стационаром рассчитывается радиус круга,

в котором стационар является центром, определяющий более быструю доставку пострадавшего в стационар по сравнению с наземной ЭМП. Так, в 2005 г. в условиях широкой пригородной территории Нью-Йорка был представлен опыт использования GIS-программы для определения радиуса от травмоцентров, при котором вызов HEMS сокращает время доставки – среднее время доставки пациента HEMS в травмоцентр, находящийся на расстоянии 6–15 миль, составляет 13 мин [22].

В 2016 г. анализ национальной травматологической базы данных США показал, что статистически значимое увеличение времени выживаемости начинается тогда, когда расстояние от базы HEMS до места события составляет 14,3 мили, причем наибольший процент выживаемости был зафиксирован при самом близком расположении базы и сводился к нулю при расстоянии более 71 мили [23]. При этом было отмечено, что в сельских районах, где среднее расстояние полета составляет около 100 миль, HEMS просто необходим для поддержания работы наземной службы ЭМП, особенно при транспортировке детей [24].

Австралийские ученые определили, что транспортировка вертолетом в травмоцентры на расстояние в 62 мили и более приводит к экономии времени для пострадавших [25]. В 2014 г. в Швеции рассчитали, что при эвакуации на расстояние более 186 миль (300 км) санитарные самолеты экономически эффективнее HEMS [26].

Опыт американского штата Южная Каролина показал, что если для оказания травматологической помощи используется стандарт «автозапуска» вызова HEMS, вертолеты оказываются на месте события быстрее наземной ЭМП при расстоянии в 10 миль от травмоцентра; если стандарт «автозапуска» не используется – только при расстоянии более 45 миль [27].

J.V.Grown с соавт. (2017) в своем исследовании показали 30-дневную выживаемость пострадавших в дорожно-транспортном происшествии (ДТП) в штате Пенсильвания в зависимости от расположения и плотности сети травматологических стационаров, а также баз HEMS определили: около 55% тяжелотравмированных погибает на месте ДТП при доступности HEMS в пределах 20 мин; более 64% тяжелотравмированных – при доступности HEMS свыше 20 мин. Доступность травмоцентров 1-го – 2-го уровня в пределах 45–60 мин увеличивает возможность летального исхода у таких пострадавших на 13%; доступность в сроки свыше 1 ч – более чем на 23% [28]. При этом авторы отмечают, что не просто наличие травмоцентров и баз HEMS, а именно их расположение влияет на выживаемость, особенно в районах с большим количеством ДТП. Шотландский ученый J.O.Jansen с коллегами разработали геокосмическую оценку системы оказания травматологической помощи и внедрили её в работу ЭМС. С её помощью определяли маршрутизацию пациентов в зависимости от доступности HEMS и стационаров, их загруженности и мощности, что ускоряло сроки эвакуации и оптимизировало работу службы [29].

Z.Klemenc-Ketis и соавторы (2012) представили опыт организации проведения санитарно-авиационной вертолетной эвакуации в Словении. В стране одновременно существует 2 службы HEMS (Doc-ALS): HEMS SL – ВЭМС Словении и HEMS SMR – ВЭМС Горно-спасательной службы Словении, причем обе службы покрывают всю территорию страны. Первая функционирует, проводя в том числе межгоспитальную транспортировку, если место события находится на равнинной местности, вторая, дополнительно оснащенная, – в горно-холмистых районах [30]. В указанной работе были изучены показатели качества оказываемой помощи, которые оказались выше у первой службы: отношение интубация/реанимация –

чем в горных районах, где не всегда есть возможность осуществить поездку, так и составом и квалификацией медицинских специалистов – в экипаж HEMS SL включены парамедик и врач, имеющий большой опыт выполнения врачебных манипуляций – в экипаж HEMS SMR входит только врач.

J.A.Mouylan (1988) в своем сравнительном исследовании 330 тяжелотравмированных пострадавших показал, что по сравнению с машинами наземной ЭМС при эксплуатации HEMS пациенты с большей вероятностью: получают переливание препаратов крови (32% – с HEMS против 10,5% наземной ЭМС); интубируются – 50 и 25% соответственно; применяют медицинские антишоковые штаны (MAST) – 60,2 и 34,9% соответственно; получают значительно больше в/в вливаний – 3,34 и 2,1 л на человека соответственно, при этом при эвакуации HEMS выживаемость с травмами по шкале тяжести ISS от 10 до 5 – 82,8%, наземной ЭМС – 53,5%, $p < 0,001$ [31].

Ряд исследований межгоспитальной транспортировки пострадавших в травмоцентры более высокого уровня включали показатели выживаемости пациентов в зависимости от вида транспорта: вертолетов или машин наземной ЭМС [32]. Так, J.V.Brown (2011) привел данные о том, что 75 тыс. пострадавших, 20% которых эвакуировали HEMS – все со степенью тяжести травмы (ISS score) не менее 15 – были сопоставлены по возрасту, полу, тяжести и механизму травмы, гипотензии и другим критериям; риск смерти во время транспортировки таких пострадавших был статистически значимо ниже при их доставке вертолетом. A.D.Mitchell (2007) в своем исследовании исходов у 823 пациентов из Nova Scotia, Канада, также отметил более высокую – на 6,4 случая на 100 чел. – выживаемость, в сравнении с ожидаемой, пострадавших при их транспортировке в другой госпиталь с помощью HEMS, в то время как в машине наземной ЭМП выживаемость была значительно ниже ожидаемой – на 2,4 случая на 100 чел. [33].

Таким образом, мировая практика свидетельствует о необходимости изучения опыта организации и работы вертолетной экстренной медицинской службы разных стран, который показал, что в настоящее время не существует и, наверное, не может существовать единых критериев результативности и эффективности HEMS, что относится и к России. При этом, учитывая масштабы нашей страны, ее большие региональные особенности, дальность полетов, наличие и расположение вертолетных площадок, госпитальную инфраструктуру, экономические возможности регионов – слепое копирование зарубежного опыта – невозможно. Все это требует дальнейшего изучения, в том числе потребности в санитарной авиации, развития и совершенствования нормативной правовой базы по вопросам применения вертолетов для проведения медицинской эвакуации и оказания экстренной медицинской помощи, подготовки кадрового состава авиамедицинских бригад, оптимизации их оснащенности медицинским оборудованием.

Необходимо осваивать и внедрять новые эффективные технологии оказания экстренной медицинской помощи населению страны, и при этом не ставить отечественную санитарную авиацию в полную зависимость от зарубежных производителей авиационной и медицинской техники, оборудования и инструментов.

Поскольку санитарная авиация – весьма затратная служба, высокое качество её работы, её доступность, кратчайшие сроки и достаточный объем оказания экстренной медицинской помощи авиамедицинской бригадой, эффективность каждого вылета требуют создания соответствующих условий для организации её успешного функционирования.

REFERENCES

1. Moore L, (Measuring quality and effectiveness of prehospital EMS), *Prehosp. Emerg Care*, 1999; 3; 4: 325–331.
2. McGinnis KK, Judge T, Nemitz B, et al., (Air Medical Services: Future Development as an Integrated Component of the Emergency Medical Services (EMS) System), *Prehosp. Emerg. Care*, 2007; 11: 353–368.
3. Asia Pacific Region Civil Helicopter Fleet Report, Year End 2016, Asian Sky Group, 2017, 50 p.
4. Roudsari BS, Nathens AB, Cameron P, et al., (International comparison of prehospital trauma care systems), *Injury*, 2007; 38: 993–1000.
5. Timmermann A, Russo SG, Hollmann MW, (Paramedic versus emergency physician emergency medical service: role of the anaesthesiologist and the European versus the Anglo-American concept), *Current Opinion in Anaesthesiology*, 2008; 21; 2: 222–227.
6. Galvagno SM, Jr., Haut ER, Zafar SN, et al., (Association between helicopter vs ground emergency medical services and survival for adults with major trauma), *JAMA*, 2012; 307: 1602–1610.
7. Mulholland SA, Cameron PA, Gabbe BJ, et al., (Prehospital prediction of the severity of blunt anatomic injury), *J. Trauma*, 2008; 64: 754–760.
8. Bledsoe BE, Wesley AK, Eckstein M, Dunn TM, O'Keefe MF, (Helicopter scene transport of trauma patients with nonlife-threatening injuries: a metaanalysis), *J. Trauma*, 2006; 60: 1257–1265.
9. Eckstein M, Jantos T, Kelly N, Cardillo A., (Helicopter transport of pediatric trauma patients in an urban emergency medical services system: a critical analysis), *J. Trauma*, 2002; 53: 340–344.
10. Bulter DP, Anwar I, Willett K., (Is it the H or the EMS in HEMS that has an impact on trauma patient mortality? A systematic review of the evidence), *Emerg. Med. J.*, 2010; 27: 692–701.
11. Jablonowski A., (Position paper on the appropriate use of emergency air medical services), *J. Air Med. Transport*, 1990; Sept: 29–33.
12. Benson N, Hankins D, Wilcox D., (Air medical dispatch: guidelines for scene response [position paper]), *Prehosp. Disaster Med.*, 1992: 75–78.
13. Thomson DP, Thomas SH., (Guidelines for air medical dispatch), *Prehosp. Emerg. Care*, 2003; 7: 265–271.
14. (Position statement of the Air Medical Physician Association. Medical condition list and appropriate use of air medical transport), *Air Med J.*, 2003; 22; 3: 14–19.
15. Clinical policy of the American College of Emergency Physicians. Appropriate utilization of air medical transport in the out-of-hospital setting. Originally approved March 1999; revised and approved April 2008. www.acep.org/content
16. Centers for Disease Control. Guidelines for field triage of injured patients: recommendations of the national expert panel on field triage, 2011, *MMWR Recomm Rep.*, 2012; 61: 1–20.
17. Thomas SH, Falck-Ytter Y, Wright JL, Lang ES, (An evidence-based guideline for the air medical transportation of prehospital trauma patients), *Prehospital Emergency Care*, 2014; 18; 1: 35–44.
18. Black JJM, Ward ME, Lockey DJ, (Appropriate use of helicopters to transport trauma patients from incident scene to hospital in the United Kingdom: an algorithm), *Emerg. Med. J.*, 2004; 21: 355–361.
19. Den Hartog D, Romeo J, Ringburg AN, Verhofstad MH, Van Lieshout EM, (Survival benefit of physician-staffed Helicopter Emergency Medical Services (HEMS) assistance for severely injured patients), *Injury*, 2015; 46: 1281–1286.
20. Committee on Trauma. Resources for Optimal Care of the Injured Patient. Chicago, IL: American College of Surgeons; 2006.
21. Ringburg AN, de RG, Thomas SH, van Lieshout EM, Patka P, Schipper IB, (Validity of helicopter emergency medical services dispatch criteria for traumatic injuries: a systematic review), *Prehosp. Emerg. Care*, 2009; 13: 28–36.
22. Lerner EB, Billittier AJ, Sikora J, Moscatti RM, (Use of a geographic information system to determine appropriate Means of Trauma Patient Transport), *Academic Emergency Medicine*, 1999; 6; 11: 1127–1133.
23. Brown JB, Gestring ML, Guyette FX, et al., (Helicopter transport improves survival following injury in the absence of a time-saving advantage), *Surgery*, 2016; 159: 947–959.
24. Stewart CL, Metzger RR, Pyle L, Darmofal J, Scaife E, Moulton SL, (Helicopter versus ground emergency medical services for the transportation of traumatically injured children), *J. Pediatr. Surg.*, 2015; 50: 347–352.
25. Shepherd MV, Trethewey CE, Kennedy J, Davis L, (Helicopter use in rural trauma), *Emerg. Med. Australasia*, 2008; 20: 494–499.
26. Brandstrom H, Winsa O, Lindholm L, Haney M, (Regional intensive care transports: a prospective analysis of distance, time and cost for road, helicopter and fixed-wing ambulances), *Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med.*, 2014: 22–36.
27. Diaz MA, Hendey GW, Bivins HG, (When is the helicopter faster? A comparison of helicopter and ground ambulance transport times), *J. Trauma*, 2005; 58: 148–153.
28. Brown JB, Rosengart MR, Billiar TR, Peitzman AB, Sperry JL, (Distance matters: Effect of geographic trauma system resource organization on fatal motor vehicle collisions), *J. Trauma Acute Care Surg.*, 2017; 8; 3: 111–118.
29. Jansen JO, Morrison JJ, Wang H, Lawrenson R, Egan G, Campbell MK, (Optimizing trauma system design: GEOS (Geospatial Evaluation of System of Trauma Care) approach), *J. Trauma Acute Care Surg.*, 2014; 76: 1035–1040.
30. Klemenc-Keis Z, Tomazin I, Kersnik J, (HEMS in Slovenia: one country, four models, different quality outcomes), *Air Med.*, 2012; 31; 6: 298–304.
31. Moylan JA, Impact of helicopters on trauma care and clinical results, *Annals of Surgery*, 1988; 208; 6: 673–678.
32. Brown JB, Stassen NA, Bankey PE, Sangosanya AT, Cheng JD, Gestring ML, (Helicopters improve survival in seriously injured patients requiring interfacility transfer for definitive care), *J. Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*, 2011; 70: 310–314.
33. Mitchell AD, Tallon JM, Sealy B, (Air versus ground transport of major trauma patients to a tertiary traumacentre: a province-wide comparison using TRISS analysis), *Canadian J. Surgery*, 2007; 50; 2: 129–133.