



© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2014
УДК 616-089.5:355

Организация анестезиологической и реаниматологической помощи на войсковых этапах медицинской эвакуации

ЩЕГОЛЕВ А.В., заслуженный врач РФ, профессор, полковник медицинской службы
(alekseischegolev@gmail.com)
ПЕТРАКОВ В.А., полковник медицинской службы (petrakov73@mail.ru)
САВЧЕНКО И.Ф., профессор, полковник медицинской службы запаса (lorka@yandex.ru)

Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова, Санкт-Петербург

Оказание анестезиологической и реаниматологической помощи тяжелораненым на войсковых этапах медицинской эвакуации в условиях вооруженного конфликта (локальной войны) является трудоемкой и ресурсозатратной задачей. С использованием одного из методов математического моделирования были исследованы функциональные возможности подразделений анестезиологии и реаниматологии из состава сил и средств медицинской службы тактического звена. Полученные результаты позволяют констатировать, что для успешного решения задач в существующую систему оказания анестезиологической и реаниматологической помощи тяжелораненым на войсковых этапах медицинской эвакуации требуется внести ряд изменений организационного характера. Помимо увеличения штатной численности службы анестезиологии и реаниматологии, на данный период времени другим решением следует считать создание системы ранней эвакуации на этап специализированной медицинской помощи специальными средствами с одновременным проведением интенсивного наблюдения и лечения.

К л ю ч е в ы е с л о в а: оказание анестезиологической и реаниматологической помощи на войсковых этапах медицинской эвакуации, математическое моделирование, движение тяжелораненых по этапам медицинской эвакуации.

Shchegolev A.V., Petrakov V.A., Savchenko I.F. — Organization of anesthesia management and advanced life support at military medical evacuation levels. Anesthesia management and advanced life support for the severely wounded personnel at military medical evacuation levels in armed conflict (local war) is time-consuming and resource-requiring task. One of the mathematical modeling methods was used to evaluate capabilities of anesthesia and intensive care units at tactical level. Obtained result allows us to tell that there is a need to make several system changes of the existing system of anesthesia management and advanced life support for the severely wounded personnel at military medical evacuation levels. In addition to increasing number of staff of anesthesiology-critical care during the given period of time another solution should be the creation of an early evacuation to a specialized medical care level by special means while conducting intensive monitoring and treatment.

К е у о r d s: anesthesia management and advanced life support for the severely wounded personnel at military medical evacuation levels, mathematical modeling, severely wounded personnel movement at medical evacuation levels.

Особенностью боевых действий современных сухопутных войск в ходе вооруженного конфликта или локальной войны является их высокоманевренный характер, расширение зон ответственности, стирание различий между наступательными и оборонительными операциями [6, 8, 13]. Эти факторы могут в значительной степени усложнить оказание эффективной медицинской помощи на вой-

сковых этапах медицинской эвакуации — в *медицинских взводах* (медвзв) мотострелковых (танковых) батальонов, *медицинских ротах* (медр) полков и бригад, *отдельных медицинских батальонах* (омедб) дивизий. В ходе боевых действий они должны перемещаться, разворачиваться в короткие сроки и работать на одном месте от нескольких часов до 1–2 сут, оперативно свертываться и выдвигаться за войсками.



Представленная недавно на обсуждение концепция многоэтапного хирургического лечения предусматривает раннюю хирургическую активность с одновременной предэвакуационной подготовкой для скорейшей доставки тяжелораненых на этап специализированной медицинской помощи. Количество раненых, нуждающихся в оказании анестезиологической и реаниматологической помощи на войсковых этапах, по опыту военных конфликтов последних десятилетий, может составлять до 30–40% от общего числа санитарных потерь хирургического профиля [1, 2, 3]. В данных обстоятельствах объем работы по анестезиологии и реанимации может значительно превышать функциональные возможности подразделений, где оказывается эта помощь.

С вступлением в силу целого ряда нормативно-правовых актов в гражданском здравоохранении [9, 10, 14] возникла необходимость приведения в соответствие с их требованиями системы медицинского обеспечения Вооруженных Сил в целом, в т. ч. анестезиологической и реаниматологической помощи. Эффективность последней в конечном итоге находится в прямой зависимости от полноты и своевременности ее оказания на войсковых этапах [1, 2, 4, 6, 7]. В этой связи оценка функциональных возможностей подразделений медицинской службы по оказанию данного вида помощи (своевременно и в достаточном объеме) требует дополнительного исследования, одним из адекватных методов которого является математическое моделирование [11].

Цель исследования

Разработка предложений по совершенствованию системы оказания анестезиологической и реаниматологической помощи *тяжелораненым* (ТР) на войсковых этапах в ходе вооруженного конфликта (локальной войны).

Материал и методы

Проведено моделирование сил и средств медицинской службы тактического звена, в штате которых имеются подразделения анестезиологии и реанимации – медр и омедб. В разработанной матема-

тической модели использован метод динамики средних [5, 8] с применением системного и процессного подходов, позволяющих провести вычислительные эксперименты и изучить «быстротекущие» процессы (минуты и часы – прием, регистрация, медицинская сортировка, лучевая и лабораторная диагностика, оказание анестезиологической и реаниматологической помощи в перевязочной для тяжелораненых) и «медленнотекущие» процессы (сутки – интенсивное наблюдение и терапия в протившоковой).

Работа на войсковом этапе медицинской эвакуации была дополнительно разделена на процессы: прием, регистрация и медицинская сортировка поступающих, диагностика ранений и заболеваний, собственно реанимация и интенсивная терапия, проведение оперативных вмешательств, общая анестезия и послеоперационное лечение, предэвакуационная подготовка и эвакуация раненых, нуждающихся в специализированной помощи в *военно-лечебных учреждениях* (ВЛУ) военного округа и/или Центра.

В модели работы этапа приняты следующие допущения и ограничения:

- охват всех элементов оказания помощи только ТР (хирургический профиль) с одним видом боевых поражений – ранение, травма и термическое поражение – и только от обычного оружия;
- летальные исходы среди ТР наступают на сортировочной площадке, в палатке симптоматической терапии, в протившоковой, в перевязочной для ТР и не превышают 5% от общего количества поступивших;
- личный состав не подвергается огневому воздействию противника и потерь не несет;
- запас медицинского имущества и техники, а также других материальных средств обеспечивает выполнение задачи по объему и срокам;
- время, необходимое для выполнения прочих технологических процедур (обработка, логистика, лабораторная и лучевая диагностика), включено в общее время отдельных процессов;
- при несвоевременном оказании раненым анестезиологической и реани-



матологической помощи их степень тяжести не изменялась;

– временные затраты на переход ТР из одного состояния в другое в модели не выделяются, поскольку они учитываются при определении среднего времени пребывания в определенном состоянии.

Схематически весь процесс можно изобразить в виде графа состояний, в котором определены главные пункты (места), в которых могут находиться ТР (см. рисунок).

Вершины (узлы) графа (N_1, N_2, N_3, N_{10}) соответствуют состояниям, в которых может находиться ТР:

- N_1 «ранение» – на месте получения;
- N_2 «медвзв» – ТР, которым оказана медицинская помощь (доврачебная или первая врачебная) в медвзв;
- N_3 «сортировка» – ТР на сортировочной площадке медр (омедб);
- N_4 «летальные» – летальные исходы в медр (омедб);
- N_5 «симптомат» – нуждающиеся в симптоматической терапии;
- N_6 «перевТР», – перевязочная для ТР;
- N_7 «операц» – операционная;
- N_8 «противошок» – противошоковая;
- N_9 «ожидание эвак» – эвакуационная для ТР;
- N_{10} «ВГ» – лечение в ВЛУ военного округа и Центра;
- N_4 и N_{10} – «тупиковые» состояния, из этих вершин нет обратных потоков.

Каждая вершина графа характеризуется определенной «емкостью» – количеством лиц, находящихся в данном состоянии. Дуги, соединяющие вершины графа, обозначают потоки перехода ТР из одного состояния в другое. Интенсивности потоков (λ_{nm} , где $m=1...10, n=1...10$) определяются относительным числом элементов, переходящим из состояния n в состояние m в единицу времени. Для данной модели дискретой времени выбран промежуток в 10 мин, позволяющий функционально объединить «быстротекущие» и «медленнотекущие» процессы.

Интенсивности потоков λ_{nm} задаются непосредственно (на основании изученной статистики) или определяются по формуле (1).

$$\lambda_{nm} = P_{nm} \cdot n_n \cdot \frac{1}{\tau_n} \quad (1),$$

где: λ_{nm} – интенсивность потока из вершины n в вершину m ; P_{nm} – вероятность перехода из вершины n в вершину m ; n_n – «емкость» вершины графа или количество ТР, пребывающих в данном состоянии; τ_n – среднее время пребывания в данном состоянии.

С началом боевых действий возникают санитарные потери, часть которых составляют поток ТР λ_0 , из которого формируются потоки λ_{12} и λ_{13} . Из медвзв часть ТР при благоприятных условиях может быть сразу эвакуирована в ВЛУ – поток λ_{210} , основная же часть ТР будет направлена

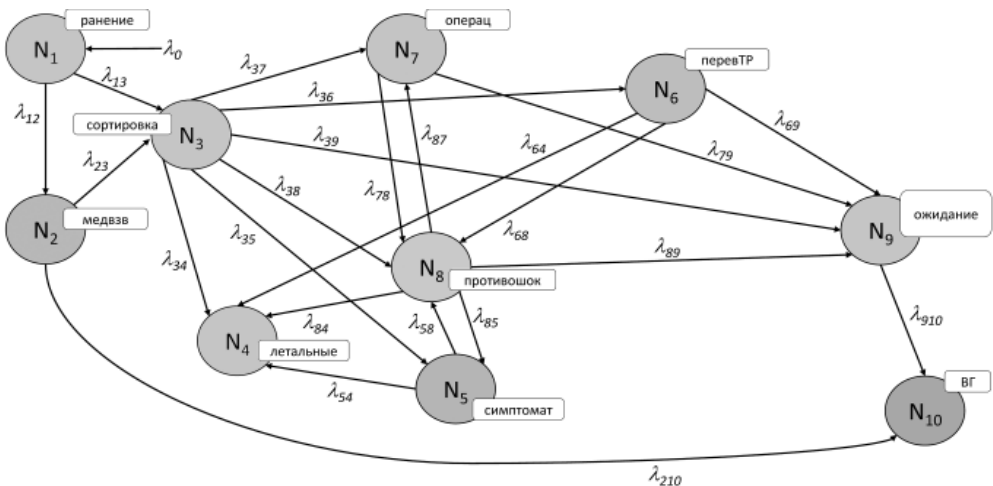


Схема динамики состояний при естественном «движении» тяжелораненых по функциональным подразделениям этапа



на сортировочную площадку этапа — поток λ_{23} .

Из всех попавших на сортировочную площадку в ходе «первичной» сортировки формируются следующие потоки:

- летальные исходы (поток λ_{34});
- не нуждающиеся в оказании медицинской помощи на данном этапе (поток λ_{39});
- нуждающиеся в противошоковой терапии и предоперационной подготовке (поток λ_{38});
- нуждающиеся в неотложном оперативном вмешательстве по жизненным показаниям в условиях операционной (поток λ_{37});
- нуждающиеся в оказании хирургической помощи в условиях перевязочной для ТР (поток λ_{36});
- нуждающиеся в симптоматической терапии (поток λ_{35}).

Часть ТР после выведения их из шока направляются в операционную (поток λ_{87}), другая часть после проведенного им оперативного вмешательства в условиях операционной направляются в противошоковую (поток λ_{78}) для послеоперационного ведения, выведения из шока и доведения их до транспортабельного состояния и направления в эвакуационную для ТР (поток λ_{89}). Кроме того, будут иметь место летальные исходы в противошоковой (поток λ_{84}), часть ТР будет направлена в палатку симптоматической терапии (поток λ_{85}), в т. ч. для освобождения койко-места. Оставшиеся ТР после проведенного им оперативного

вмешательства в условиях операционной и не нуждающиеся в мероприятиях интенсивной терапии, направляются в эвакуационную для ТР (поток λ_{79}). После проведения хирургических вмешательств (манипуляций) в условиях перевязочной для ТР кто-то направляется в эвакуационную для ТР (поток λ_{69}), другие направляются в противошоковую (поток λ_{68}), а небольшое количество будут составлять летальные исходы (поток λ_{64}). Некоторое количество ТР из палатки для симптоматической терапии (поток λ_{58}) также будет направлено в противошоковую, при условии возможности их скорейшей эвакуации после проведения подготовки. В модели предусмотрена эвакуация всех ТР автомобильным и (или) авиационным санитарным транспортом (поток λ_{910}).

Для проведения вычислительного эксперимента были определены значения вероятностей перехода ТР из одних состояний в другие (табл. 1).

Моделируя процессы перемещения ТР по функциональным подразделениям этапа, можно в любой момент данного периода получать вектор состояния исследуемой системы. Систему исходных данных математической модели составили следующие показатели: входящий поток ТР (количество в единицу времени), вероятности перехода из одних состояний в другие, среднее время пребывания в определенном состоянии, количество койко-мест в подразделении анестезиологии и реанимации этапа. Описанная

Таблица 1

Значения вероятностей перехода, принятые в модели

Вероятности	Значения	Вероятности	Значения	Вероятности	Значения
P_{12}	0,05	P_{38}	0,50	P_{79}	0,70
P_{13}	0,95	P_{39}	0,05	P_{84}	0,05
P_{23}	0,95	P_{54}	0,80	P_{85}	0,05
P_{210}	0,05	P_{58}	0,20	P_{87}	0,10
P_{34}	0,02	P_{64}	0,01	P_{89}	0,80
P_{35}	0,03	P_{68}	0,50	P_{910}	1,00
P_{36}	0,20	P_{69}	0,49		
P_{37}	0,20	P_{78}	0,30		



математическая модель, включающая в себя исходные данные, систему линейных разностных (дифференциальных) уравнений, допущения и ограничения, реализована в компьютерной программе, созданной в среде Visual Basic. Математическое описание рассмотренных процессов принимает вид системы разностных (дифференциальных) уравнений (2).

$$\frac{N_i(t) = N_i(t-1) + (\lambda_0 - \lambda_{12} - \lambda_{13}) \Delta t;}{N_{10}(t) = N_{10}(t-1) + (\lambda_{210} + \lambda_{910}) \Delta t.} \quad (2)$$

В целях исследования функциональных возможностей этапа по оказанию анестезиологической и реаниматологической помощи были изучены процессы, происходящие в функциональных

подразделениях при различных градациях потока ТР — 35, 40 и 45% от общего количества раненых, а также при входящем потоке раненых в 100 человек/сут — для медр и 250 человек/сут — для омедеб (табл. 2).

Указанные методические подходы к исследованию функциональных возможностей позволяют определить задачи этапа и дают обоснование предложениям по формированию его организационной и организационно-штатной структур.

Результаты исследования (моделирования) и обсуждение

Полученные в результате моделирования данные о «движении» ТР по функциональным подразделениям интерпретировались следующим образом. К исходу первых суток подразделения анестезиологии и реанимации будут работать со значительной перегрузкой, прежде всего из-за скопления пострадавших как в противошоковой (от 17 до 22 человек для медр и от 33 до 36 человек для омедеб), так и в эвакуационной для ТР (от 10 до 13 человек для медр и от 20 до 23 человек для омедеб). Кроме того, одновременно в операционной и в перевязочной для ТР будут находиться не менее двух пострадавших, нуждающихся в проведении общей анестезии с искусственной вентиляцией легких (табл. 3).

Таблица 2

Входящий поток с учетом вероятного количества ТР

Войсковой этап	Входящий поток, человек/сут	Количество тяжелораненых, % от входящего потока/человек		
		35/90	40/100	45/115
омедеб	250	35/90	40/100	45/115
медр	100	35/35	40/40	45/45

Таблица 3

Максимальное количество ТР, одновременно находящихся в функциональных подразделениях этапа

Войсковой этап	% от входящего потока	Количество ТР, абс. число				Всего
		противошоковая	эвакуационная для ТР	операционная	перевязочная для ТР	
медр	35	17	10	2	1	30
	40	19	12	3	2	36
	45	22	13	3	2	40
омедеб	35	33	20	3	3	59
	40	34	21	3	3	61
	45	36	23	3	3	65



Оценивая полученные результаты и существующий штат подразделений анестезиологии и реаниматологии этапа (табл. 4), можно с уверенностью констатировать, что в условиях принятой в модели нагрузки функциональные возможности медр по оказанию анестезиологической и реаниматологической помощи тяжелораненым будут недостаточными. В омедб же способность оказывать анестезиологическую и реаниматологическую помощь возможна лишь при значительной перегрузке, что может сказаться на ее качестве и в короткие сроки приведет к истощению материальных и людских ресурсов.

Таким образом, результаты исследования функциональных возможностей этапа по приему, медицинской сортировке и оказанию в установленном объеме анестезиологической и реаниматологической помощи ТР показывают необходимость совершенствования ее организации на войсковых этапах. Путей решения данной проблемы несколько, но целесообразно остановиться на двух, наиболее приемлемых.

Первый вариант — изменение (увеличение) штата подразделений анестезиологии и реанимации этапа в период обсуждаемой кампании. Реализация такого решения может привести к снижению мобильности, а также «живучести» этапа в условиях боевых действий.

Таблица 4

Распределение врачебного состава подразделений анестезиологии и реанимации этапа по функциональным подразделениям

Функциональное подразделение	Количество врачей-анестезиологов	
	медр	омедб
Перевязочная для ТР	1*	1
Операционная	1*	2
Противошоковая	1*	2

Примечание: * врач анестезиолог-реаниматолог по штату — один, поэтому возможна лишь его «периодическая работа».

Второй вариант — исключение задержки ТР на войсковом этапе. Последнее возможно путем ранней (начиная с поля боя) их сортировки и эвакуации в течение одного часа различными санитарными средствами (преимущественно авиационными), с анестезиолого-реаниматологическим сопровождением в ВЛУ. Использование спасательного модуля и других современных средств эвакуации с проведением непрерывного мониторинга состояния раненого, инфузионной терапии, дозированного введения лекарственных средств (в т. ч. обезболивающих, вазопрессоров и т. д.), респираторной терапии и других противошоковых мероприятий позволит выполнить эту задачу технически. Нельзя исключить, что решение следует искать в объединении двух обсуждаемых вариантов.

Создание (увеличение численности) штатных специализированных групп усиления на базе ВЛУ (как вариант названия — *мобильные анестезиолого-реаниматологические группы*, или МАРГ), имеющих на оснащении мобильные медицинские комплексы со специальным оборудованием для проведения интенсивного наблюдения и лечения, при эвакуации ТР преимущественно авиационным транспортом, позволит существенно разгрузить этапы тактического звена. МАРГ возможно использовать как самостоятельные подразделения, так и совместно с хирургическими группами усиления. Безусловно, вопросы эвакуации ТР требуют отдельного изучения и обсуждения. Предлагаемое решение позволит реализовать положения законодательства в системе оказания медицинской помощи [9, 14]. Данные условия для ТР следует считать «идеальными» и позволяющими даже в полевых условиях сделать возможным применение всего арсенала современных достижений медицины мирного времени [1, 2, 4, 6, 12].

Поиск путей и способов совершенствования системы организации анестезиологической и реаниматологической помощи ТР на войсковых этапах медицинской эвакуации в условиях вооруженного конфликта (локальной войны) должен быть постоянным и непрерывным. Одним из примеров такого поиска



является проведенное исследование, результаты которого могут быть использованы для обоснования медико-технических требований к мобильным медицинским комплексам для МАРГ, а также к специализированным средствам медицинской эвакуации (оснащение и эвакуаемость).

ВЫВОДЫ

1. Результаты математического моделирования показывают, что в условиях вооруженных конфликтов и локальных войн объем работы по анестезиологии и реаниматологии в медр бригады и омедб дивизии может значительно превысить их функциональные возможности. Нормативно-правовая база, регламентирующая в мирное время порядок ока-

зания анестезиологической и реаниматологической помощи, не учитывает особенности медицинской помощи при массовом поступлении пострадавших при боевых действиях.

2. Наиболее рациональным вариантом организации анестезиологической и реаниматологической помощи ТР на войсковых этапах является оказание экстренной и неотложной помощи, предэвакуационной подготовки с использованием сил МАРГ. По предварительной оценке, потребность в МАРГ в период интенсивных боевых действий может составить 1–2 группы на общевойсковое соединение.

Выдвинутое предложение требует всестороннего изучения и апробации, в т. ч. путем проведения учений с применением методов моделирования.

Литература

1. Анестезиологическая и реаниматологическая помощь раненым на войне / Под ред. Ю.С. Полушина. — СПб. — 2003. — 288 с.

2. Барановский А.М., Будко А.А. Военно-медицинский музей МО РФ в обобщении опыта медицинского обеспечения войск в локальных войнах и вооруженных конфликтах. — СПб: ВМедА, 2000. — С. 7–11.

3. Брюсов П.Г. Запрограммированное многоэтапное хирургическое лечение при политравме // Хирургия. — 2009 — № 10. — С. 42–46.

4. Быков И.Ю., Корнюшко И.Г., Шеленов А.М., Русев И.Т. Пути совершенствования организационной структуры медицинской службы Вооруженных Сил в соответствии с характером современных военных конфликтов // Воен.-мед. журн. — 2007. — Т. 328, № 5. — С. 4–13.

5. Вентцель Е.С. Исследование операций. — М.: Сов. радио, 1978. — 548 с.

6. Корбут В.Б., Русев И.Т. Организация медицинского обеспечения войск в локальных войнах и вооруженных конфликтах / Материалы Всеармейской научно-практической конференции. — СПб: ВМедА, 2000. — С. 54–60.

7. Организация анестезиологической и реаниматологической помощи в военно-медицинских учреждениях Министерства обороны Российской Федерации в мирное время: Методические указания. — М., 2012. — 128 с.

8. Организация оказания квалифицированной и специализированной медицинской помощи раненым и больным в ходе военных действий на Северо-Западном стратегическом направлении: Отчет о КШИВМИ. — СПб: ВМедА, 2008. — 487 с.

9. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 20 июня 2013 г. № 388н «Об утверждении порядка оказания скорой, в том числе скорой специализированной, медицинской помощи». URL: <http://www.rg.ru/2013/09/05/skoraya-pomosch-dok.html> (дата обращения: 9.06.2014).

10. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 15 ноября 2012 г. N 919н «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи взрослому населению по профилю «анестезиология и реаниматология». URL: <http://www.rg.ru/2013/04/11/anesteziya-dok.html> (дата обращения: 9.06.2014).

11. Савченко И.Ф., Синегузов О.В. Методические аспекты использования имитационных моделей при планировании лечебно-эвакуационных мероприятий в ходе вооруженного конфликта / Материалы Всеармейской научно-практической конференции. — СПб: ВМедА, 2000. — С. 187–188.

12. Технологии военного и двойного назначения в области медицины, разрабатываемые и внедряемые научно-исследовательскими организациями и компаниями иностранных государств. — М.: 18 ЦНИИ МО РФ, 2013. — 240 с.

13. Тыц В.В. Локальные войны и вооруженные конфликты в формировании современной военно-медицинской доктрины / Материалы Всеармейской научно-практической конференции. — СПб: ВМедА, 2000. — С. 93–98.

14. Федеральный Закон Российской Федерации от 21 ноября 2011 г. № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации». URL: <http://www.rg.ru/2011/11/23/zdorovie-dok.html> (дата обращения: 9.06.2014).